



Prosiding Seminar Nasional Agrologistik 2018

Agrologistik 4.0:

Peluang dan Tantangan di Era Agroindustri Digital

IICC Bogor, 18 September 2018

ISBN : 978 - 602 - 53074 - 0 - 9



PROSIDING
Seminar Nasional Agrologistik 2018

Agrologistik 4.0 Peluang dan Tantangan di Era Digital

IPB International Convention Center Bogor, 18 September 2018



Sekolah Pascasarjana
Institut Pertanian Bogor
2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan karunia-Nya, sehingga penyusunan prosiding Seminar Nasional Agrologistik 2018 dengan tema “Agrologistik 4.0 Peluang dan Tantangan di Era Digital” dapat diselesaikan dengan baik.

Tujuan dari penyusunan prosiding seminar nasional agrologistik ini adalah untuk menyampaikan hasilhasil penelitian di bidang piranti cerdas agrologistik, rantai pasok logistik pangan dan agroindustri, humaditarian logistik, transportasi dan distribusi, rantai pasok berkelanjutan, serta topik lain yang relafan. Penelitian dilakukan oleh akademisi di bidang supply chain dan logistik dari berbagai perguruan tinggi di Indonesia. Susunan isi prosiding seminar secara berurutan terdiri dari makalah di bidang piranti cerdas agrologistik, rantai pasok logistik pangan dan agroindustri, humaditarian logistik, transportasi dan distribusi, rantai pasok berkelanjutan, serta topik lain yang relafan.

Penyelenggara Seminar Nasional Agrologistik adalah Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, yang bekerjasama dengan Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor dan Institute Supply Chain dan Logistik Indonesia (ISLI), serta didukung oleh Dewan Guru Besar Institut Pertanian Bogor. Seminar dilaksanakan pada tanggal 18 September 2018 di IPB International Convention Center, Bogor.

Keynote speaker pada seminar nasional ini adalah Menteri Koordinator Bidang Perkenomian yang diwakili oleh Ibu Ir. Musdhalifah Machmud, MT . Pembicara sesi panel adalah Prof. Dr. Ir. Marimin, M.Sc (Guru Besar IPB Bogor), Yuzron Erman (CEO Pos Logistics Indonesia), Herry Nugraha, S.Si, MM (Co Founder & CEO Etanee Food Marketplace)

Kami berharap hasil-hasil penelitian pada prosiding ini dapat bermanfaat bagi pembaca, memperkaya khasanah penelitian di bidang Supply Chain dan Logistik, serta memberikan sumbangsih bagi pembangunan nasional dan dunia industri di era digital saat ini.

Hormat kami

Ketua Panitia

Dr Heti Mulyati, STP, MT

SAMBUTAN

Produk pertanian yang berasal dari berbagai daerah dengan jumlah produksi, mutu, kondisi tanah, sistem pemupukan, dan iklim yang berbeda-beda memerlukan penanganan yang spesifik. Perpindahan kepemilikan produk dari hulu ke hilir dari satu pihak ke pihak lainnya menyebabkan sulitnya pencatatan dan penelusuran produk-produk pertanian sekaligus upaya mempertahankan mutunya. Konsep agrologistik merupakan konsep yang sangat vital dalam distribusi hasil pertanian dari produsen ke konsumen akhir. Agrologistik akan mempermudah distribusi produk pertanian ke tangan konsumen dengan data yang tercatat dan terekam secara efisien, terutama di era industri 4.0.

Indonesia sebagai negara kepulauan memerlukan manajemen logistik yang tepat. Hampir semua persoalan yang dihadapi pertanian Indonesia berkaitan dengan agrologistik. Hal ini menjadikan agrologistik di Indonesia perlu mendapatkan perhatian serius demi memajukan pertanian Indonesia.

Berkaitan dengan hal tersebut, IPB telah menegaskan perannya dalam peningkatan daya saing bangsa dan pembangunan nasional, melalui visi IPB 2045: menjadi Techno - socio Entrepreneurial University. Untuk mewujudkan visi tersebut, dari segi penelitian dan pengembangan inovasi, IPB turut mendorong Riset dan Inovasi IPB 4.0 yang salah satunya dicirikan dengan sistem agrologistik digital.

Prosiding ini berisi hasil Seminar dan Kongres Agrologistik 4.0 yang dilakukan pada tanggal 18 September 2018 di IPB International Convention Center (IICC) Bogor. Kegiatan ini mengkaji berbagai perkembangan pemikiran agrologistik dari berbagai bidang, baik dari akademisi, pemangku kebijakan, maupun pelaku bisnis, dan memberikan kontribusi pemikiran yang strategis dalam rangka meningkatkan daya saing agrologistik nasional. Prosiding terdiri dari berbagai hasil penelitian yang dibagi ke dalam bidang rantai pasok pangan dan agrologistik, transportasi dan distribusi, piranti cerdas, rantai pasok berkelanjutan, *humanitarian, logistics*, dan bidang topik lain yang relevan.

Seminar dan kongres Agrologistik 4.0 ini merupakan kerja sama IPB dengan Institut Supply Chain Indonesia (ISLI) serta didukung oleh Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia, PT Charoen Pokphand Indonesia Tbk dan PT Bank Negara Indonesia (Persero), Tbk . Ucapan terima kasih dipersembahkan kepada segenap panitia yang telah mendedikasikan waktunya dan berkontribusi dalam penyelenggaraan Seminar dan Kongres Agrologistik 4.0 ini, serta kepada seluruh jajaran pimpinan IPB yang telah turut mensukseskan kegiatan ini.

Besar harapan kami agar hasil penelitian di dalam prosiding ini dapat turut berkontribusi dalam perbaikan dan pengembangan sistem Agrologistik nasional pada Era Industri 4.0.

Hormat kami

Prof.Dr.Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng

Dekan Pascasarjana Institut Pertanian Bogor

**Prosiding
Seminar Nasional Agrologistik 2018
Agrologistik 4.0 Peluang dan Tantangan di Era Digital**

Editor :

Dr Eng Ir Taufik Djatna, MSi
Dr Heti Mulyati, STP, MT
Hendri Wijaya, STP, MSi

Sesar Husein Santosa, STP, MM
Rizky Amelia, STP, MSc, MSi
Nisa Zahra, STP, MSi

Reviewer :

Dr Ir Hoetomo Lembito, MBA, CSLP
Prof Dr Ir Yandra Arkeman, MEng
Iwan Vanany ST, MT, Ph.D
Dr Eng Ir Taufik Djatna, MSi
Hendri Wijaya, STP, MSi

Desain Sampul & Tata Letak:

Muhammad Hamam Azmi, Amd

ISBN :

Penerbit :

Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor
Bekerja sama dengan Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor dan Institute Supply Chain dan Logistik Indonesia (ISLI)

Redaksi :

Jl. Raya Darmaga, Gedung Sekolah Pascasarjana IPB,
Kampus IPB Darmaga Bogor 16680
Telp./Fax : +62-251-8628448/8622961
Email : isli2018ipb@gmail.com, sps@apps.ipb.ac.id

Cetakan Pertama, September 2018

Hak Cipta dilindungi Undang-undang
All Right Reserve

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

**SUSUNAN PANITIA
SEMINAR NASIONAL AGROLOGISTIK 2018
SEKOLAH PASCASARJANA IPB TAHUN 2018**

Steering Commitee	: Prof. Dr. Ir. Yandra Arkeman, MEng : Dr. Ir. Hoetomo Lembito, MBA, CSLP : Ir Pramono D. Fewidarto, MS
Organizing Commitee	
Ketua	: Dr. Heti Mulyati, STP, MT
Sekretaris	: Nisa Zahra, STP, MSi
Bendahara	: Andina Octariana, SE, MSi
Seksi Acara dan Makalah	: Sazli Tuter Risyahadi, STP, MT, MSi : Dian Ardifah Iswari : Ermia Sofiyessi : Willy Bachtiar, S.Ikom, M.Ikom
Seksi Publikasi dan Dokumentasi	: Hendri Wijaya, STP, MSi : Sesar Husen Santosa, STP, MM : Guruh Ramdani, SSn, MSn : Marcel Pragiwaksana, SA, CPSLog
Prosiding	: Dr.Eng. Ir. Taufik Djatna, MSi : Dr. Alim Setiawan, STP, MSi
Seksi Perlengkapan & Konsumsi	: Suhendi Irawan S.ST Log : Anisa Kartinawati, STP, MT : Deris Monica Sari
Humas & Transportasi	: Fatmawati Siregar, SP, MM : Rizky Amelia, STP, MSc, MSi
Student Chapter	: Dwi Apriyani, SP, MSi

AGENDA

Waktu	Kegiatan
08.00 - 09.00	Registrasi Peserta
09.00 - 09.05	Pembukaan
09.05 - 09.10	Pembacaan Do'a
09.10 - 09.15	Sambutan Ketua Panitia
09.15 - 09.20	Sambutan Ketua Umum ISLI
09.20 - 09.25	Sambutan Dekan Sekolah Pascasarjana
09.25 - 09.35	Sambutan Rektor IPB sekaligus Pembukaan Seminar Nasional
09.35 - 10.05	Keynote Speech: Dr. Darmin Nasution (Kemenko Perekonomian)
10.05 - 11.30	Panel Session
11.30 - 12.00	Diskusi
12.00 - 13.00	Ishoma
13.00 - 16.00	Parallel Session
16.00 - 17.00	Kongres ke-2 ISLI dan Kongres ke-1 Student Chapter
17.00 - 17.45	Penutupan: - Art Performance - Pengumuman Pemakalah Terbaik dan Poster Terbaik Student Chapter

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
SAMBUTAN	i
Prosiding	iii
SUSUNAN PANITIA	iv
AGENDA	v
DAFTAR ISI	vi

BIDANG RANTAI PASOK DAN AGROLOGISTIK

PENINGKATAN EFISIENSI KINERJA RANTAI PASOK BROKOLI ORGANIK DENGAN METODE <i>DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)</i>	1
INTEGRASI DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) DAN SIMULASI MONTE CARLO DALAM MENINGKATKAN KINERJA RANTAI PASOK	17
SERTIFIKASI LOGISTIK HALAL SEBAGAI SALAH SATU BRAND EQUITY UNTUK MENINGKATKAN KESADARAN GAYA HIDUP KONSUMEN AKAN MAKANAN HALAL	26
PENGARUH <i>SUPPLY CHAIN MANAGEMENT</i> TERHADAP KINERJA USAHA: STUDI EMPIRIS PADA UMKM BREM PADAT DI KABUPATEN MADIUN	35
RANCANGAN SISTEM <i>TRACEABILITY</i> HALAL PADA SUPPLY CHAIN MAKANAN UNTUK INDUSTRI KECIL MENENGAH	49

BIDANG TRANSPORTASI DAN DISTRIBUSI

MODEL PERENCANAAN DISTRIBUSI UNTUK MITIGASI PENARIKAN PRODUK	56
OPTIMASI TRANSPORTASI DAN DISTRIBUSI RAMAH LINGKUNGAN UNTUK PRODUK TURUNAN TEKSTIL BERBASIS SERAT NABATI DENGAN <i>VEHICLE ROUTING PROBLEM</i>	65
PENENTUAN LOKASI GUDANG DAN RUTE TRANSPORTASI MENGGUNAKAN <i>EVOLUTIONARY SOLVER</i> UNTUK MEMINIMASI BIAYA LOGISTIK (STUDI KASUS PT X)	74
SIMULASI RISIKO SUSUT BOBOT SAPI AKIBAT TRANSPORTASI	82
EVALUASI PENGGUNAAN JUMLAH MODA TRANSPORTASI UNTUK DISTRIBUSI SEMEN DENGAN MENGGUNAKAN METODE SAVING MATRIX PADA PT INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA Tbk CIREBON	89

BIDANG PIRANTI CERDAS, RANTAI PASOK BERKELANJUTAN, HUMANITARIAN LOGISTIK, PIRANTI LUNAK

PERANCANGAN SISTEM PENELUSURAN PRODUKSI BAN KARET MENGGUNAKAN MODUL <i>MANUFACTURING ERP</i> DI PT XYZ TIRE (STUDI TERAPAN)	108
---	-----

BIDANG TOPIK LAIN YANG RELEVAN

ANALISIS PENGARUH METODE PERAMALAN TERHADAP <i>BULLWHIP EFFECT</i> PADA SISTEM RANTAI PASOK MULTI-ESELON DENGAN MENGGUNAKAN <i>BULLWHIP EXPLORER</i>	127
PENERAPAN <i>GOOD MANUFACTURING PRACTICES</i> DAN 5S PADA INDUSTRI TAHU Studi Kasus: Pabrik Tahu Murni	133
PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK <i>CHICKEN CORDON BLEU</i> DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI PT KANEMORY FOOD SERVICE	142
PERANAN UNIVERSITAS DALAM MENGEMBANGKAN <i>LOCAL ENABLER</i>	150
PERENCANAAN TANAM DAN PANEN PADA TAMBAK IKAN BANDENG	157
AKSI MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PABRIK BAJA LEMBARAN DINGIN MENGGUNAKAN METODE <i>HOUSE OF RISK (HOR)</i>	165

**BIDANG RANTAI PASOK PANGAN DAN
AGROLOGISITIK**

PENINGKATAN EFISIENSI KINERJA RANTAI PASOK BROKOLI ORGANIK DENGAN METODE *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)*

Dwi Apriyani^{1,3}, Rita Nurmalina^{2,3}, dan Burhanuddin³

¹Anggota Muda, Institut Supply Chain & Logistik Indonesia (ISLI)

²Anggota, Institut Supply Chain & Logistik Indonesia (ISLI)

³Departemen Agribisnis, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor
dwiapriyani279@gmail.com, rita_ns@yahoo.com, burhanipb@gmail.com

Abstract

This study aimed at analyze the performance of organic vegetable supply chains at PT Simply Fresh Organic (SFO) partner farmers. The supply chain is an organizational network that is interconnected both directly and indirectly to deliver products to the end consumers by maintaining quality and using relatively low costs. The analytical tool used in this study is Data Envelopment Analysis (DEA) with the Return to Scale Variable approach. The data used are primary data consisting of the interview process and secondary data obtained from the relevant agencies. The respondent surveyed exiled 12 farmers. The results show that most of the partner farmers of PT. SFO has reached a value equal to 1.00, which is 66.67% or as many as 8 farmers have technical efficiency. The average value of PT SFO partner organic broccoli experts is 0.869. Input variables that have the highest potential increase value is daily preparation, which is 32.00%. Slack input and output slack occur for farmers who have not achieved technical efficiency (inefficiency). Inefficiencies can be overcome by thwarting input variables or increasing output variables. Significant reduction of input variables can be done by reducing the return product and improving the quality of the processor in postharvest settings.

Keywords: Performance efficiency, Product return, Supply chain, Variable Return to Scale

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi kinerja rantai pasok sayuran brokoli organik pada petani mitra PT Simply Fresh Organic (SFO). Rantai pasok adalah jaringan organisasi yang saling bekerjasama baik secara langsung maupun tidak langsung untuk mengantarkan produk ke tangan konsumen akhir dengan menjaga kualitas dan menggunakan biaya yang relatif rendah. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Data Envelopment Analysis (DEA)* dengan pendekatan *Variable Return to Scale (VRS)*. Data yang digunakan adalah data primer yang diambil melalui proses wawancara mendalam dan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait. Responden yang diteliti berjumlah 12 orang petani. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar petani brokoli organik mitra PT SFO sudah mencapai nilai efisiensi sama dengan 1.00 yaitu sebanyak 66.67% atau sebanyak 8 petani telah dinyatakan efisien secara teknis. Nilai rata-rata efisiensi teknis petani brokoli organik mitra PT SFO adalah 0.869. Variabel *input* yang memiliki nilai *potential improvement* tertinggi adalah persediaan harian yaitu sebesar 32.00%. *Input slack* dan *output slack* terjadi pada petani-petani yang belum mencapai efisiensi secara teknis (inefisiensi). Inefisiensi dapat diatasi dengan pengurangan variabel *input* atau peningkatan variabel *output*. Pengurangan variabel input secara riil dapat dilakukan dengan mengurangi produk *return* dan memperbaiki kualitas pengemasan melalui peningkatan keterampilan petani dalam pengelolaan pascapanen.

Kata kunci: Efisiensi kinerja, Produk *return*, *Supply chain*, *Variable Return to Scale*

PENDAHULUAN

Seiring dengan semakin mudahnya persebaran akses informasi membuat pola hidup masyarakat Indonesia berubah, salah satunya dalam memilih jenis pangan yang dikonsumsi. Beberapa tahun sebelumnya, masyarakat kurang memperhatikan jenis pangan yang hendak dikonsumsi karena cukup pangan adalah prioritas utama. Namun saat ini masyarakat Indonesia lebih memilih makanan yang sehat dan aman untuk dikonsumsi. Pangan yang sehat dan bergizi dapat diproduksi dengan menggunakan sistem pertanian organik (Mayrowani, 2012).

Produk pangan organik merupakan jenis sistem manajemen produksi yang tidak menggunakan peralatan dan perlengkapan buatan, seperti fertiliser sintesis, pestisida, dll (Rossi *et al.*, 2009; Shafie & Rennie, 2012). Sedangkan Menurut PP No 64 Permentan tahun 2013, sistem pertanian organik adalah sistem manajemen produksi yang holistik dalam upaya meningkatkan dan mengembangkan kesehatan ekosistem, yang mencakup keanekaragaman hayati, siklus biologi, dan aktivitas biologi tanah. Berbagai faktor dipercaya telah mempengaruhi masyarakat Indonesia sehingga bersedia beralih ke gaya hidup sehat. Salah satu faktor eksternal yang mendorong kesadaran masyarakat adalah program-program pemerintah seperti Go Organic 2010 yang mensyaratkan pertanian organik kepada konsumen, petani, pelaku pasar, dan masyarakat secara luas (Reza *et al.* 2014).

Beberapa faktor lain yang mempengaruhi konsumsi pertanian organik antara lain adalah tingkat pendidikan dan pendapatan. Tingkat pendidikan dan pendapatan yang tinggi meningkatkan kemungkinan konsumen untuk membeli sayuran organik (Dettmann & Dimitri, 2010). Lebih detailnya, konsumen dengan usia relatif tua, pendidikan tinggi, berjenis kelamin perempuan, dan hidup di kota besar memilih untuk mengonsumsi pangan organik (Bellows *et al.*, 2008; Gracia & de Magistris, 2008; Jonas & Roosen, 2008; Monier *et al.*, 2009; Roitner-Schobesberger *et al.*, 2008). Dapat dikatakan bahwa semakin tinggi tingkat pendidikan semakin banyak pengetahuan tentang pentingnya kesehatan sehingga seseorang lebih memilih pangan yang aman untuk dikonsumsi baik jangka pendek maupun jangka panjang. Sementara itu, peningkatan pendapatan masyarakat juga turut andil dalam mempengaruhi konsumen untuk memilih pangan organik, sebab konsumen tidak lagi menganggap harga sebagai sebuah hambatan utama. Maka dapat dikatakan bahwa kesadaran masyarakat untuk menggunakan gaya hidup sehat sangat berpengaruh terhadap jumlah permintaan sayuran organik di pasar.

Peningkatan jumlah permintaan pangan organik semakin membuka peluang pasar penjualan sekaligus semakin mendorong gairah produsen untuk menanam pangan organik. Diperkirakan jumlah produsen pangan organik selama lima tahun belakangan ini mengalami peningkatan. Hal tersebut didukung dengan adanya peningkatan jumlah area lahan yang digunakan untuk membudidayakan pangan organik. Total luas area organik di Indonesia pada tahun 2015 naik sebanyak 21.36% dari tahun sebelumnya sehingga mencapai 261 147.30 Ha. Luas area organik di Indonesia pada tahun 2012 sampai 2016 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Luas Area Organik di Indonesia Tahun 2012-2016

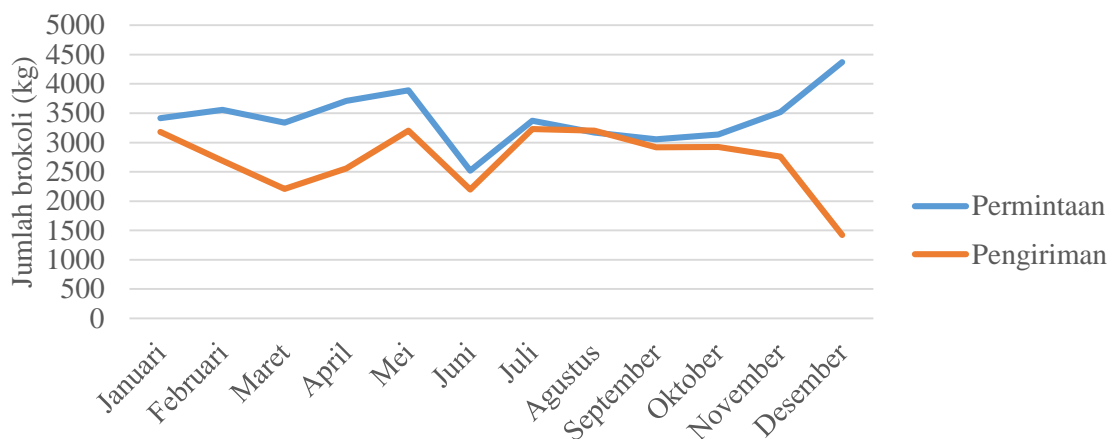
Tipe Lahan Organik	2012	2013	2014	2015	2016
Disertifikasi	62 127.82	76 013.20	67 426.57	79 833.83	79 833.83
Konversi	744.62	908.96	1 269.31	236.35	236.35
Tanpa Sertifikasi	1 382.88	31.38	1 142.44	31 381.44	31 381.44
PAMOR	50.79	36.00	36.00	36.00	36.00
Proses Sertifikasi	149 462.06	144 220.05	146 571.40	149 896.03	149 896.03
Total	213 768.17	221 209.59	216 445.72	261 383.65	261 383.65

Sumber data: SPOI 2016

Tabel 1 menunjukkan bahwa luas area organik meningkat dari tahun 2012 hingga 2016 yaitu dari 213 768.17 Ha menjadi 261 383.65 Ha. Jumlah lahan yang disertifikasi juga lebih banyak dari pada lahan yang belum disertifikasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa produsen telah memiliki kesadaran yang cukup tinggi terhadap legalitas pangan organik. Legalitas pangan organik berupa sebuah sertifikat penjaminan produk bagi yang telah memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam standar dan dokumen normatif melalui kegiatan inspeksi yang dilakukan oleh Lembaga Sertifikasi Organik (LSO). Di Indonesia sudah ada delapan Lembaga Sertifikasi Pangan Organik (LSPO) diantaranya yaitu LSPO PT. Sucofindo, LSPO Inofice, LSPO PT Mutuagung Lestari Bogor, LSPO Sumatera Barat, LSPO Bio Cert, LSPO Lesos Surabaya, LSPO Persada Yogyakarta, dan LSPO SDS Jember. LSPO Inofice (*Indonesian Organic Farming Certification*) merupakan salah satu lembaga sertifikasi yang memberikan inspeksi dan sertifikasi kepada produsen pangan organik di Jawa Barat. Menurut Aliansi Organik Indonesia (AOI) tahun 2011, Jawa Barat menjadi provinsi dengan produsen organik yang telah tersertifikasi terbanyak di Indonesia yaitu sebanyak 34 produsen. Adapun salah satu produsen yang mendapatkan sertifikasi organik di LSPO Inofice adalah Kelompok Tani Mandiri yang bermitra dengan PT Simply Fresh Organic (SFO) sebagai penyalur produknya ke konsumen akhir. Kelompok Tani Mandiri dan PT SFO merupakan lembaga rantai pasok yang saling bekerjasama untuk menyalurkan sayuran organik kepada retail sebagai konsumen akhir dengan efektif dan efisien.

PT SFO merupakan perusahaan agribisnis yang berkembang pesat di bidang pascapanen komoditas organik di Kecamatan Cipanas, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. Perusahaan ini telah memasok sayur organik dan bekerjasama dengan puluhan retail di area Jabodetabek. Sebagai perusahaan yang sedang berkembang, PT SFO tengah mengalami masalah dalam pasokan sayur dari petani. Pasokan sayur dari petani seringkali tidak sesuai dengan standar retail akibat kurang hati-hati dalam proses penanganan pasca panen dan distribusi. Pasokan sayur yang paling banyak mengalami kerusakan dan tidak sesuai dengan standar adalah brokoli. Sesuai dengan hasil penelitian Zetira (2013) di PT SFO, menunjukkan bahwa kerusakan sayur brokoli disebabkan karena terbentur, pengemasan dengan menggunakan plastik, jalanan yang rusak, jalan yang macet, dan kapasitas pengangkutan yang berlebihan. Komoditas brokoli merupakan jenis sayur unggulan di PT SFO selama beberapa tahun, sebab brokoli disana memiliki jumlah pengiriman lebih banyak dibanding jenis sayur lainnya. Kerusakan dan pengembalian (*return*) brokoli organik kepada petani membuat ketersediaannya di gudang PT SFO tidak dapat memenuhi permintaan retail secara optimal. Secara langsung, hal tersebut akan menghilangkan peluang penerimaan dan mengurangi keuntungan pada setiap lembaga rantai pasok. Besarnya pasokan akan sangat mempengaruhi kepuasan konsumen dalam pemenuhan pesanan. Oleh sebab itu, salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam rantai pasok adalah pasokannya (Hadiguna dan Marimin 2007). Jumlah pasokan dan pengiriman brokoli ke retail di PT SFO sepanjang tahun 2017 dapat dilihat pada Gambar 1.

Brokoli organik merupakan sayuran yang kaya manfaat dan banyak dicari orang. Sayuran ini dapat menjaga kesehatan mata, mencegah hipertensi, memelihara kesehatan sistem syaraf, memperbaiki kesehatan tulang, memperkuat sistem imun, dan menjaga kesehatan kulit. Berdasarkan Gambar 1, diketahui bahwa jumlah permintaan brokoli dari retail ke PT SFO lebih tinggi daripada jumlah produk yang dikirim ke retail. Hal tersebut menunjukkan bahwa perusahaan belum mampu memenuhi permintaan retail secara optimal. Misalnya pada Bulan Maret 2017, perusahaan menerima permintaan diatas 3 000 kg namun hanya mampu memenuhi kurang dari 2 500 kg karena keterbatasan pasokan atau persediaan brokoli digudang PT SFO. Artinya jumlah persediaan brokoli di PT SFO tidak sesuai dengan jumlah permintaan brokoli dari retail mitra perusahaan.



Gambar 1 Jumlah permintaan dan pengiriman brokoli di PT SFO

Ketidaksesuaian pasokan secara jumlah, kualitas, maupun waktu sangat menentukan kinerja suatu jaringan rantai pasok. Jumlah pasokan yang kurang dapat menurunkan kepuasan konsumen, namun jumlah yang berlebihan pun akan meningkatkan resiko rusak dan tidak laku terjual. Sama halnya dengan ketidaksesuaian kualitas sayur antara yang dipasok dengan yang diminta tentu akan berdampak pada penolakan produk. Penolakan produk juga dapat terjadi apabila pasokan datang terlambat sehingga mengganggu proses pengiriman. Keseluruhan aktivitas tersebut tentu akan mempengaruhi kinerja rantai pasok dan tingkat efisiensinya. Penerapan pengelolaan rantai pasok secara efisien pada brokoli organik sangat perlu untuk dilakukan. Sebab, hal tersebut berkaitan langsung dengan jumlah penerimaan dan kepuasan konsumen. Efisiensi rantai pasok merupakan output dari kolaborasi dan kerjasama antara kinerja seluruh anggota dalam suatu jaringan rantai pasok (Shafiee *et al.*, 2014). Selain itu, efisiensi didefinisikan sebagai perbandingan total keuntungan yang diperoleh dengan keuntungan maksimal yang dapat diperoleh (Chakraborty, Mateen, & Chatterje, 2018). Dengan demikian, efisiensi rantai pasok brokoli organik sangat tergantung pada efisiensi masing-masing pelaku rantai dan hubungan yang terdapat diantara anggota rantai pasok tersebut. Kolaborasi kinerja seluruh anggota dalam jaringan rantai pasok akan mempengaruhi profit yang dihasilkan, sehingga efisiensi rantai pasok sangat berpengaruh terhadap kesuksesan dan keuntungan perusahaan. Oleh sebab itu, pengukuran efisiensi rantai pasok sayuran organik di PT SFO penting untuk dilakukan. Selain untuk mengetahui tingkat efisiensi yang sudah dicapai, sekaligus juga membantu menemukan upaya-upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi secara keseluruhan. Maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi rantai pasok brokoli organik pada petani mitra PT SFO.

KAJIAN TEORI

Rantai Pasok. Rantai pasok menggambarkan suatu aliran dan transformasi produk, aliran informasi, dan aliran uang dari bahan baku sampai ke tangan pengguna akhir (Handfield *et al.* 2002). Aktivitas rantai pasok melibatkan semua bagian dalam jaringan, tidak hanya keterlibatan secara langsung, melainkan juga keterlibatan secara tidak langsung untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Bagian yang terlibat tidak hanya produsen dan pemasok tetapi juga transportasi, pengadaan, retail, dan pelanggan yang saling bekerjasama untuk mencapai respon yang cepat dan bekerja secara efektif dalam menjaga kualitas menggunakan biaya yang relatif rendah (Chopra & Meindl, 2007). Rantai pasok adalah sebuah jaringan organisasi yang mencakup

jaringan *upstream* (hulu) dan *downstream* (hilir) dalam proses dan aktivitas yang berbeda (Fearne *et al.* 2001; Reardon and Berdegue 2002; Cadilhon *et al.* 2006).

Jaringan rantai pasok dalam melakukan tugasnya akan berkoordinasi dan melibatkan lembaga rantai pasok dari hulu (*upstream*) hingga hilir (*downstream*). *Upstream* terdiri dari para pemasok untuk memenuhi kebutuhan produsen sedangkan bagian *downstream* melibatkan berbagai pihak yang bertugas untuk mendistribusikan dan mengubah produk sesuai dengan keinginan konsumen. Menurut Cirtita *et al.* (2012), lembaga *downstream* terdiri dari produsen, transportasi, distribusi, grosir, ritel, dan pelanggan akhir. Keseluruhan anggota *downstream* mengharapkan pengiriman barang yang tepat waktu, dapat diandalkan dan tepat jumlah produknya sesuai dengan kualitas, serta memiliki biaya yang rendah.

Efisiensi Rantai Pasok. Besarnya pencapaian efisiensi rantai pasok tergantung pada efisiensi setiap lembaga rantai dan interaksi yang terjadi diantara lembaga tersebut (Batt 2009). Efisiensi rantai pasok memiliki konsentrasi pada sumber daya yang dimanfaatkan aliran rantai pasok untuk memenuhi kebutuhan pelanggan (Widayanto, 2013). Efisiensi didefinisikan sebagai rasio *output* non dimensi atas *input* (Ali *et al.* 2017). Efisiensi rantai pasok adalah hasil perpaduan antara kinerja seluruh anggota suatu jaringan rantai pasok. Oleh karena itu, mengelola efisiensi keseluruhan rantai pasok menjadi tugas yang sangat menantang (Shafiee *et al.* 2014). Pengukuran efisiensi rantai pasok akan dilakukan pada setiap saluran dan seluruh jaringan rantai pasokan (Warsito dan Suparno 2008). Tujuan pengukuran efisiensi adalah memaksimalkan *output* dan meminimalkan *input* (Cooper *et al.* 2006). Terdapat enam persyaratan mendasar yang harus diperhatikan antara petani dan pelanggan retail untuk mencapai rantai pasok yang efisien, antara lain: skala operasi, aliansi strategi, fleksibilitas produksi, kontinuitas pasokan, kontrol kualitas dan komunikasi (Grimsdell 1996). Perhitungan efisiensi rantai pasok dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Data Envelopment Analysis* (DEA). Adapun input dan output yang digunakan didasarkan pada matrik dalam metode *Supply Chain Operation Reference* (SCOR). Matrik-matrik tersebut diturunkan dari beberapa atribut internal dan eksternalnya. Atribut internal terdiri dari *cost* dan *asset*, sedangkan atribut eksternalnya antara lain *reliability/agility*, *flexibility*, dan *responsiveness* (Setiawan *et al.* 2011; Chan dan Li dalam Pujawan dan Mahendrawathi 2017). Matrik dari atribut internal maupun eksternal tersebut akan diklarifikasi menjadi dua variabel yaitu variabel *input* dan variabel *output*. Variabel *input* terdiri dari *lead time* pemenuhan pesanan, siklus pemenuhan pesanan, fleksibilitas rantai pasok, biaya total rantai pasok, *cash to cash cycle time*, dan persediaan harian. Sedangkan variabel *output* terdiri dari kinerja pengiriman, pemenuhan pesanan, dan kesesuaian dengan standar.

Data Envelopment Analysis (DEA). *Data Envelopment Analysis* adalah sebuah metode optimasi program matematika yang digunakan untuk mengukur efisiensi teknis suatu *Decision Making Unit* (DMU) sekaligus membandingkannya dengan DMU yang lainnya secara relatif. Metode DEA didesain secara khusus untuk dapat mengukur input suatu DMU dengan banyak *input* maupun *output*-nya (Thakkar *et al.* 2009). Belakangan ini muncul model DEA baru yang digunakan untuk mengukur efisiensi suatu rantai pasok dengan melibatkan variabel *input* dan *output* dimana *output* dari aktor pertama (penjual) dijadikan sebagai *input* variabel kedua (pembeli). Model DEA baru tersebut digunakan untuk mengukur efisiensi pada unit produksi (aliran produk) yang dapat mengakomodasi kepentingan antar saluran rantai pasok yang saling bekerjasama (Rosiana *et al.* 2017). DEA bisa menggunakan tiga variabel *input* dan dua variabel *input* pada masing-masing DMU. Tiga variabel *input* tersebut antara lain tenaga kerja, biaya operasional, dan biaya pengiriman. Sedangkan variabel *output*-nya yaitu total penjualan dan total keuntungan (Liang *et al.* 2006). Sementara penelitian O’Keefe and Fearne (2002), hanya menggunakan dua variabel *input* yang terdiri dari penyusutan kualitas dan pemanfaatan tenaga

kerja, serta empat variabel *output* antara lain pengelolaan harga, promosi, persepsi harga, dan keuntungan. Jenis DMU juga memungkinkan berupa aktivitas-aktivitas lain yang dapat terjadi di setiap rantai pasok (Azbari *et al.* 2014). Asumsi *variable return to scale* (VRS) tidak mewajibkan terjadi perubahan *input* dan *output* suatu DMU secara linier, maka boleh terjadi kenaikan (*increasing return to scale*) maupun penurunan (*decreasing return to scale*) nilai efisien (Cooper *et al.* 2006). Metode DEA menjanjikan manfaat sebagai alat evaluatif yang baik untuk evaluasi masa depan dalam manajemen rantai pasok dengan menggunakan *input* dan *output* sistem produksi yang nyata (Soheilrad *et al.* 2017). Motivasi dasar DEA yaitu untuk mengukur efisiensi relatif antar DMU dengan jumlah *input* dan *output* yang lebih dari satu (Amirteimoori and Khoshandam 2011; Talluri 2000). DEA memiliki tujuan untuk memproduksi maksimal *output* atau menggunakan minimum *input* dengan memperlakukan DMU sebagai kotak hitam, misalnya struktur internal diabaikan (Halkos *et al.* 2011; Cook *et al.* 2010). DEA juga dapat mengevaluasi efisiensi operasi nyata dengan beberapa *input* dan *output* yang diinginkan misalnya permintaan dan inventaris yang tertunda (Chern *et al.* 2016).

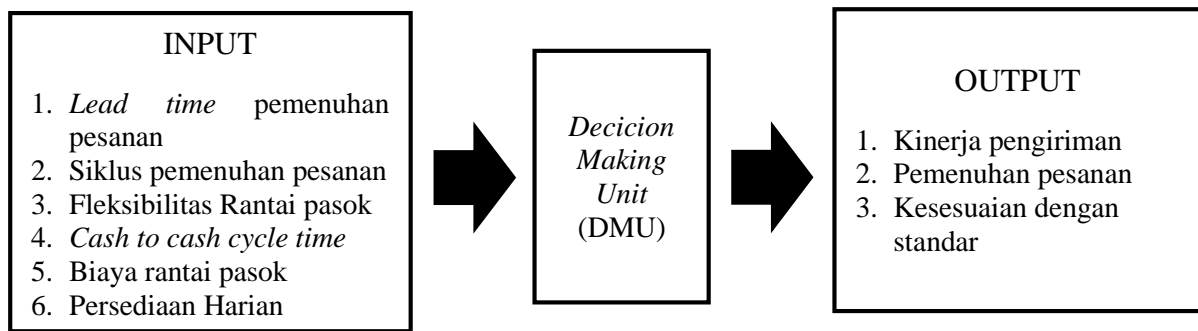
METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian. Lokasi penelitian dipilih secara *purposive sampling* di petani mitra dan PT Simply Fresh Organic (SFO) Kecamatan Cipanas, Kabupaten Cianjur karena sebagai perusahaan agribisnis terbesar di Cipanas yang fokus berkembang dibidang pascapanen sayuran organik. Penelitian lapang dilakukan pada bulan November 2017 hingga Januari 2018.

Jenis dan Metode Pengumpulan Data. Penelitian menggunakan data primer yang diambil melalui observasi atau pengamatan langsung di lapang dan *indept interview*. Data primer berupa profil petani, harga brokoli, biaya pascapanen, waktu penanganan pasca panen, jumlah permintaan, jumlah pengiriman, dan jumlah brokoli yang dikembalikan. Selain itu, penelitian juga menggunakan data sekunder yang diperoleh dari perusahaan dan instansi terkait.

Metode Penentuan Responden. Responden dipilih secara *purposive sampling* sebagai pemasok brokoli organik secara kontinyu di PT SFO, yaitu sebanyak 12 petani. Petani brokoli terpilih karena komoditas brokoli merupakan komoditas unggulan PT SFO. Sementara itu, responden dari PT SFO yang bertindak sebagai informan terdapat 7 orang yang mewakili berbagai divisi dalam manajemen perusahaan.

Metode Analisis Data. Efisiensi kinerja rantai pasok petani brokoli organik diukur dengan menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA). Metode DEA merupakan sebuah metode yang membandingkan suatu *Decision Making Unit* (DMU) terhadap DMU lainnya secara relatif dalam bentuk optimasi program matematika (Thakkar *et al.*, 2009). Teknik analisis DEA dapat mengukur pencapaian efisiensi relatif suatu DMU yang memiliki banyak *input* dan *output*. Pengurangan jumlah *input* dan peningkatan jumlah *output* dapat meningkatkan efisiensi kinerja rantai pasok brokoli organik. Adapun variabel *input* dan variabel *output* yang digunakan pada setiap DMU dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Model Pengukuran DEA

Variabel *input* dan *output* pada masing-masing DMU yang digunakan dalam pengukuran efisiensi rantai pasok brokoli organik, antara lain sebagai berikut:

1. *Lead time* pemenuhan pesanan
Seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mempersiapkan dan mengirimkan permintaan pelanggan yang dinyatakan dalam satuan hari.
2. Siklus pemenuhan pesanan
Lamanya waktu yang diperlukan untuk melayani satu kali order yang dinyatakan dalam satuan hari. *Siklus Pemenuhan Pesanan* = waktu untuk perencanaan + waktu sortasi + waktu pengemasan + waktu pengiriman
3. Fleksibilitas rantai pasok
Ketangkasan petani dalam menanggapi perubahan permintaan baik penambahan maupun pengurangan jumlah produk tanpa terkena biaya pinalti yang dinyatakan dalam satuan hari. *Fleksibilitas* = daur mencari sayur + daur mengemas + daur mengirim pesanan
4. Persediaan harian
Waktu tersedianya produk yang dianggap masih mampu memenuhi kebutuhan konsumen jika tidak ada pasokan produk secara berkelanjutan. Lama persediaan harian brokoli organik diperoleh dengan cara membandingkan rata-rata persediaan dan rata-rata kebutuhan konsumen.
5. *Cash to cash cycle time*
Kurun waktu antara petani membayar biaya *input* ke pemasok dengan petani menerima pembayaran dari distributor (PT SFO) yang dinyatakan dalam satuan hari. *Cash to cash cycle time* = persediaan harian + rata-rata lama hari menerima pembayaran – rata-rata hari melakukan pembayaran ke pemasok.
6. Biaya rantai pasok
Biaya rantai pasok yaitu total biaya yang dikeluarkan untuk aktivitas-aktivitas penanganan pascapanen sayuran dibandingkan dengan jumlah penerimaan dan dinyatakan dalam satuan persen. *Biaya rantai pasok* = biaya peramalan + biaya pengadaan + biaya pengemasan + biaya pengiriman + biaya pengembalian
7. Kinerja pengiriman
Perbandingan antara total sayur yang dikirim tepat waktu dengan jumlah total pengiriman sayuran yang dikalikan 100 persen, maka variabel kinerja pengiriman dinyatakan dalam satuan persen.
8. Pemenuhan pesanan
Perbandingan antara total sayur yang dapat dikirim penuh sesuai jumlah permintaan dengan keseluruhan jumlah sayuran dikirim dan dikalikan 100 persen, maka variabel pemenuhan pesanan dinyatakan dalam satuan persen.
9. Kesesuaian dengan standar

Perbandingan antara total pengiriman sayur yang sesuai standar kualitas dengan keseluruhan jumlah sayuran yang dikirim dan dikalikan 100 persen, maka variabel kesesuaian dengan standar dinyatakan dalam satuan persen.

Pengolahan data pada pengukuran efisiensi rantai pasok brokoli organik dengan metode DEA dapat dianalisis dengan menggunakan software MaxDea. Model DEA yang digunakan adalah asumsi *Variable Return to Scale* (VRS), asumsi yang tidak mengharuskan perubahan *input* dan *output* pada suatu DMU berlangsung secara linier. Perubahan variabel dapat berupa kenaikan (*increasing return to scale*) atau penurunan (*decreasing return to scale*) pada nilai efisiensinya (Cooper et al. 2006). Asumsi tersebut menganggap bahwa tidak setiap DMU berada pada kondisi optimal. Pengukuran efisiensi teknis yang menggunakan asumsi VRS akan menghasilkan nilai skala efisiensi relatif pada setiap DMU. Adapun rumus matematis perhitungan efisiensi teknis dengan model VRS yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta, \lambda \theta, \\ & \text{st } -q_i + Q \lambda \geq 0 \quad \dots\dots\dots \text{persamaan (1)} \\ & \theta x_i - X \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

Keterangan : I = Vektor $I \times I$
 θ = Pengurangan proporsional *input* yang mungkin untuk DMU ke-i asumsi *output* konstan
 λ = Bobot dari DMU ke-i

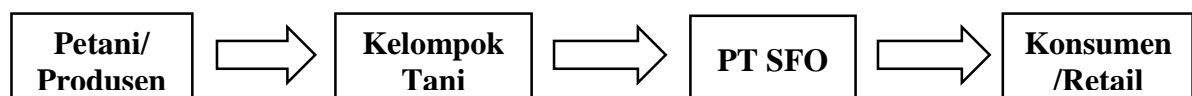
Model yang digunakan untuk menghitung efisiensi adalah:

$$\text{Efisiensi unit } j = \frac{u_1 y_{1j} \hat{G} u_2 y_{2j} \hat{G}}{v_1 x_{1j} \hat{G} v_2 x_{2j} \hat{G}} \quad \dots\dots\dots \text{persamaan (2)}$$

Keterangan:

u_1	= bobot untuk output 1	u_2	= bobot untuk output 2
v_1	= bobot untuk input 1	v_2	= bobot untuk input 2
y_{1j}	= nilai dari output 1 dari unit j	y_{2j}	= nilai dari output 2 dari unit j
x_{1j}	= nilai dari input 1 dari unit j	x_{2j}	= nilai dari input 2 dari unit j

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3 Bagan Rantai Pasok Brokoli Organik pada Petani Mitra PT SFO

Efisiensi suatu rantai pasok sangat tergantung kepada tingkat pencapaian kinerja yang telah diraihinya. Kinerja rantai pasok menurut Vorst (2006) adalah tingkat kemampuan rantai pasok dalam memenuhi permintaan pelanggan dengan mempertimbangkan indikator kinerja kunci yang sesuai pada waktu dan biaya tertentu. Efisiensi kinerja rantai pasok dapat diukur dengan menggunakan *Data Envelopment Analysis* (DEA). DEA merupakan metode non parametrik yang menggunakan model program linier untuk menghitung nilai perbandingan pada variabel *output* dan *input* untuk semua unit yang dibandingkan. Hasil dari perhitungan DEA bersifat efisiensi relatif, sehingga tidak dapat ditarik kesimpulan secara umum. Metode tersebut juga tidak membutuhkan fungsi produksi untuk proses pengolahan datanya. Nilai efisiensi dengan metode DEA akan menunjukkan petani responden efisien secara teknis di lokasi penelitian terhadap

petani responden lainnya pada waktu tertentu (Yolandika 2016). Keunggulan dari metode DEA yaitu mampu merumuskan target-target yang harus dicapai suatu DMU untuk menghasilkan kinerja yang efisien, bahkan dapat menentukan seberapa banyak yang harus ditingkatkan atau diturunkan pada atribut yang harus diperbaiki (Sari *et al.* 2014).

Pengukuran efisiensi kinerja rantai pasok sayuran organik di PT SFO dilakukan pada petani-petani brokoli mitra, sebab komoditas brokoli merupakan komoditas unggulan PT SFO dan dipasok ke retail secara kontinyu dalam kapasitas yang besar. Petani responden yang terlibat dalam penelitian ini sebanyak 12 orang petani mitra. Analisis DEA akan melibatkan variabel *input* dan *output* yang diambil dari matrik-matrik metode SCOR. Adapun variabel *input* yang digunakan antara lain: *lead time* pemenuhan pesanan, siklus pemenuhan pesanan, fleksibilitas rantai pasok, persediaan harian, *cash to cash cycle time*, dan *total supply chain cost*. Sementara itu, variabel *output*-nya antara lain kinerja pengiriman, pemenuhan pesanan, dan kesesuaian dengan standar.

Lead time pemenuhan pesanan merupakan salah satu matrik SCOR yang berkaitan erat dengan aktivitas rantai pasok. Semakin cepat aktivitas diselesaikan, semakin kecil nilai *lead time* pemenuhan pesannya maka semakin baik tingkat efisiensinya. *Lead time* pemenuhan pesanan pada petani brokoli dipengaruhi oleh banyaknya sayuran yang diorder perusahaan ke petani, ketersediaan sayuran di lahan petani, dan keterampilan petani dalam pengelolaan pasca panen. Waktu *lead time* pemenuhan pesanan yang diakumulasi dengan waktu perencanaan, waktu sortasi, waktu pengemasan, dan waktu pengiriman akan menghasilkan lamanya waktu siklus pemenuhan pesanan. Siklus pemenuhan pesanan merupakan lama waktu yang dibutuhkan perusahaan dalam satu kali order kepada petani sampai sayur diterima di gudang PT SFO (Apriyani *et al.* 2018). Setiap satu kali siklus pemenuhan pesanan mengandung lamanya waktu *lead time* pemenuhan pesanan (Yolandika 2016). Rata-rata *lead time* pemenuhan pesanan petani brokoli organik adalah 0.52 hari (12.48 jam) sedangkan rata-rata siklus pemenuhan pemesannya adalah 0.87 hari (20.88 jam). Keseluruhan *input* yang digunakan untuk pengukuran efisiensi rantai pasok brokoli organik disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Daftar nilai *input* pengukuran kinerja rantai pasokan brokoli organik pada petani mitra

Petani (DMU)	<i>Lead Time</i> pemenuhan pesanan (hari)	Siklus pemesanan (hari)	<i>Fleksibility</i> (hari)	Persediaan (hari)	<i>Cast to cash cycle time</i> (hari)	<i>Total Supply chain Cost</i> (%)
01	0.71	0.90	0.59	0	7	10.66
02	0.42	0.89	0.45	1	22	15.23
03	0.50	0.64	0.45	0	21	6.90
04	0.59	0.67	0.32	1	31	10.03
05	0.54	0.65	0.23	0	24	6.72
06	0.54	1.14	0.24	1	8	4.24
07	0.36	0.70	0.21	0	7	5.52
08	0.28	0.51	0.17	0	7	3.97
09	0.59	1.11	0.23	0	9	4.57
10	0.56	0.56	0.19	0	3	4.66
11	0.92	1.65	0.15	0	7	19.18
12	0.23	1.01	0.13	0	7	6.80
Rata-rata	0.52	0.87	0.28	0.25	12.75	8.21

Fleksibilitas merupakan kemampuan petani dalam merespon perubahan penambahan atau pengurangan pesanan secara mendadak. Berdasarkan pengalaman usaha, petani sudah menyiapkan waktu antara pukul 14.00 WIB hingga 15.00 WIB untuk kesempatan melakukan perubahan pesanan. Sebab pada pukul tersebut petani masih menyanggupi ke lahan jika harus melakukan penambahan pengiriman. Sebenarnya petani tidak melakukan persediaan dirumah sehingga jika terjadi penambahan pesanan, petani harus memetik brokoli lagi di lahan. Namun, persediaan kadang-kadang terjadi secara tidak disengaja atau tanpa terencana karena petani mengalami kelebihan panen dan perusahaan tidak mau menerima pasokan lebih dari jumlah yang diminta. Namun perlu diketahui bahwa brokoli juga memiliki karakter untuk wajib dipanen tepat waktu, sebelum bunga menua, sebab jika bunga mulai mekar, nilai jualnya akan menurun drastis. Oleh sebab itu jika batas waktu panen tiba, petani harus memanennya, apabila PT SFO tidak mampu menyerap semua pasokan petani, petani akan menyimpannya sehari dan akan dikirimkan pada hari berikutnya. Sementara itu PT SFO berkoordinasi dengan petani yang lain untuk mengurangi pasokan brokoli terlebih dahulu dan mengutamakan menerima pasokan hasil panen petani hari sebelumnya.

Selain skala usaha yang beragam, petani-petani mitra PT SFO juga memiliki nilai *cash to cash cycle time* yang berbeda antara satu dengan yang lainnya. Sebab, waktu pembayaran dan penerimaan pembayaran tergantung dari kesepakatan antara PT SFO dengan masing-masing petani. Rata-rata nilai *cash to cash cycle time* petani-petani mitra brokoli adalah 13 hari. Artinya petani mendapatkan pembayaran atas pasokan sayurinya pada saat dua minggu setelah pengiriman brokoli ke PT SFO. Perbedaan skala usaha akan menentukan jumlah kebutuhan modal dan perputaran uang dalam usaha tersebut. Perputaran uang sangat berkaitan dengan aktivitas rantai pasok yang dilakukan suatu lembaga rantai. Maka seringkali semakin banyak aktivitas penanganan rantai pasok semakin tinggi biaya rantai pasoknya (*total supply chain cost*).

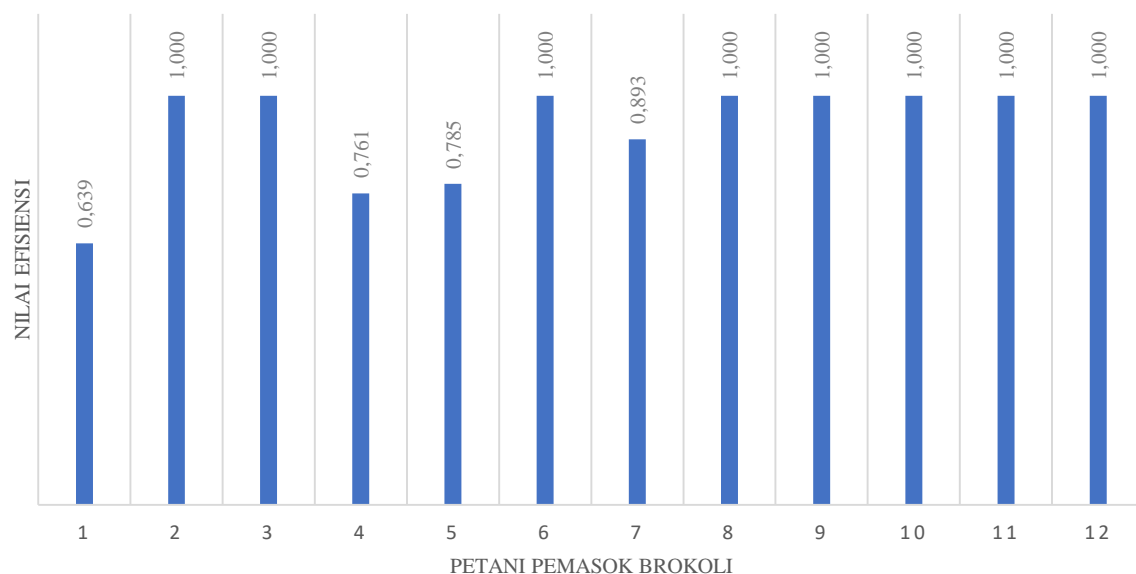
Hasil perhitungan DEA dengan asumsi VRS menunjukkan bahwa sebanyak delapan petani pemasok brokoli di PT SFO telah mencapai nilai efisiensi atau 66.67% petani responden telah mengalami efisiensi secara teknis. Adapun nilai rata-rata yang dicapai petani brokoli organik mitra PT SFO mencapai 0.923 atau lebih tinggi daripada nilai efisiensi teknis petani brokoli (non organik) di Kecamatan Lembang yaitu 0.894 (Yolandika 2016). Sesuai dalam hasil penelitian lain yang menunjukkan bahwa efisiensi petani *lettuce head* mitra PT Saung Mirwan di Jawa Barat dengan metode DEA telah mencapai efisiensi secara teknis atau 100 persen (Setiawan *et al.* 2011). Hasil-hasil pengukuran efisiensi tersebut tidak dapat disetarakan sebab efisiensi hanya bersifat relatif dan berlaku pada tempat maupun periode tertentu. Hasil perhitungan DEA dengan menggunakan berbagai asumsi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Perhitungan DEA dengan asumsi *Constant Return to Scale Technical Efficiency* (CRSTE), *Variable return to Scale Technical Efficiency* (VRSTE), dan *Scale Efficiency* (SE) pada rantai pasok petani brokoli

Keterangan	TE ^{CRS}	TE ^{VRS}	SE
Nilai rata-rata (mean)	0.869	0.923	0.944
Nilai efisien maksimal	1.000	1.000	1.000
Nilai efisien minimal	0.607	0.639	0.680
jumlah petani dengan nilai efisien (=1)	4.000	8.000	6.000
jumlah petani dengan nilai tidak efisien (<1)	8.000	4.000	6.000

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa hasil pengukuran efisiensi asumsi VRS menunjukkan bahwa masih terdapat empat petani yang belum efisien secara teknis. Artinya sudah ada delapan petani pemasok brokoli organik yang memiliki nilai efisiensi kinerja sama

dengan 1.00 atau sudah efisien secara teknis. Empat petani yang belum efisien adalah petani nomor satu, empat, lima, dan tujuh. Diperkirakan petani brokoli organik yang belum mencapai nilai efisiensi teknis terjadi karena masih menggunakan *input* yang berlebihan. Sementara itu penggunaan *input* secara berlebihan seringkali tidak disadari oleh seorang pengusaha. Padahal kesalahan dalam alokasi penggunaan *input* memiliki dampak yang sangat besar terhadap efisiensi waktu dan biaya. Nilai inefisiensi terendah terjadi pada petani nomor satu yaitu 0.639, sedangkan nilai inefisiensi yang mendekati angka 1.00 terjadi pada petani nomor tujuh yaitu 0.893. Petani yang sudah mencapai efisiensi secara teknis berarti memiliki nilai efisiensi maksimal yaitu 1.00. Persebaran nilai efisiensi pada petani pemasok brokoli di PT SFO dapat disajikan pada Gambar 2.



Gambar 4 Distribusi nilai efisiensi pada model DEA *Variable Return to Scale* (VRS) untuk masing-masing petani brokoli pada rantai pasok sayuran organik

Gambar 4 menunjukkan bahwa petani satu memiliki nilai efisiensi terendah dibandingkan nilai efisiensi petani yang lainnya. Hal itu terjadi karena *input* yang digunakan petani satu lebih tinggi dan jenis sayur yang diorder dari PT SFO juga lebih banyak. Petani satu memenuhi permintaan pelanggan lebih banyak, maka dengan aktivitas yang lebih banyak tentu membutuhkan alokasi waktu penyelesaian yang lebih lama. Semakin banyaknya aktivitas juga menyebabkan petani satu harus mengeluarkan biaya lebih besar dalam proses penanganan pasca panen dan pengiriman produk dari produsen ke konsumen. Petani satu memiliki nilai *lead time* pemenuhan pesanan cukup tinggi yaitu 0.71 hari, jika dibanding dengan nilai rata-rata *lead time* pemenuhan pesanan petani responden lainnya, petani satu menduduki peringkat nomor kedua tertinggi. Hal tersebut terjadi karena petani satu memiliki pekerja yang sering ganti-ganti sehingga efisiensi waktu pengelolaan pasca panen sulit untuk diciptakan. Nilai siklus pemenuhan pesanan pada petani satu juga paling tinggi diantara yang lainnya yaitu 0.90 hari, sebab petani tidak fokus pada satu komoditas brokoli saja, melainkan beberapa jenis komoditas lainnya. Meskipun yang utama dibudidayakan oleh petani satu adalah komoditas brokoli. Berdasarkan nilai aktual *lead time* maupun siklus pemenuhan pesanan tersebut, maka tidak heran jika petani satu belum mampu mencapai nilai efisiensi sama dengan 1.00. Sebenarnya efisiensi kinerja

petani dapat ditingkatkan untuk mencapai nilai 100 persen yaitu dengan cara menurunkan nilai *input*-nya atau meningkatkan nilai *output*-nya (Yolandika 2016).

Hasil pengukuran efisiensi rantai pasok dengan menggunakan DEA dapat menunjukkan target-target yang harus diraih pada masing-masing DMU untuk mencapai nilai efisiensi sama dengan satu. Pencapaian target bisa dilakukan dengan menurunkan penggunaan *input* atau meningkatkan *output* yang ditunjukkan melalui persentase nilai *potential improvement* (PI). Nilai PI merupakan besaran yang menunjukkan jumlah *input* yang harus dikurangi atau *output* yang harus ditambah pada suatu DMU. Cara ini lebih efektif dilakukan sebab langsung fokus pada kinerja mana yang membutuhkan perbaikan. Besarnya nilai rata-rata *potential improvement* pada petani brokoli dapat disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Nilai rata-rata *potential improvement* (PI) petani yang mengalami inefisiensi

Variabel	Aktual	Target	Selisih	PI (%)
<i>Input</i>				
<i>Lead time</i> pemenuhan pesanan (hari)	0.52	0.45	0.07	13.46
Siklus pemenuhan pesanan (hari)	0.87	0.81	0.06	6.90
Fleksibilitas rantai pasok (hari)	0.28	0.22	0.06	21.43
Biaya rantai pasok (%)	8.21	6.90	1.31	15.96
<i>Cash to cash cycle time</i> (hari)	12.75	9.06	3.69	28.94
Persediaan harian (hari)	0.25	0.17	0.08	32.00
<i>Output</i>				
Kinerja pengiriman (%)	95.46	97.75	2.29	2.40
Pemenuhan pesanan (%)	98.54	99.79	1.25	1.27
Kesesuaian dengan standar (%)	86.37	88.00	1.63	1.89

Berdasarkan Tabel 4, *input* persediaan harian merupakan variabel *input* yang memiliki nilai *potential improvement* tertinggi dengan nilai 32.00%. Artinya petani harus mengurangi intensitas kegiatan persediaan harian sebesar 0.08 hari (1.92 jam) atau yang awalnya 0.25 hari (6 jam) menjadi 0.17 hari (4.08 jam) atau bahkan mencapai 0 hari. Peningkatan efisiensi relatif juga dapat dilakukan petani dengan cara mempercepat *cash to cash cycle time* dari 13 hari menjadi 9 hari, mengurangi fleksibilitas rantai pasok dengan cara mempercepat tanggapan atas perubahan permintaan yang mendadak yang awalnya 0.28 hari menjadi 0.22 hari, mengurangi biaya rantai pasok sebesar 15.96%, mengurangi *lead time* pemenuhan pesanan sebesar 0.07 hari (1.68 jam), dan mempercepat waktu siklus pemenuhan pesanan selama 0.06 hari (1.44 jam).

Peningkatan efisiensi petani brokoli organik mitra PT SFO juga dapat dilakukan dengan memaksimalkan nilai rata-rata pada variabel *output*. Peningkatan nilai rata-rata variabel *output* menunjukkan bahwa perusahaan selalu berusaha untuk memberikan kepuasan bagi konsumennya dalam bentuk kualitas produk maupun ketepatan waktu dan jumlah. Peningkatan nilai efisiensi petani brokoli yang mengalami inefisiensi dapat dilakukan dengan menambah 2.40% nilai rata-rata kinerja pengiriman pesannya. Perbaikan atribut kinerja pengiriman pesanan dapat dilakukan dengan meningkatkan ketepatan waktu kedatangan sayuran di gudang PT SFO. Maka, jika sebelumnya petani melakukan kedatangan tepat waktu sebanyak 95.46% maka harus ditingkatkan menjadi 97.75%. Selain ketepatan waktu, inefisiensi juga dapat diatasi dengan pemenuhan pesanan perusahaan dengan optimal. Petani harus bersungguh-sungguh memproduksi sayuran dan memasok ke perusahaan sesuai dengan jumlah yang dipesan PT SFO. Nilai pemenuhan pesanan petani terhadap perusahaan harus ditingkatkan sebanyak 1.27% sehingga mencapai 99.79%. Perbaikan nilai inefisiensi pada petani brokoli organik juga dapat dilakukan dengan cara meningkatkan nilai kesesuaian standar sebesar 1.89% agar dapat

mencapai nilai targetnya yaitu 88.00%. Perbaikan kesesuaian dengan standar ini akan berpengaruh besar terhadap persediaan sayuran di gudang PT SFO, semakin banyak sayuran yang sesuai dengan standar semakin tinggi kemampuan perusahaan dalam memenuhi permintaan. Berdasarkan analisis efisiensi, dari enam input yang diteliti hanya satu yang tidak mengalami *slack* yaitu atribut siklus pemenuhan pesanan.

Slack atau gap analisis dilakukan untuk menganalisis implikasi manajerial pada efisiensi kinerja rantai pasok brokoli organik. Gap analisis tersebut akan membandingkan pencapaian kondisi rantai pasok brokoli organik pada saat ini dengan kondisi rantai pasok brokoli organik yang dijadikan sebagai acuan. Kinerja rantai pasok yang menjadi acuan merupakan target peningkatan daya saing dengan kinerja yang lebih efisien (Sari *et al.* 2014).

Tabel 5 Sebaran *input slack* dan *output slack* pada enam petani yang belum efisien dalam rantai pasok brokoli organik

Variabel	Petani Brokoli (DMU)				Rata-rata	Petani	Persentase responden
	1	4	5	7			
<i>Input</i>							
<i>Lead time</i> pemenuhan pesanan (hari)	0.00	-0.17	-0.14	0.00	-0.08	2	16.67
Siklus pemenuhan pesanan (hari)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Fleksibilitas rantai pasok (hari)	-0.20	-0.07	-0.01	-0.02	-0.08	4	33.33
Biaya rantai pasok (%)	-2.22	-3.66	-1.30	-0.23	-1.85	4	33.33
<i>Cash to cash cycle time</i> (hari)	0.00	-16.60	-11.83	0.00	-7.11	2	16.67
Persediaan harian (hari)	0.00	-0.76	0.00	0.00	-0.19	1	8.33
<i>Output</i>							
Kinerja pengiriman (%)	19.24	1.25	5.00	1.99	6.87	4	33.33
Pemenuhan pesanan (%)	5.00	10.00	0.00	0.00	3.75	2	16.67
Kesesuaian dengan standar (%)	8.10	9.75	1.00	0.74	4.90	4	33.33

Berdasarkan Tabel 5, diketahui bahwa terdapat empat petani pemasok brokoli organik ke PT SFO yang memiliki *slack* pada variabel *input* maupun *output*-nya. Persebaran nilai *input slack* terdapat pada lima variabel dengan rata-rata nilai *input slack* sebagai berikut; (1) *lead time* pemenuhan pesanan dengan nilai rata-rata 0.08, (2) fleksibilitas pemenuhan pesanan dengan nilai rata-rata 0.08, (3) biaya rantai pasok dengan nilai rata-rata sebesar 1.85, (4) *cash to cash cycle time* dengan nilai rata-rata sebesar 7.11, dan (5) persediaan harian dengan nilai rata-rata sebesar 0.19. Sementara itu, nilai *output slack* tersebar pada tiga variabel *output* dengan rata-rata nilai *output slack* sebagai berikut; (1) kinerja pengiriman dengan nilai rata-rata sebesar 6.87, (2) pemenuhan pesanan dengan nilai rata-rata sebesar 3.75, dan (3) kesesuaian standar dengan nilai rata-rata sebesar 4.90. Besarnya nilai *slack* dalam setiap atribut menunjukkan perlu adanya perbaikan kinerja untuk meningkatkan efisiensi melalui cara penurunan *input* maupun peningkatan *output* (Yolandika 2016). Semua petani brokoli organik mengalami *slack* dibebberapa variabel ini, antara lain; fleksibilitas rantai pasok, biaya rantai pasok, kinerja pengiriman, dan kesesuaian dengan standar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan. Dapat diambil kesimpulan bahwa sebagian besar petani brokoli organik mitra PT SFO sudah mencapai efisiensi sama dengan 1.00 yaitu sebanyak 66.67% atau sebanyak 8 orang petani telah efisien secara teknis. Besarnya nilai rata-rata efisiensi teknis petani brokoli organik adalah 0.869. Nilai potential improvement tertinggi terdapat pada variabel input persediaan harian dengan nilai PI sebesar 32.00%. Input slack dan output slack pada masing-masing atribut terjadi pada empat petani yang belum mencapai efisiensi secara teknis (inefisiensi). Atribut siklus pemenuhan pesanan merupakan satu-satunya variabel yang tidak mengalami slack. Kondisi inefisiensi dapat diatasi dengan mengurangi input dan meningkatkan output melalui cara-cara yang efektif yang berkaitan dengan aktivitas dan kinerja rantai pasok.

Saran. Saran yang dapat diberikan antara lain: (1) petani berusaha mengurangi potensi jumlah produk yang *return* supaya penerimaan dan keuntungan yang diperoleh anggota rantai pasok lebih optimal, (2) bersama-sama berusaha menghindari *reject* produk dengan meningkatkan keterampilan petani dan karyawan PT SFO melalui pelatihan rutin pengelolaan pasca panen, (3) petani harus menghindari terjadinya kelebihan panen, sehingga tidak perlu melakukan persediaan harian, (4) perbaiki alat transportasi PT SFO yang digunakan untuk mengambil dan mengirimkan brokoli organik, supaya kerusakan sayur dalam perjalanan dapat diminimalisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali AB, Elshaikh NA, Hong L, Adam AB, Yan HF. (2017). “Conservation tillage as an approach to enhance crops water use efficiency”. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*. 67(3), pp 252–262.
- Amirteimoori A, Khoshandam L. (2011). “Adata envelopment analysis approach to supply chain efficiency”. *Advances in Decision Sciences*. 2011 (8).
- Apriyani D, Nurmalina R, Burhanuddin. (2018). “Evaluasi kinerja rantai pasok sayuran organik dengan pendekatan Supply Chain Operation Reference (SCOR)”. *MIX Jurnal Ilmiah Manajemen*. 8(2), pp 312-335.
- Azbari ME, Olfat L, Amiri M, Soofi JB. (2013). “A Network Data Envelopment Analysis Model for supply chain performance evaluation : real case of Iranian pharmaceutical industry”. *International Journal of Industrial Engineering and Production Research*. 25(2), pp 125-137.
- Batt JP. (2009). “Supply chain management: concepts and application within the transitional economies”. *Banwa Journal*. 6(1), pp 1–13.
- Bellows AC, Onyango B, Diamond A, Hallman WK. (2008). “Understanding consumer interest in organics: Production values vs. purchasing behavior”. *Journal of Agricultural and Food Industrial Organization*. 6, pp 1–31.
- Cadilhon JJ, P Moustier, ND Poole, PTG Tam, AP Fearn. (2006). “Traditional vs. modern food systems? Insights from vegetable supply chains to Ho Chi Minh City (Vietnam)”. *Development Policy Review*. 24(1), pp 31–49.
- Chakraborty A, Mateen A, Chatterjee AK, Haldar N. (2018). “Relative power in supply chains – Impact on channel efficiency & contract design”. *Computers and Industrial Engineering*. 122, pp 202–210.
- Chern CC, Chou TY, Hsiao B. (2016). “Assessing the efficiency of supply chain scheduling algorithms using data envelopment analysis”. *Information Systems and e-Business Management*. 14(4), pp 823–856.

- Chopra S, Meindl P. (2007). *Supply chain management-strategy, planning, and operation (3rd ed.)*. New Jersey (USA): McGraw-Hill Book Company.
- Cirtita H, Glaser-Segura DA. (2012). "Measuring downstream supply chain performance". *Journal of Manufacturing Technology Management*. 23(3), pp 299–314.
- CookWD, Zhu J, Bi G, Yang F. (2010). "Network DEA: Additive efficiency decomposition. *European Journal of Operational Research*". 207(2), pp 1122–1129
- Cooper WW, Seiford LM, Tone K. (2006). *Data envelopment analysis: Introduction to Data Envelopment Analysis and its uses with DEA solver software and references*. (USA) : Springer Science and Business Media Inc.
- Dettmann RL, Dimitri C. (2010). "Who's buying organic vegetables? Demographic characteristics of US consumers". *Journal of Food Products Marketing*. 16(1), pp 79–91.
- Fearne A. D Hughes, R Duffy. (2001). *Concepts of collaboration: Supply chain management in a global food industry*. In: L. Sharples, S.D. Ball, and J.F. Eastham (eds.). *Food and drink supply chain management: Issues for the hospitality and retail sectors*. London (UK): Butterworth-Heinemann.
- Gracia A, Magistris T de (2008). "The demand for organic foods in the South of Italy: A discrete choice model". *Food Policy*. 33, pp 386–396.
- Grimsdell K. (1996). The supply chain for fresh vegetables: what it takes to make it work. *Supply Chain Management: An International Journal*. 1(1), pp 11–14.
- Hadiguna RA, Marimin. (2007). "Alokasi Pasokan berdasarkan produk unggulan untuk rantai pasok sayuran segar". *Jurnal Teknik Industri*. 9(2), pp 85-101.
- Halkos G, Tzeremes N, Kourtzidis S. (2011). "The use of supply chain DEA models in operations management: A survey". Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/31846>
- Handfield RB, Nichols EL Jr. (2002). *Supply chain redesign*. USA: Prentice Hall.
- Jonas A, Roosen J. (2008). "Demand for milk labels in Germany: Organic milk, conventional brands, and retail labels". *Agribusiness*. 24, pp 192–206.
- Mayrowani H. (2012). "Pengembangan pertanian organik di Indonesia". *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. 30(2), pp 91–108.
- Monier S, Hassan D, Michèle V, Simioni M. (2009). "Organic food consumption patterns". *Journal of Agricultural and Food Industrial Organization*. 7, pp 1–25.
- O'Keefe M, Fearne A. (2002). "Form commodity marketing to category management: Insights from the waitrose category leadership program in fresh produce". *An International Journal*. (5), pp 296-301.
- Pujawan IN, Mahendrawathi. (2017). *Supply chain management*. Edisi ke-3. Yogyakarta (ID): Penerbit Andi.
- Reardon T, JA Berdegué. (2002). "The rapid rise of supermarkets in Latin America: Challenges and opportunities for development". *Development Policy Review*. 20(4), pp 371–388.
- Reza S, Devi M, Hartono G. (2014). "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keputusan Konsumen Dalam Membeli Sayuran Organik Factors Affecting Consumers Decision in Buying Organic Vegetables". *Agric*. 27(12), pp 60–67.
- Roitner-Schobesberger B, Darnhofer I, Somsook S, Vogl CR. (2008). "Consumer Perceptions of Organic Foods in Bangkok, Thailand". *Food Policy*. 33(2), pp 112-121.
- Rosiana N, Nuralina R, Winandi R, Rifin A. (2017). "Efficiency Analysis of Indonesian Coffee Supply Chain Network Using A New DEA Model Approach: Literature Review". *Asian Social Science*. 13(9), pp 158.
- Rossi F, Godani F, Bertuzzi T, Trevisan M, Ferrari F, Gatti S. (2009). "Erratum: Health-promoting substances and heavy metal content in tomatoes grown with different farming techniques" *European Journal of Nutrition*. 47 (2008), pp 266-272.

- Sari SW, Nurmalina R, Setiawan B. (2014). “Efisiensi Rantai Pasokan Ikan Lele di Indramayu Jawa Barat”. *Jurnal Manajemen dan Agribisnis*. 11(1), pp 12–23.
- Setiawan A, Marimin, Arkeman Y, Udin F. (2011). “Studi peningkatan kinerja manajemen rantai pasok sayuran dataran tinggi di Jawa Barat”. *Jurnal Aritech*. 31(1), pp 60-70.
- Setiawan A, Marimin, Arkeman Y, Udin F. (2011). “Studi peningkatan kinerja manajemen rantai pasok sayuran dataran tinggi di Jawa Barat”. *Jurnal Aritech*. 31(1) pp 60-70.
- Shafie FA, Rennie D. (2012). “Consumer Perceptions Towards Organic Food”. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 49, pp 360–367.
- Shafiee M, Lotfi FH, Saleh H. (2014). “Supply chain performance evaluation with data envelopment analysis and balanced scorecard approach”. *Applied Mathematical Modelling*. 38, pp 5092–5094.
- Soheilirad S, Govindan K, Mardani A, Zavadskas EK, Nilashi M, Zakuan N. (2017). “Application of data envelopment analysis models in supply chain management: a systematic review and meta-analysis”. *Annals of Operations Research*. (09), pp 1–55.
- Talluri S. (2000). “Data envelopment analysis: Models and extensions”. *Decision Line*. 31(3), pp 8–11
- Thakkar J, Kanda A, Deshmukh SG. (2009). “Supply chain performance measurement framework for small and medium scale enterprises”. *Benchmarking: An International Journal*. 16(5), pp 702-723.
- Vorst VJUGAJ. (2006). *Quantifying the Agri-Food Supply Chain*. Amsterdam (NLD): Logistics and Operations Research Group, Wageningen University.
- Warsito, Suparno. (2008). “Evaluasi efisiensi supply chain dengan model Data Envelopment Analysis (DEA) (Studi Kasus di PT.Paramithatama Asriraya)”. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VIII*. Surabaya 2 Agustus 2008. ISBN: 978-979-99735-6-6. Indonesia: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Widayanto Y. (2013). A model for supporting policy formulation of cocoa industry development based on supply chain driver performance. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor.
- Yolandika C. (2016). Analisis Supply Chain Management Brokoli di Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat (Studi Kasus: CV. Yan’s Fruits and Vegetable). *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Zetira A. (2013). Analisis Supply Chain dan Lean thinking Komoditas Brokoli di Kecamatan Cipanas, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. *Skripsi*. Insitut Pertanian Bogor.

INTEGRASI DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) DAN SIMULASI MONTE CARLO DALAM MENINGKATKAN KINERJA RANTAI PASOK

Asep Ridwan^{1*}, Evi Febianti², Nur Atmi Pertiwi³

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,
Email: asep.ridwan@untirta.ac.id

²Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,
Email: evi@untirta.ac.id

³Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,
Email: nuratmpertiwi@gmail.com

Abstrak

Tingkat efisiensi rantai pasok merupakan salah satu parameter dalam kinerja suatu perusahaan sehingga dapat bersaing dalam pasar global. PT DLK merupakan perusahaan yang memproduksi air minum dalam kemasan yang berusaha untuk meningkatkan kinerja terutama dalam rantai pasoknya. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat efisiensi rantai pasok dengan integrasi metode DEA (Data Envelopment Analysis) dan Simulasi Monte Carlo. Setelah diketahui tingkat efisiensi eksisting dengan metode DEA, selanjutnya dilakukan perbaikan untuk meningkatkan tingkat efisiensi dan disimulasikan dengan menggunakan metode Monte Carlo. Penelitian ini menghasilkan rata-rata tingkat efisiensi sebesar 0,933 untuk rantai supplier-manufaktur dan 0,997 untuk rantai manufaktur-distributor. Hasil simulasi Monte Carlo menunjukkan bahwa pada rantai supplier ke manufaktur dan manufaktur ke distributor, cash to cash cycle time dan lead time berkurang rata-rata 6 hari. Integrasi metode DEA dan Simulasi Monte Carlo dapat meningkatkan tingkat efisiensi rantai pasok suatu perusahaan.

Kata Kunci: *Data Envelopment Analysis (DEA), Efisiensi, Kinerja Rantai Pasok, Simulasi Monte Carlo*

1. Pendahuluan

Sistem rantai pasok berkembang sangat pesat seiring dengan tingginya persaingan di dunia industri baik industri manufaktur maupun jasa. Sesuai dengan siklus dalam merancang sistem rantai pasok, maka pengukuran kinerja menjadi bagian yang tidak bisa dipisahkan dalam siklus ini. Pengukuran kinerja diperlukan dalam rangka melakukan perbaikan kinerja rantai pasok sehingga menjadi lebih baik. Menurut Saputra dan Fitri (2012), kinerja rantai pasok adalah semua aktivitas pemenuhan permintaan dari pelanggan atau persentase dari aktivitas pemenuhan permintaan perusahaan kepada konsumennya. Chopra dan Meindl (2007) menyatakan bahwa rantai pasok meliputi semua rantai tidak hanya pabrik dan pemasok, tetapi juga meliputi alat-alat pengangkut, gudang-gudang, swalayan-swalayan sampai para pelanggan. Beberapa metode yang digunakan untuk pengukuran kinerja manajemen rantai pasok, diantaranya *Balanced Scorecard (BSC)*, *Data Envelopment Analysis (DEA)* dan *Supply Chain Operation Reference (SCOR)*. Metode-metode lain atau gabungan beberapa metode banyak juga digunakan dalam pengukuran kinerja rantai pasok seperti Ridwan and Noche (2014) melakukan pengukuran kinerja rantai pasok dengan pendekatan metode Six Sigma di pelabuhan; Ahmad dan Yuliani (2013) melakukan pengukuran dan perbaikan kinerja rantai pasok dengan metode SCOR dan *Analytical Hierarchy Process (AHP)*; dan Ridwan et al. (2017) mengukur kinerja rantai pasok dengan pendekatan lean six sigma supply chain management di industri jasa logistik.

Kriteria yang digunakan dalam pengukuran kinerja rantai pasok disebut dengan atribut kinerja yang meliputi reliabilitas rantai pasok, responsivitas rantai pasok, fleksibilitas rantai

pasok, biaya rantai pasok, dan manajemen aset rantai pasok. Cooper et al. (2011) mengatakan bahwa DEA diciptakan sebagai suatu alat evaluasi kinerja suatu aktivitas di sebuah unit entitas. DEA merupakan teknik berbasis pemrograman linear untuk mengevaluasi efisiensi relatif dari unit pengambilan keputusan dengan cara membandingkan antara *Decision Making Unit* (DMU) satu dengan DMU lain yang memanfaatkan sumber daya yang sama untuk menghasilkan output yang sama (Tsai et al., 2002, dalam Israwan et al., 2016). Beberapa penelitian dilakukan dalam pengukuran kinerja rantai pasok menggunakan metode DEA diantaranya Warsito (2008), Subarkah (2009), More (2012), Sari (2014), Tekez (2014), Rezaei (2015) dan Duwimustaroh (2016). Subarkah (2009) menggunakan metode DEA untuk mengkaji kinerja rantai pasokan *lettuce head (Lactuca Sativa)* di PT Saung Mirwan, Bogor. More (2012) menggunakan metode DEA untuk mengukur standar efisiensi *supply chain* pada tiga perusahaan berbeda. Sari (2014) menggunakan metode DEA untuk mengukur efisiensi kinerja rantai pasok ikan lele di Indramayu, Jawa Barat. Tekez (2014) menggunakan metode DEA dalam mengevaluasi efisiensi performa di industri manufaktur. Rezaei (2015) menggunakan metode DEA untuk mengevaluasi performa *supply chain* pada industri ubin di Propinsi Yazd. Duwimustaroh (2016) menggunakan metode DEA untuk menganalisis kinerja rantai pasok kacang mete (*Anacardium Occidentale Linn*) di PT Supa Surya Niaga.

Simulasi *Monte Carlo* merupakan bentuk simulasi probabilistik dimana solusi dari suatu masalah diberikan berdasarkan proses *random* (acak). Metode ini sering dipakai jika model cukup kompleks, *non linear*, atau melibatkan lebih dari sepasang parameter tidak pasti. Wong (2008) dan Prakash (2017) melakukan penelitian dengan mengkombinasikan metode DEA dan *Monte Carlo* untuk membuktikan bahwa kombinasi dari teknik *Monte Carlo* dan DEA *supply chain* efisien dan efektif untuk menentukan performansi *supply chain* dalam lingkup stokastik. Sedangkan Prakash (2017) menggunakan DEA – *Monte Carlo* untuk mengembangkan pemilihan dan variasi kendaraan ramah lingkungan yang ditawarkan perusahaan.

PT DLK merupakan perusahaan yang bergerak dalam pengolahan dan penyediaan air minum dalam kemasan. PT DLK memproduksi produk air minum dalam kemasan galon 19 liter dan gelas *cup* 240 ml. Kinerja rantai pasok diukur untuk mengetahui tingkat efisiensi kinerja dari para rantai pasok (*supply chain*) untuk meningkatkan kepuasan pelanggan. Penelitian ini menggabungkan metode DEA dan Simulasi *Monte Carlo* dalam mengukur kinerja rantai pasok dari *supplier* ke manufaktur dan dari manufaktur ke distributor.

2. Kajian Teori

2.1 Rantai Pasok

Rantai pasok dapat didefinisikan sebagai sekumpulan aktifitas (dalam bentuk entitas/fasilitas) yang terlibat dalam proses transformasi dan distribusi barang mulai dari bahan baku paling awal dari alam sampai produk jadi pada konsumen akhir (Anwar, 2013). Berdasarkan Chopra dan Meindl (2007), kesuksesan atau kegagalan perusahaan sangat berkaitan pada hal berikut:

1. Strategi kompetitif dan semua fungsi strategis harus sesuai untuk membentuk keseluruhan strategi yang terkoordinasi.
2. Fungsi yang berbeda dalam perusahaan harus menyusun proses dan sumber mereka dengan layak agar strategi dapat dieksekusi dengan baik.
3. Desain dari keseluruhan rantai pasok dan peran dalam tiap tahap harus selaras untuk mendukung strategi rantai pasok.

2.2 Pengukuran Kinerja Rantai Pasok

Menurut Saputra dan Fitri (2012), kinerja rantai pasok adalah semua aktivitas pemenuhan permintaan dari pelanggan atau persentase dari aktivitas pemenuhan permintaan perusahaan kepada konsumennya. Beberapa metode yang digunakan untuk pengukuran kinerja manajemen rantai pasok, yaitu *balanced scorecard*, *data envelopment analysis* dan SCOR. Kriteria yang digunakan dalam pengukuran kinerja rantai pasok disebut dengan atribut kinerja yang meliputi reliabilitas rantai pasok, responsivitas rantai pasok, fleksibilitas rantai pasok, biaya rantai pasok, dan manajemen aset rantai pasok.

2.3 Data Envelopment Analysis (DEA)

DEA pertama kali dikembangkan oleh Charnes, Choper, Rhodes pada tahun 1978 yang merupakan pengembangan dari konsep efisiensi teknikal yang dibuat oleh Farrel pada tahun 1957. Metode DEA mampu menganalisis banyak *input* dan banyak *output* dengan menggunakan program linier guna menghasilkan nilai efisiensi tunggal untuk setiap DMU. (Kurnia, 2014). Terdapat dua model yang digunakan untuk mengukur efisiensi yaitu model *Charnes Cooper Rhodes* (CCR) dan model *Banker Charnes Cooper* (BCC). Model CCR merupakan model dasar DEA yang menggunakan asumsi *Constant Return to Scale* (CRS) yang membawa implikasi pada bentuk efisiensi yang linier. Model ini memberikan asumsi bahwa penambahan input dan output mempunyai rasio yang sama. Sedangkan model BCC beranggapan bahwa perusahaan tidak atau belum beroperasi pada skala yang optimal. Model ini memberikan asumsi bahwa penambahan input dan output mempunyai rasio tidak sama. Artinya penambahan input sebesar x kali bisa lebih kecil atau lebih besar dari x kali.

2.4 Simulasi Monte Carlo

Metode *Monte Carlo* dapat didefinisikan sebagai suatu metode yang digunakan untuk mensimulasikan berbagai pola atau perilaku dari sistem secara fisis dan matematis. Metode *Monte Carlo* digunakan untuk menemukan solusi dari problem matematis dengan banyak variabel yang tidak bisa dengan mudah dipecahkan. Simulasi *Monte Carlo* merupakan bentuk simulasi probabilistik dimana solusi dari suatu masalah diberikan berdasarkan proses *random* (acak). Proses acak ini melibatkan suatu distribusi probabilitas dari variabel-variabel data yang dikumpulkan berdasarkan data masa lalu maupun distribusi probabilitas teoritis. Tahapan simulasi *Monte Carlo* yaitu:

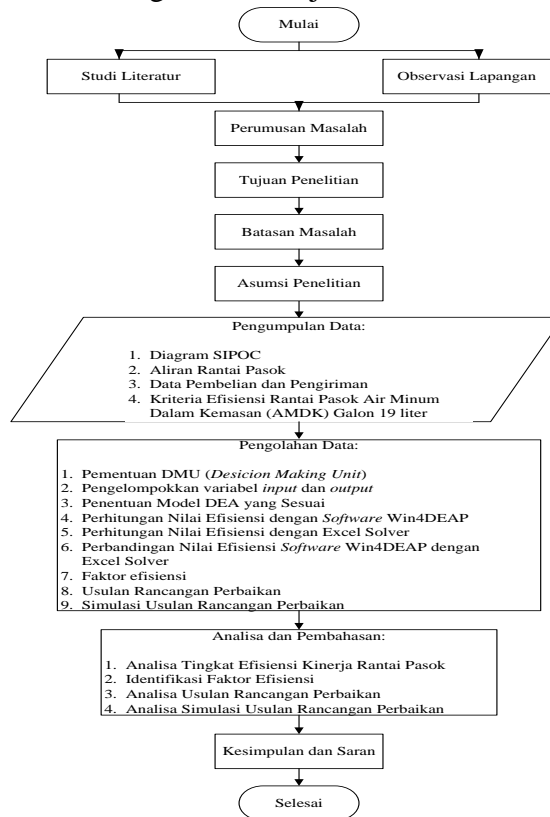
1. Membuat distribusi kemungkinan untuk variabel.
2. Menentukan distribusi kemungkinan kumulatif setiap variabel di tahap pertama.
3. Menentukan interval angka *random* untuk tiap variabel.
4. Membangun bilangan acak.
5. Membuat simulasi dari rangkaian percobaan.

3. Metodologi Penelitian

Dalam melakukan penelitian terhadap integrasi *Data Envelopment Analysis* (DEA) dan simulasi *Monte Carlo* dalam meningkatkan kinerja rantai pasok ini digunakan 2 kriteria efisiensi pada rantai *supplier* – manufaktur serta 3 kriteria efisiensi pada rantai manufaktur – distributor. Kriteria-kriteria ini selanjutnya akan dipecah kembali untuk selanjutnya dijadikan *input* serta *output* yang akan digunakan untuk perhitungan tingkat efisiensi dengan menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA). *Input-input* tersebut antara lain *cash to cash cycle time*, *lead time*, dan biaya. Sedangkan *output* yang digunakan antara lain kesesuaian dengan standar, kinerja pengiriman, dan *revenue*.

Penelitian ini menggunakan integrasi metode DEA dan Simulasi Monte Carlo. *Data Envelopment Analysis* (DEA) untuk menghitung tingkat efisiensi dari rantai pasok yang diteliti kemudian dilanjutkan dengan simulasi menggunakan metode *Monte Carlo* untuk meningkatkan tingkat efisiensi dengan menurunkan waktu *cash to cash cycle time* dan *lead time*. Perhitungan

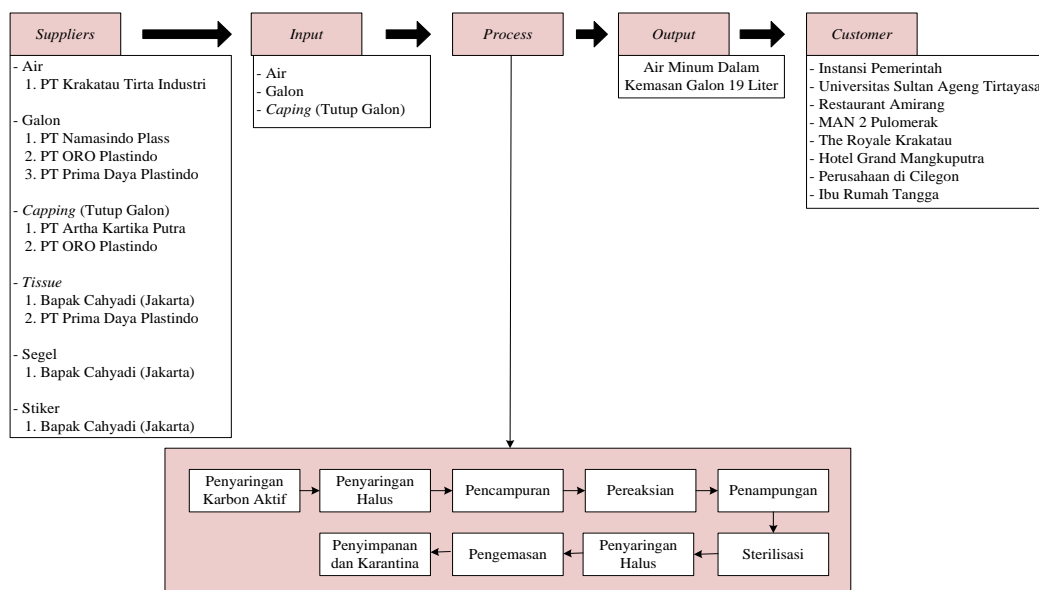
formulasi *Data Envelopment Analysis* (DEA) menggunakan software Win4DEAP – Windows for DEAP dan Excel Solver. Sedangkan simulasi *Monte Carlo* menggunakan bantuan software Microsoft Excel. Diagram alir metodologi riset ditunjukkan dalam Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Riset

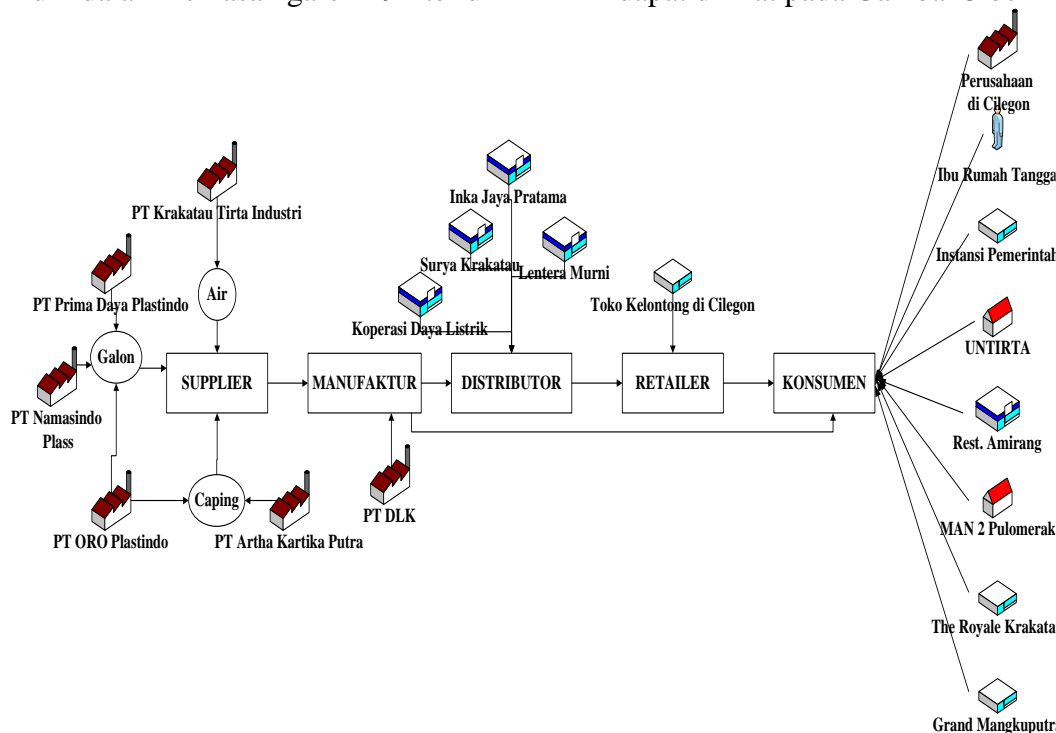
4. Hasil dan Pembahasan

Diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) digunakan untuk menggambarkan keseluruhan aktifitas proses dari mulai supplier sampai konsumen dalam pengolahan air minum dalam kemasan PT. DLK seperti ditunjukkan di Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Diagram SIPOC pengolahan air minum dalam kemasan PT.DLK

Aliran pengelolaan rantai pasok (*Supply Chain Management/SCM*) dalam pengolahan air minum dalam kemasan galon 19 liter di PT DLK dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Diagram Alir SCM pengolahan air minum dalam kemasan PT.DLK

Pada hubungan antara *supplier* dengan PT DLK, terdapat 4 DMU yang mengalami inefisien dan 8 DMU yang mencapai efisien. DMU yang mengalami inefisien yaitu bulan April, Mei, Oktober, dan November. Hal ini disebabkan nilai TE (*Technical Efficiency*) kurang dari 1. Pada hubungan antara PT DLK dengan distributor 1, terdapat 2 DMU yang mengalami inefisien dan 10 DMU yang mencapai efisien. DMU yang mengalami inefisien yaitu bulan Maret dan Mei. Hal ini disebabkan nilai TE (*Technical Efficiency*) kurang dari 1. Pada hubungan antara PT DLK dengan distributor 2, terdapat 3 DMU yang mengalami inefisien dan 9 DMU yang mencapai efisien. DMU yang mengalami inefisien yaitu bulan April, Agustus, dan September. Hal ini disebabkan karena nilai TE (*Technical Efficiency*) kurang dari 1.

Pada hubungan antara PT DLK dengan distributor 3, terdapat 6 DMU yang mengalami inefisien dan 6 DMU yang mencapai efisien. DMU yang mengalami inefisien yaitu bulan Februari, Maret, Mei, Juli, Agustus, dan September. Hal ini disebabkan nilai TE (*Technical Efficiency*) kurang dari 1. Terdapat sedikit perbedaan nilai TE yang didapatkan, hasil dari perhitungan dengan menggunakan *software* Win4DEAP adalah sebesar 0,999 sedangkan hasil perhitungan dengan menggunakan Excel Solver adalah sebesar 0,998. Perbedaan nilai TE pada hasil perhitungan disebabkan oleh perbedaan tingkat ketelitian sehingga menghasilkan perbedaan nilai bobot *input* dan *output*. Perbedaan nilai bobot *output* tersebut mengakibatkan terjadinya perbedaan nilai TE.

Pada hubungan antara PT DLK dengan distributor 4, terdapat 6 DMU yang mengalami inefisien dan 6 DMU yang mencapai efisien. DMU yang mengalami inefisien yaitu bulan Januari, Maret, April, Mei, Juli, dan September. Hal ini disebabkan nilai TE (*Technical Efficiency*) kurang dari 1. Perbandingan nilai efisiensi kinerja rantai pasok secara lengkap dapat dilihat di Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Perbandingan Nilai Efisiensi Kinerja Rantai Pasok

DMU	Supplier - PT DLK		PT DLK - Distributor 1		PT DLK - Distributor 2	
	Win4DEAP	Excel Solver	Win4DEAP	Excel Solver	Win4DEAP	Excel Solver
Januari	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Februari	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Maret	1,000	1,000	0,986	0,986	1,000	1,000
April	0,800	0,800	1,000	1,000	0,987	0,987
Mei	0,800	0,800	0,987	0,987	1,000	1,000
Juni	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Juli	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Agustus	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999
September	1,000	1,000	1,000	1,000	0,995	0,995
Oktober	0,800	0,800	1,000	1,000	1,000	1,000
November	0,800	0,800	1,000	1,000	1,000	1,000
Desember	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Tabel 1. Perbandingan Nilai Efisiensi Kinerja Rantai Pasok (Lanjutan)

DMU	PT DLK - Distributor 3		PT DLK - Distributor 4	
	Win4DEAP	Excel Solver	Win4DEAP	Excel Solver
Januari	1,000	1,000	0,988	0,988
Februari	0,998	0,998	1,000	1,000
Maret	0,984	0,984	0,992	0,992
April	1,000	1,000	0,995	0,995
Mei	0,982	0,982	0,993	0,993
Juni	1,000	1,000	1,000	1,000
Juli	0,979	0,979	0,988	0,988
Agustus	0,992	0,992	1,000	1,000
September	0,999	0,998	0,997	0,997
Oktober	1,000	1,000	1,000	1,000
November	1,000	1,000	1,000	1,000
Desember	1,000	1,000	1,000	1,000

Simulasi usulan rancangan perbaikan dilakukan dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo*. Simulasi dilakukan untuk mendapatkan nilai perbaikan *input 1 (cash to cash cycle time)* dan *input 2 (lead time)* untuk meningkatkan efisiensi kinerja rantai pasok di PT DLK. Simulasi ini dilakukan pada semua rantai yang diamati karena pada masing-masing rantai masih memiliki DMU yang tidak efisien, sehingga perlu dilakukan simulasi untuk membuat DMU yang masih tidak efisien menjadi efisien.

Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan rekapitulasi variabel input setelah dilakukan perubahan pada *input 1* dan *input 2* dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo*. Rekapitulasi variabel input dari supplier ke PT. DLK disajikan dalam Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Rekapitulasi Variabel *Input* dari *Supplier* ke PT DLK

Bulan	Eksisting		Simulasi	
	<i>Input 1</i>	<i>Input 2</i>	<i>Input 1</i>	<i>Input 2</i>
Januari	4	4	4	3
Februari	4	3	4	2
Maret	5	2	4	2
April	5	3	4	3
Mei	5	3	4	3
Juni	5	2	4	2
Juli	4	3	4	2
Agustus	4	2	4	2
September	4	2	4	2
Oktober	5	4	4	4
November	5	4	4	3
Desember	4	4	4	2
TOTAL	54	36	48	30

Sedangkan rekapitulasi variabel input dari PT. DLK ke para distributor disajikan dalam Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Rekapitulasi Variabel *Input* dari PT DLK ke Distributor

Bulan	Distributor 1				Distributor 2			
	Eksisting		Simulasi		Eksisting		Simulasi	
	<i>Input 1</i>	<i>Input 2</i>	<i>Input 1</i>	<i>Input 2</i>	<i>Input 1</i>	<i>Input 2</i>	<i>Input 1</i>	<i>Input 2</i>
Januari	7	5	7	5	9	7	8	7
Februari	7	5	7	5	8	7	8	6
Maret	8	6	7	5	9	7	8	7
April	7	5	7	5	9	7	8	7
Mei	8	6	7	5	10	7	8	6
Juni	7	5	7	5	8	6	8	6
Juli	8	5	8	5	9	7	9	7
Agustus	8	6	7	6	10	7	9	6
September	8	5	7	5	9	7	9	6
Oktober	8	6	7	5	10	7	9	6
November	8	6	8	6	9	7	9	7
Desember	8	6	8	5	9	7	9	7
TOTAL	92	66	87	62	109	83	102	78

Tabel 3. Rekapitulasi Variabel *Input* dari PT DLK ke Distributor (Lanjutan)

Bulan	Distributor 3				Distributor 4			
	Eksisting		Simulasi		Eksisting		Simulasi	
	Input 1	Input 2	Input 1	Input 2	Input 1	Input 2	Input 1	Input 2
Januari	8	6	7	5	8	6	7	4
Februari	7	5	7	5	6	4	6	4
Maret	8	6	7	5	7	5	7	4
April	7	5	7	5	7	5	7	4
Mei	8	6	7	5	8	5	7	4
Juni	7	5	7	5	7	4	7	4
Juli	8	6	7	5	8	6	7	5
Agustus	8	6	7	5	8	6	8	6
September	8	6	7	6	8	6	6	6
Oktober	8	6	8	6	9	7	8	6
Nopember	8	6	8	5	9	7	8	5
Desember	8	5	8	5	8	5	8	5
TOTAL	93	68	87	62	93	66	86	57

5. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini antara lain:

1. Berdasarkan hasil perhitungan dengan *software* Win4DEAP dan Excel Solver, tingkat efisiensi rantai pasok air minum dalam kemasan adalah sebagai berikut:
 - a. Pada rantai *supplier* – manufaktur, rata-rata tingkat efisiensi yang dihasilkan adalah sebesar 0,933,
 - b. Pada rantai PT DLK – distributor 1, rata-rata tingkat efisiensi yang dihasilkan adalah sebesar 0,998,
 - c. Pada rantai PT DLK – distributor 2, rata-rata tingkat efisiensi yang dihasilkan adalah sebesar 0,998,
 - d. Pada rantai PT DLK – distributor 3, rata-rata tingkat efisiensi yang dihasilkan adalah sebesar 0,994,
 - e. Pada rantai PT DLK – distributor 4, rata-rata tingkat efisiensi yang dihasilkan adalah sebesar 0,996.
2. Usulan perbaikan dirancang dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo* adalah sebagai berikut:
 - a. Pada rantai *supplier* – manufaktur, total waktu *cash to cash cycle time* diturunkan dari 54 hari menjadi 48 hari dan total waktu *lead time* diturunkan dari 36 hari menjadi 30 hari.
 - b. Pada rantai manufaktur – distributor 1, total waktu *cash to cash cycle time* diturunkan dari 92 hari menjadi 87 hari dan total waktu *lead time* diturunkan dari 66 hari menjadi 62 hari.
 - c. Pada rantai manufaktur – distributor 2, total waktu *cash to cash cycle time* diturunkan dari 109 hari menjadi 102 hari dan total waktu *lead time* diturunkan dari 83 hari menjadi 78 hari.
 - d. Pada rantai manufaktur – distributor 3, total waktu *cash to cash cycle time* diturunkan dari 93 hari menjadi 87 hari dan total waktu *lead time* diturunkan dari 68 hari menjadi 62 hari.

- e. Pada rantai manufaktur – distributor 4, total waktu *cash to cash cycle time* diturunkan dari 93 hari menjadi 86 hari dan total waktu *lead time* diturunkan dari 66 hari menjadi 57 hari.

Daftar Pustaka

- Ahmad, N.H. dan Yuliawati, E., (2013), Analisa Pengukuran dan Perbaikan Kinerja Supply Chain di PT.XYZ” *Jurnal Teknologi*, Vol.6 (2) pp.179-186.
- Anwar, S.N., (2013), “Manajemen Rantai Pasokan (*Supply Chain Management*): Konsep dan Hakikat”. *Jurnal Ekonomi* Vol.1(4)pp 1-7.
- Cooper, et al., (2011), “*Handbook on Data Envelopment Analysis 2nd Edition*”, Springer.
- Chopra, S. dan Meindl, P., (2007), “*Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*”, Pearson Prentice Hall.
- Duwimustaroh, S., Astuti, R., dan Lestari, E.R., (2016),”Analisis Kinerja Rantai Pasok Kacang Mete (*Anacardium Occidentale Linn*) dengan Metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) di PT Supa Surya Niaga”, *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, Vol. 5(3)pp. 169 – 180.
- Israwan, LM. Fajar, Bayu Surarso, dan Farikhin, (2016), “Implementasi Model CCR Data Envelopment Analysis (DEA) pada Pengukuran Efisiensi Keuangan Daerah”, *Jurnal Sistem Informatika Bisnis*, Vol.6 (1) pp. 76-83.
- Kurnia, A.D.P., (2014), “Usulan Peningkatan Efisiensi dan Produktivitas Mesin Boiler dengan Metode *Data Envelopment Analysis* dan *Malmquist Productivity Index* di PT X”, *Skripsi*, Jurusan Teknik Industri, FT UNTIRTA, Cilegon.
- More, D. dan Babu, A.S., (2012), ”Benchmarking Supply Chain Flexibility using Data Envelopment Analysis”, *International Journal Logistics System and Management*, Vol. 12(3)pp. 288 – 315.
- Prakash, A. dan Rajendra P. Mohanty, R.P., (2017), ”DEA and Monte Carlo Simulation Approach Towards Green Car Solution”, *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 24(5)pp.1234-1252.
- Ridwan, A. and Noche, B., (2014), “Improving Performance of Supply Chain in Port by Six Sigma Methodology Approach” *6th International Conference on Operations and Supply Chain Management*, pp. 165-177.
- Ridwan, A., Kulsum, dan Murni, S., (2017), “Pengukuran Kinerja Supply Chain dengan Pendekatan Lean Six Supply Chain Management (Studi kasus di PT. ALX Logistics)” *Journal Industrial Services*, Vol.3(1a) pp. 59-67.
- Rezaei, A.H. dan Abolfazl Adressi, A., (2015), “Supply Chain Performance Evaluation using Data Envelopment Analysis” *International Journal of Supply Chain and Operations Management*, Vol. 2 pp. 748 – 758.
- Saputra, H. and Fitri, P., (2012), “Perancangan Model Pengukuran Kinerja *Green Supply Chain* Pulp dan Kertas”*Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Vol. 11(1) pp.193-202
- Subarkah, L.A., (2009), “Kajian Kinerja Rantai Pasokan *Lettuce Head (Lactuca Sativa)* dengan Menggunakan *Data Envelopment Analysis* (Studi Kasus di PT Saung Mirwan, Bogor)”, *Skripsi*, Departemen Manajemen, FEMA IPB, Bogor.
- Sari, S.W., Nurmalina, R., dan Setiawan, B., (2014), “Efisiensi Kinerja Rantai Pasok Ikan Lele di Indramayu, Jawa Barat”, *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Vol. 11(1) pp. 12 – 23.
- Warsito dan Suparno (2008), “Evaluasi Efisiensi *Supply Chain* dengan Model *Data Envelopment Analysis* (DEA) (Studi Kasus di PT Paramithatama Asriraya)”, *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VIII*. pp. A-26.1-8.
- Wong, W.P., Jaruphongsa, W. dan Lee, L.H., (2008),”*Supply Chain Performance Measurement System: A Monte Carlo DEA-Based Approach*” *International Journal Industrial and System Engineering*, Vol. 3(2) pp.162-188.

SERTIFIKASI LOGISTIK HALAL SEBAGAI SALAH SATU BRAND EQUITY UNTUK MENINGKATKAN KESADARAN GAYA HIDUP KONSUMEN AKAN MAKANAN HALAL

**Raden Didiet Rachmat Hidayat¹, Wynd Rizaldy², Lis Lesmini³, Friska Mastarida⁴,
Hasanuddin Yasni⁵**

¹Program Studi Vokasi Manajemen Logistik dan Material, Institut Transportasi dan Logistik Trisakti
e-Mail: didiet.hidayat@yahoo.com

²Program Studi Manajemen, Institut Transportasi dan Logistik Trisakti
e-Mail: wyndrizaldy@gmail.com

³Program Studi Manajemen, Institut Transportasi dan Logistik Trisakti
e-Mail: lies1969@yahoo.com

⁴Program Studi Manajemen, Institut Transportasi dan Logistik Trisakti
e-Mail: friska.masta@yahoo.co.id

⁵Asosiasi Rantai Pendingin Indonesia
e-Mail: hasan.yasni@yahoo.com

Abstrak

Perkembangan bisnis makanan halal diprediksi menjadi salah satu primadona bisnis dunia. Indonesia sebagai populasi penduduk Muslim terbesar di dunia mempunyai kesempatan besar untuk menjadi pusat makanan halal dunia. Seiring dengan pertumbuhan pelanggan Muslim, kesadaran akan produk halal semakin meningkat. Produk halal telah menjadi kebutuhan penting bagi pemeluk agama Islam maupun agama lainnya. Kebutuhan akan Sertifikasi Halal sebagai bagian dari Halal SCM menjadi sangat penting untuk menjamin konsep halalalan thayiiban yang berarti halal dan baik atau tidak mengalami penurunan mutu atau kualitas. Pengeluaran Sertifikasi Halal tersebut sesuai dengan amanat Undang Undang No. 33 Tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal (JPH) yang akan diberlakukan serentak pada tahun 2019. Stigma harga makanan Halal yang lebih mahal harga jualnya membuat sulit terjual, kecuali telah menjadi bagian dari gaya hidup atau life sytle masyarakat. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan kualitatif karena ingin menggambarkan secara jelas dan mendalam aktifitas yang telah dilakukan. Hasil yang didapat adalah label halal dalam produk masih mengandalkan kepercayaan serta harus adanya kerjasama antara semua pihak yang terlibat, khususnya pemerintah sebagai tokoh utama, industri dan masyarakat (dengan akademisi didalamnya) untuk meningkatkan awareness akan pentingnya sertifikasi halal sebagai bagian dari brand equity dengan melakukan kegiatan public relation berupa sosialisasi, pendidikan serta membentuk perkumpulan atau asosiasi terkait. Penggunaan QR Code untuk produk halal juga dapat membantu terbentuknya kepercayaan masyarakat akan brand equity produk Halal. Logistics Service Provider (LSP) yang disebut Halal Logistics sebagai bagian dari Halal SCM yang salah satu tugasnya membantu arus barang termasuk makanan Halal, di bidang Warehouse, Transportasi dan Distribusi, juga harus mendapatkan Sertifikasi Halal.

Kata kunci: *awareness, brand equity, life style, halal supply chain, sertifikasi halal, QR code*

Pendahuluan

Indonesia adalah negara dengan penduduk Muslim terbesar di dunia sebesar 236,4 juta orang dengan 87.2 % sesuai hitungan sensus yang dilakukan Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2010. (Republik Indonesia, 2018) Melihat angka sebesar ini dapatlah ditarik kesimpulan bahwa Indonesia memiliki peluang yang besar untuk pasar makanan Halal di dunia, baik sebagai produsen maupun sebagai konsumen. Seiring dengan pertumbuhan pelanggan Muslim, kesadaran akan produk Halal, khususnya makanan semakin meningkat. Tidaklah dapat dipungkiri, keberadaan Sertifikasi Halal menjadi salah satu kunci penting dalam rangkaian *Halal Supply Chain Management* (SCM). Sebagai penjamin konsep Halalalan Thayiiban yang berarti Halal dan Baik (*Quality*).

Pemakaian Sertifikasi Halal khususnya dalam makanan Halal, selain menjamin bahwa makanan atau minuman yang dikonsumsi Halal dan Thayibb juga menjamin kebersihan, kualitas serta keamanan. Namun apakah semua makanan yang dikonsumsi oleh Muslim sudah memiliki Sertifikasi Halal? Ataukah hanya didasarkan kepada kepercayaan saja? Sudah sampai dimanakah posisi *awareness* akan pentingnya Sertifikasi Halal sebagai bagian dari

brand equity? Apakah *Logistics Service Provider* (LSP) atau *3rd Party Logistics* sebagai bagian dari Halal SCM yang salah satu tugasnya membantu kelancaran arus barang termasuk makanan Halal apakah sudah memiliki Sertifikasi Halal? Tulisan ini memaparkan proses untuk mendapatkan Sertifikasi Halal dan pentingnya Sertifikasi Halal sebagai *mandatory* serta sebagai salah satu dari *brand equity* untuk meningkatkan kesadaran gaya hidup akan makanan Halal.

Tabel 1.1 Komposisi Agama di Indonesia

	Persentase (dari populasi total)	Angka Absolut (juta)
Muslim	87.2	207.2
Kristen	6.9	16.5
Katolik	2.9	6.9
Hindu	1.7	4.0
Buddha	0.7	1.7
Konghucu	0.05	0.1

Sumber: Badan Pusat Statistik (2010)

Bahan dan Metode Penelitian

Menurut Hukum Islam, produk atau jasa dapat dikatakan Halal jika sesuai dengan syariah Islam yang berlaku. Adapun menurut Zaroni ada 3 (tiga) kriteria Halal, yaitu sebagai berikut: (Zaroni, 2016)

- Halal zatnya
- Halal cara memperolehnya
- Halal cara memprosesnya

Ketiga kriteria ini menjadi patokan penting dalam penentuan Sertifikasi Halal.

Menurut Tieman, konsep Halal jika dipaparkan menjadi 2 bagian, yaitu: Halal atau sesuai dengan syariah Islam. Dan Thayibban yang berarti baik, tidak berubah kualitas, tidak terkontaminasi, terjamin kebersihannya dan keamanannya. (Tieman, 2011). Halal dan Thayibban adalah sisi kedua mata uang yang tidak bisa dipisahkan. Tieman dan Darun juga menyampaikan bahwa dalam era industri 4.0 yang mengedepankan *digital platform*, penggunaan *online certification*, *cloud*, *data sharing* yang membentuk ekosistem informasi serta *Blockchain* dapat dioptimalkan untuk membentuk suatu *top of mind* akan produk Halal, khususnya makanan Halal. (Tieman & Darun, 2017)

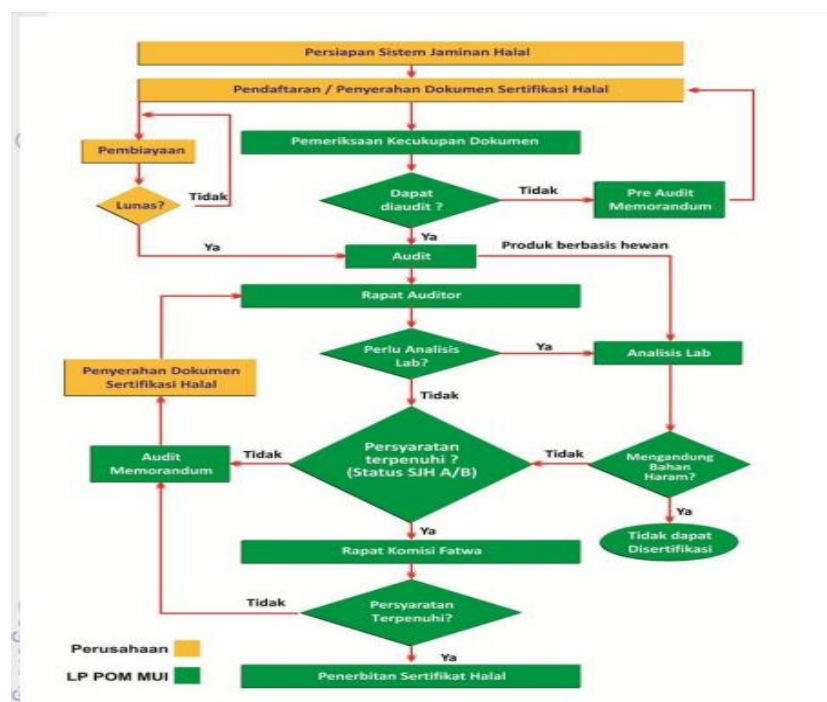
Ada 12 prinsip dalam Halal Assurance System (HAS) yang dilakukan oleh Lembaga Pengkajian Pangan dan Obat-Obatan dan Kosmetik Majelis Ulama Indonesia (LPPOM-MUI), yaitu: (Majelis Ulama Indonesia, 2008)

- 1) *Maqoshidu Syariah*
- 2) *Honest*
- 3) *Trustworthy*
- 4) *Systematic*
- 5) *Socialized*
- 6) *Key Person Involvement*
- 7) *Management Commitment Implementation*
- 8) *Delegating*
- 9) *Traceability*
- 10) *Absolute Materials*
- 11) *Specific*

Kesemua prinsip ini haruslah dijalankan oleh sebuah Lembaga Penjamin Halal (LPH) secara transparan. Untuk Chain of Administration System (CAS) dari HAS dapat dijabarkan dari *Purchasing, Receiving, Storage, Production & Operations, Distribution & Storage*, sehingga membentuk suatu Halal SCM flows yang holistik. (Majelis Ulama Indonesia, 2008)

Kepala BPJPH Bapak Soekoso menerangkan bahwa tatacara penerbitan Sertifikat Halal yang berlaku untuk Produk, Proses dan Logistik yang sudah diatur pada Bab V UU No. 33 Tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal (JPH) akan melibatkan 3 (tiga) pihak, yaitu BPJPH, MUI, dan LPH serta akan diatur dalam Peraturan Menteri Agama sebagai berikut: (Khoiron, 2017)

- 1) Pengajuan permohonan oleh pelaku usaha
Pelaku usaha mengajukan permohonan Sertifikat Halal secara tertulis kepada BPJPH dengan menyerahkan dokumen, data pelaku usaha, nama dan jenis produk, daftar produk dan bahan yang digunakan serta proses pengolahan produk.
- 2) Pemilihan LPH
Pelaku usaha diberi kewenangan untuk memilih LPH untuk memeriksa dan/atau menguji kehalalan produknya. LPH adalah lembaga yang mendapatkan kewenangan untuk melakukan pemeriksaan dan/atau pengujian kehalalan produk. LPH bisa didirikan oleh Pemerintah dan/atau masyarakat. Saat ini, LPH yang sudah ada adalah LPPOM-MUI. Kemudian LPH yang dipilih pelaku usaha akan ditetapkan oleh BPJPH paling lama 5 (lima) hari setelah dokumen permohonan dinyatakan lengkap.
- 3) Pemeriksaan Produk
Pengujian di laboratorium dapat dilakukan jika dalam pemeriksaan produk terdapat bahan yang diragukan kehalalannya. Hasil pemeriksaan dan/atau pengujian kehalalan produk kemudian diserahkan kepada BPJPH.
- 4) Penetapan Kekhalalan Produk
BPJPH menyampaikan hasil pemeriksaan dan/atau pengujian kehalalan produk yang telah dilakukan LPH kepada MUI untuk memperoleh penetapan kehalalan produk. MUI menetapkan kehalalan produk melalui sidang fatwa Halal. Sidang fatwa Halal digelar paling lama 30 (tiga puluh) hari kerja sejak MUI menerima hasil pemeriksaan dan/atau pengujian produk dari BPJPH.
- 5) Penerbitan Sertifikasi
Produk yang telah dinyatakan halal oleh sidang fatwa MUI, akan dikeluarkan sertifikat Halal oleh BPJPH. Penerbitan Sertifikat Halal ini paling lambat 7 (tujuh) hari sejak keputusan kehalalan produk diterima dari MUI. Pelaku usaha wajib memasang label Halal beserta nomor registrasinya pada produk usahanya. Untuk produk yang dinyatakan tidak Halal, BPJPH akan mengembalikan permohonan Sertifikat Halal kepada pelaku usaha disertai alasan.



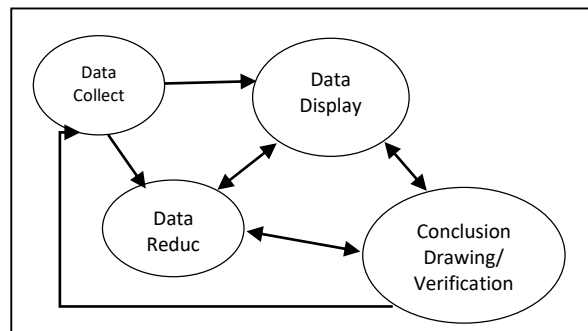
Gambar II.1
Prosedur Sertifikasi Halal

Sumber: Kementerian Agama RI

Keberadaan perusahaan *Third-Party Logistics* (3PL) sebagai bagian dari Halal SCM yang menyediakan berbagai aktivitas Logistik bagi klien mereka seperti mengoperasikan *Distribution Center* (DC) atau Transportasi bahkan menyediakan Jasa Pergudangan dengan kegiatan *Value-Added Service* (VAS) juga memegang peranan penting dalam proses ini. (Christopher, 2011)

Kata “awareness” merujuk kepada “*the knowledge or understanding of the situation. The word awareness in the context of Halal Logistics means having a particular interest towards food, drinks and the usual products they used*”. (Omar et al., 2017). *Benchmarking* merujuk kepada “*Benchmarking is a process commonly used in management or generally strategic management, in which a unit/part/organization measures and compares its performance against activities or activities similar and can be concluded also as a benchmark or comparing a performance or system with similar activities in other organizations internally and externally*”. (Un, 2014). Sementara itu untuk “*Brand value, or equity is influenced by the consumers’ perceptions of the brand and their ability and willingness to purchase.*” (Chen & Green, n.d.)

Pendekatan yang digunakan adalah *qualitative* untuk menjelaskan bagaimana Sertifikasi Halal sebagai salah *brand equity* untuk meningkatkan kesadaran gaya hidup konsumen akan makanan Halal. Teknik analisis data yang digunakan adalah menggunakan pendekatan yang dikembangkan oleh Miles dan Huberman yang meliputi (setelah pengumpulan data), yaitu mereduksi data, memisahkan data dari data yang tidak fokus, terlalu terperinci dan lain-lain sehingga data tersebut akan menampilkan pola atau tema. Selanjutnya adalah menampilkan data (*data display*) yang berfungsi untuk membantu memahami analisis lanjutan terhadap suatu informasi atau *event*. Proses yang terakhir adalah penarikan kesimpulan yang dilakukan peneliti berdasarkan pola atau temanya. Penarikan kesimpulan dilakukan secara berkesinambungan, yaitu sambil dilakukan pada saat reduksi data dan tampilan data dilakukan. *Site visit* dan *interview* juga telah dilakukan di PT. Lookman Djaja (LD) Jakarta dan PT. Multi Terminal Indonesia Halal Logistic & Cold Storage (MTI) Jakarta.



Gambar II.2

Teknik Pemrosesan Data

Sumber: Miles, Huberman, & Saldana (2014)

Sumber data dalam penelitian ini adalah para informan yang memiliki kapabilitas dan kompetensi sehingga informasi yang diberikan kredibel dan sesuai dengan kebutuhan penelitian ini (*purposive*). Karena penelitian ini tujuan utamanya adalah ingin mengetahui bagaimana Sertifikasi Halal, termasuk di bidang Logistik, sebagai salah satu *brand equity* untuk meningkatkan kesadaran gaya hidup konsumen akan makanan Halal, maka diperlukan informan yang bukan saja memiliki keahlian akademis dalam hal *Supply Chain Management* (SCM), tetapi juga praktisi yang sehari-hari berada dan terlibat dalam ruang lingkup SCM.

Informan dalam penelitian ini adalah:

1. Bapak Yukki Nugrahawan Hanafi selaku Ketua Umum Asosiasi Logistik dan Forwarder Indonesia (ALFI)
2. Bapak Kyatmadja Lookman selaku Wakil Ketua Umum Asosiasi Pengusaha Truk Indonesia (APTRINDO)
3. Bapak Johannes Kurniawan Liauw selaku Pengurus Asosiasi Depo Kontainer Indonesia (ASDEKI)
4. Bapak Mahendra Rianto selaku Ketua Harian Asosiasi Logistik Indonesia (ALI)

5. Bapak Hasanuddin Yasni selaku Ketua Umum Asosiasi Rantai Pendingin Indonesia (ARPI)
6. Bapak Sucahyo selaku *General Manager* PT. Multi Terminal Indonesia *Halal Logistics & Cold Storage* (MTI)
7. Bapak Teguh Siswanto selaku Ketua Umum *Indonesian Logistics Community* (ILC)
8. Bapak Setijadi selaku *Chairman Supply Chain Indonesia* (SCI)
9. Bapak Rully Yendri selaku Country HR Indonesia Barry Callebaut, PT. Papandayan Cocoa Industries (PCI)
10. Mr. Norzaldi Mohd Daud selaku *Chairman of Community of Research Core Director Management Science of University Teknologi Mara Malaysia* (UiTM)

Hasil dan Pembahasan

Dikarenakan Pemerintah Indonesia sudah memiliki UU No. 33 Tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal (JPH) dan akan diterapkan pada tahun 2019 dan sudah memiliki Badan Pengelola Jaminan Produk Halal (BPJPH) yang telah diresmikan tahun 2017 lalu. Bahkan untuk langkah selanjutnya, proses penerbitan Sertifikat Halal setidaknya akan melibatkan tiga pihak, yaitu BPJPH, Majelis Ulama Indonesia (MUI) dan Lembaga Pemeriksa Halal (LPH). Pemerintah saat ini sedang memfokuskan jaminan Halal untuk produk makanan dan minuman, baik lokal maupun impor, sehingga diharapkan di tahun 2019 Indonesia sudah mengoperasikan seluruh kegiatan Halal mulai dari *'farm to fork'* atau dari mulai proses hingga distribusi ke *last mile* sesuai perundangan yang sudah ada.

Walaupun demikian, kesadaran masyarakat Indonesia akan Sertifikasi Halal masih bisa ditingkatkan lagi, meskipun hal ini disebabkan oleh karena minimnya biaya, sumber daya manusia dan infrastruktur yang kurang mendukung untuk kegiatan Halal di Indonesia. Hal ini ditegaskan oleh Sekretaris Jendral Kementerian Agama, Bapak Nur Syam dalam Rapat Kerja Nasional (RAKERNAS) bulan Januari tahun 2018 yang baru lalu. Beliau menginformasikan bagaimana sebuah institusi baru yang tugasnya luar biasa dan hanya dikasih anggaran Rp. 17 Miliar. Problem kedua dipaparkan lebih lanjut oleh beliau berupa Sumber Daya Manusia (SDM). Selanjutnya, problem yang ketiga adalah struktur BPJPH yang perlu membentuk struktur-struktur baru, khususnya di daerah. Dan sebagai pamungkas, untuk problem ke empat adalah regulasi BPJPH dikarenakan UU No. 24 Tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal (JPH) hingga saat ini masih menunggu diterbitkannya Peraturan Pemerintah (PP) sebagai turunan dari produk hukum tersebut. Jika rancangan PP belum dikeluarkan oleh Presiden, maka BPJPH belum bisa melakukan Sertifikasi produk Halal. (Republika.co.id, 2018) (UU No. 33 Tahun 2014 Tentang Jaminan Produk Halal, 2014)

Sedangkan untuk Lembaga Pemeriksa Halal (LPH) hingga kini belum ada satupun LPH yang ada dan mendapatkan akreditasi dari BPJPH dan MUI, demikian menurut Direktur Eksekutif Halal Watch, Bapak Ikhsan Abdullah dimana syarat terbentuknya LPH harus terlebih dahulu memiliki Auditor Halal yang disertifikasi oleh MUI sesuai dengan UU tentang JPH Pasal 14 Ayat (2) huruf F. Namun pada kenyataannya, BPJPH dan MUI belum merumuskan standar sertifikasi Auditor Halal dan standar akreditasi LPH. Sehingga hal ini melahirkan kegamangan bagi industri dan UKM yang akan mengajukan Sertifikasi Halal atas produk-produknya. (UU No. 33 Tahun 2014 Tentang Jaminan Produk Halal, 2014) (Kliklegal.com, 2018). Ketua LPPOM MUI, Bapak Lukmanul Hakim menyatakan bahwa sesuai UU JPH menyatakan bawa auditor harus diakreditasi. Karena itu, wajib hukumnya mereka memiliki sertifikasi. Nantinya setelah UU JPH diterapkan maka LPH bebas dibentuk akan tetapi auditornya harus disertifikasi. Wakil Ketua LPPOM MUI, Bapak Sumunar Jati menyatakan sudah ada perwakilan di 34 propinsi di seluruh Indonesia dengan jumlah total auditor sebanyak 1057 orang. Adapun kriteria yang dibutuhkan para auditor itu adalah bergelar S1, S2, S3 atau Profesor dengan memiliki bidang keahlian teknologi pangan, teknologi industry, bioteknologi, farmasi, kimia, biokimia, peternakan, dan kedokteran hewan. (Sindo.News, 2017). Lebih lanjut lagi, persiapan memasuki masa wajib Sertifikasi Halal yang ditandai dengan labelisasi Sertifikat Halal dan informasi produk tidak Halal akan dimulai pada bulan Oktober 2019, makas sosialisasi dan edukasi terhadap UU JPH harus benar-benar menyentuh kepada seluruh *stakeholder* termasuk konsumen makanan Halal. Sertifikasi Halal yang diajukan harus dibangun pada prinsip efektivitas, efisiensi dan profesionalitas dengan dimulai pada system permohonan Sertifikasi Halal yang berbasis pada prinsip perlindungan, keadilan, akuntabilitas, dan transparansi.

Kesadaran masyarakat Indonesia mengenai produk Halal, khususnya Sertifikasi Halal masih rendah, berkisar dibawah 30% menurut *General Manager* PT. Multi Terminal Indonesia *Halal Logistics & Cold Storage* Bapak Sucahyo, sehingga dibutuhkan kegiatan *public relation* yang dipimpin oleh Pemerintah Indonesia bersama seluruh *stakeholder* terkait berupa sosialisasi dan edukasi, juga dapat dilakukan berupa seminar, *talk show*, expo, semiloka, simposium, konferensi maupun *Focus Group Discussion* (FGD). Penggunaan televisi secara *above the line* dan sebagai sarana sosialisasi amatlah dianjurkan untuk mendapatkan *coverage* yang luas. Tentunya yang tidak dilupakan adalah penggunaan social media sebagai strategi *public relation* secara *below the line*. (Smith, 2005). Kondisi keamanan dan kehalalan pangan di Indonesia masih memprihatinkan. Tak sampai 15% usaha IKM di Indonesia yang sudah mendapatkan Sertifikasi Halal, menurut Ketua Pusat Kajian Makanan Aman dan Halal Universitas Muhammadiyah Malang (PKMAH UMM) Dr. Ir. Elfi Anis Saati, MP. Lebih lanjut beliau menerangkan untuk dapat memperoleh sertifikasi Halal, sebuah IKM harus memiliki perizinan Pangan Industri Rumah Tangga (PIRT) terlebih dahulu, sedangkan yang memiliki ijin PIRT hanya sekitar 45% saja. Jadi IKM harus didampingi agar mendapatkan Sertifikasi Halal. (Sasongko, 2015)

Paradigma masyarakat Indonesia akan label Halal dalam produk hanya mengandalkan kepercayaan, walaupun masyarakat tidak tahu apakah proses pembuatan produk, penyimpanan, transportasi serta distribusinya dalam koridor Halal atau tidak. Sehingga harus ada suatu cara untuk menjamin Sertifikasi Halal ini berlaku dari *end to end*, dan dilakukan secara paralel untuk Produk, Proses dan Logistik. Untuk membantu meningkatnya kepercayaan masyarakat akan *brand equity* produk Halal, maka penggunaan QR Code untuk produk Halal sangatlah disarankan. Sehingga masyarakat Indonesia tinggal men-*scan* QR Code dan langsung mendapatkan informasi terkait Sertifikat Halal produk yang akan dikonsumsinya. Agar dapat mewujudkan hal ini tentunya diperlukan sistem *Information Technology* (IT) yang baik dan kesediaan seluruh *stakeholder* khususnya *goods owner* untuk mensharing data yang dibutuhkan ke dalam *cloud*, sehingga dapat terwujud suatu *Blockchain* dalam industri Halal, khususnya dalam hal Sertifikasi Halal dan memonitoring standarisasi Halal dari *end to end*. Memang pada akhirnya akan membuat *cost* cukup tinggi untuk memberikan jaminan Halal kepada sebuah produk, khususnya makanan. Sehingga ada kecenderungan makanan yang mempunyai Sertifikat Halal (mulai dari produk, proses dan Logistik) akan mempunyai harga jual lebih tinggi dibandingkan makanan yang tidak memiliki Sertifikat Halal. Sehingga pada awalnya dapat diposisikan sebagai bagian dari gaya hidup premium atau *premium lifestyle* dengan konsep *Halal means Healthy, Beauty, Safety* terlebih dahulu. Sambil mencari volume bisnis Halal terlebih dahulu untuk mencapai *economic of scale* yang dapat membuat harga jual lebih ekonomis. Dalam bidang pendidikan akademik dapat membuka jurusan Halal *Supply Chain Management* sampai ke jenjang S3. Membentuk perkumpulan atau asosiasi terkait Halal Logistik juga dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya sertifikasi produk Halal. Membentuk asosiasi para *stakeholder* Halal ini juga dapat diupayakan mulai dari bagian *procurement* untuk *raw material*, proses produksi dan Logistik yang meliputi pergudangan, transportasi dan distribusi.

Melihat kegiatan Halal *Supply Chain* yang telah dilakukan oleh Malaysia yang 10 tahun lebih dahulu dibandingkan Indonesia, dalam seluruh sektor didukung oleh pemerintah Malaysia. Dalam pendidikan akademik, Malaysia telah membuka jurusan Halal SCM sampai jenjang S3 seperti yang telah dilakukan di kampus University Teknologi Mara (UiTM). Tentunya hal ini sangat membantu bukan hanya program sertifikasi Halal melainkan seluruh bisnis Halal secara *holistic*. (UiTM, 2018). Pemerintah Malaysia juga berperan aktif dengan membangun infrastruktur Halal *Hub* di Tanjung Manis untuk mendukung ambisi mereka menjadi *Global Halal Hub*. Dalam pidatonya Perdana Menteri Malaysia waktu itu, Dato' Sri Mohd Najib bin Tun Abdul Razak menyatakan “*Realizing the large potential of the Halal business and the continuous unique position and strength, Malaysia has position itself to become the Global Halal Hub. To spearhead and coordinate the Halal industry, The Government established the Halal Industry Development Corporation (HDC)*”. (HDC, 2018). Lebih jauh lagi, Malaysia berani mengambil risiko menjadi *leader* dalam Sertifikasi dan Standarisasi Halal di dunia bukan hanya di kawasan Asia Tenggara saja. Sehingga sertifikasi Halal yang dikeluarkan oleh Malaysia menjadi acuan di dunia. Bukan hanya itu saja, bahkan Jabatan Kemajuan Islam Malaysia (JAKIM), semacam MUI di Malaysia telah mendidik pemerintah Hokaido Jepang akan Sertifikasi Halal dan bahkan *Nippon Express* - sebuah perusahaan *3rd Party Logistics* Jepang - telah membuka divisi Halal *Logistics* yang menyediakan layanan Logistik untuk makanan yang bersertifikasi Halal. (Jabatan Kemajuan Islam Malaysia, 2015).

Sebagai gambaran untuk *benchmarking*, untuk mendapatkan sertifikasi *Halal Logistics* di Malaysia dibidang *Warehousing* dan *Transportation* adalah sebagai berikut: (Jabatan Kemajuan Islam Malaysia, 2015)

Warehousing

- a. *The warehouse to be halal certified shall store only halal products/goods*
- b. *Operates halal documentation system which is continuously updated*
- c. *Halal good/ product shall be segregated according to appropriate category such as dried product shall be separated from the wet product*
- d. *Have a well regulated storage temperature, suitable for storing the halal goods/ products*
- e. *Applicant shall ensure the pest control is conducted systematically*
- f. *The warehouse compound shall have a control mechanism to prevent animals and unauthorized personnel from entering or being present in the premise of the warehouse*
- g. *Halal detection system shall function effectively*
- h. *Tool and elements of religious worship are strictly prohibited in the warehouse compound*
- i. *Sertu (ritual cleansing) process shall be conducted if the warehouse is contaminated with materials categorized as najis mughallazah*
- j. *The environment surrounding the warehouse shall be cleaned in accordance with regular sanitation schedule*

Transportation

- a. All goods transported shall be only halal good/ products;
- b. Applicant shall have effective halal detection system including the latest record on movement;
- c. Applicant shall establish the Halal Assurance System including specific rules for workers and implement the GHP;
- d. Transportation/ container which is doubtful about its halal status is mandatory to undergo *sertu* (ritually cleansed) before halal goods are stored in it;
- e. Have good control on storage temperature suitable for transporting halal good/ product; and
- f. Halal good/product shall be segregated according to appropriate category such as dried product shall be separated from the wet product.

Indonesia juga dapat mempertimbangkan dengan memakai Pusat Logistik Berikat (PLB) sebagai *competitive advantage* untuk menjadi *Hub of Halal and Cold Chain* di dunia dengan mempertimbangkan alasan bahwa Malaysia juga memakai strategi *Bonded Center* yang dipadu dengan tempat sertifikasi Halal dalam suatu kompleks industri Halal untuk menjadikan negaranya sebagai pusat bisnis Halal dunia. (Handayani, Didiet, & Hidayat, 2017). Tidak hanya itu, Thailand berambisi menjadi dapur Halal dunia sedangkan Korea Selatan ingin membuat wisata Halal, demikian menurut Kepala Departemen Ekonomi dan Keuangan Syariah Bank Indonesia, Bapak Anwar Bashori. Dan tentu saja kesemuanya ini membutuhkan Sertifikasi Halal yang dapat dipertanggungjawabkan. *Halal food for beauty, for healthy*. (Ekspress, 2017)

Ironisnya, sebagai negara berpenduduk Muslim terbesar di dunia yang semestinya mempunyai *opportunity* untuk bisnis Halal SCM, khususnya bidang Logistik, baru mempunyai 1 (satu) Gudang *Halal Cold Chain & Storage* yang dikelola oleh BUMN. Satunya lagi dimiliki oleh perusahaan *Logistics Service Provider* (LSP) asing. Untuk Transportasi khususnya angkutan truk juga masih harus ditingkatkan kesadaran memiliki Sertifikasi Halal karena erat berhubungan dengan *cost*, seperti penjelasan Wakil Ketua Asosiasi Pengusaha Truk Indonesia (APTRINDO) Bapak Kyatmaja Lookman. Padahal, untuk merangkai suatu Halal SCM yang baik, semua pihak yang terlibat dalam arus barang harus memiliki Sertifikasi Halal. Termasuk didalamnya *Transportation, Distribution* sampai ke *Retail* sebagai *last mile*. Jadi bukan saja Produk dan Proses yang memiliki Sertifikasi Halal, namun juga *Logistics Service Provider* (LSP) seperti yang telah diterangkan sebelumnya.

Dari penjelasan diatas Sertifikasi Halal dalam Logistik bukan saja sebagai salah satu *brand equity* untuk meningkatkan kesadaran gaya hidup konsumen akan makanan Halal yang juga baik untuk dikonsumsi sendiri namun juga merupakan suatu peluang bagi Indonesia untuk menjadi pusat bisnis Halal dunia karena Sertifikasi Halal yang telah *end to end* dari Produk, Proses dan Logistik sebagai bagian dari bisnis *in the world*, dan bukan hanya menjadi sekedar konsumen semata.

Penelitian Halal SCM ini juga dapat dilanjutkan untuk penelitian lainnya seperti Pusat Logistik Berikat (PLB) untuk Halal, Gudang Halal, Transportasi Halal, Distribusi Halal, Retail Halal maupun topik terkait lainnya.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian diatas dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1). Label Halal dalam produk yang beredar masih mengandalkan kepercayaan.
- 2). Kesadaran masyarakat akan Sertifikasi Halal masih rendah.
- 3). *Brand equity* produk Halal akan menguat dengan adanya Sertifikasi Halal
- 4) *Logistics Service Provider* sebagai bagian dari Halal SCM juga harus mendapatkan Sertifikasi Halal.

Adapun usulan yang diberikan adalah sebagai berikut:

- 1). Pemerintah menjadi *leader* untuk mengadakan sosialisasi dan edukasi Sertifikasi Halal.
- 2). Anggaran yang cukup untuk persiapan Sertifikasi Halal.
- 3). *Platform* Halal seperti QR Code dan *Blockchain* untuk memonitor Sertifikasi Halal secara *end to end*.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Institut Transportasi dan Logistik (ITL) Trisakti, Asosiasi Logistik dan Forwarder Indonesia (ALFI), Asosiasi Pengusaha Truk Indonesia (APTRINDO), Asosiasi Depo Kontainer Indonesia (ASDEKI), Asosiasi Logistik Indonesia (ALI), Asosiasi Rantai Pendingin Indonesia (ARPI), PT. Multi Terminal Indonesia Halal Logistik & Cold Storage (MTI), *Indonesian Logistics Community* (ILC), *Supply Chain Indonesia* (SCI), Barry Callebaut (PCI), University Teknologi Mara (UITM).

Daftar Pustaka

- Chen, H., & Green, R. D. (n.d.). Brand equity , marketing strategy , and consumer income : A hypermarket study, (mix), 1–18.
- Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply Chain Management* (4th ed.). Pearson Education Limited.
- Ekspress, P. (2017). Indonesia Baru Sebatas jadi Pasar Halal. *Padang Ekspres*, p. 3. Retrieved from <http://news.padek.co/detail/a/92253>
- Handayani, L. D., Didiet, R., & Hidayat, R. (2017). The Role Of Bonded Logistics Center To Establish Indonesia As The Hub Of Cold Chain And Halal Logistics Business, *147(272)*, 704–713.
- HDC. (2018). Malaysia as a Global Halal Hub. Retrieved from http://www.hdcglobal.com/publisher/halal_park_about
- Jabatan Kemajuan Islam Malaysia. (2015). *Manual Procedure for Malaysia Halal Certification (Third Revision) 2014. Manual Procedure for Malaysia Halal Certification (Third Revision) 2014.* <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Khoiron. (2017). Bagaimana Proses Penerbitan Sertifikat Halal? Ini Penjelasan Kepala BPJPH. Retrieved from <https://kemenag.go.id/berita/read/505887/bagaimana-proses-penerbitan-sertifikat-halal--ini-penjelasan-kepala-bpjph>
- Kliklegal.com. (2018). LPPOM MUI Buka Peluang Bagi yang Ingin Menjadi Auditor Halal. Retrieved from <https://kliklegal.com/lppom-mui-buka-peluang-bagi-yang-ingin-menjadi-auditor-halal/>
- Majelis Ulama Indonesia. (2008). General Guidelines of Halal Assurance System. *Foof, Drugs and Cosmetics*.
- Miles, M. B., Huberman, M. a, & Saldana, J. (2014). Drawing and Varying Conclusions. *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*, 275–322. <https://doi.org/January 11, 2016>
- Omar, E. N., Ramli, A. A., Jaafar, H. S., Abu Hassan, L., Othman, A. K., & Ali, H. (2017). Factors that Contribute to Awareness of Halal Logistics among Muslims in the Klang Valley. *Advances in Business Research International Journal*, *3(1)*, 1–8. Retrieved from <http://abrij.uitm.edu.my/images/document/vol3no1/ABRIJEmi-1.pdf>
- Republik Indonesia, B. P. S. (2018). Badan Pusat Statistik. Retrieved from <https://sp2010.bps.go.id/index.php/site/index>
- Republika.co.id. (2018). Ini Problem Mendasar yang Dihadapi BPJPH. Retrieved from <https://www.republika.co.id/berita/dunia-islam/islam-nusantara/18/01/30/p3cucg396-ini-problem-mendasar-yang-dihadapi-bpjph>
- Sasongko, A. (2015). Profesi Auditor Halal Sepi Peminat. Retrieved from <https://www.republika.co.id/berita/dunia-islam/islam-nusantara/15/05/26/noy15q-profesi-auditor-halal-sepi-peminat>
- Sindo.News. (2017). BPJPH-MUI Diminta Bikin Sistem Sertifikasi Halal yang Transparan. Retrieved

from <https://nasional.sindonews.com/read/1269336/15/bpjph-mui-diminta-bikin-sistem-sertifikasi-halal-yang-transparan-1514447484>

Smith, R. D. (2005). *Strategic Planning for Public Relations*. Erlbaum.

Tieman, M. (2011). The application of Halal in supply chain management: In-depth interviews. *Journal of Islamic Marketing*, 2(2), 186–195. <https://doi.org/10.1108/17590831111139893>

Tieman, M., & Darun, M. R. (2017). Leveraging Blockchain Technology for Halal Supply Chains. *Islam and Civilisational Renewal*, 8(4), 547–550.

UiTM. (2018). Universiti Teknologi Mara. Retrieved from <https://www.uitm.edu.my/index.php/en/>

Un, R. (2014). BENCHMARKING.

UU No. 33 Tahun 2014 Tentang Jaminan Produk Halal (2014).

Zaroni. (2016). Artikel jalan panjang logistik halal di indonesia. *Supply Chain Indonesia*.

**PENGARUH SUPPLY CHAIN MANAGEMENT
TERHADAP KINERJA USAHA: STUDI EMPIRIS
PADA UMKM BREM PADAT DI KABUPATEN MADIUN**

Retno Astuti¹, Tiara Purbianita², Danang Triagus Setiyawan³

¹Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

Email: retno_astuti@ub.ac.id

²Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

Email: tiarapurbianita@gmail.com

³Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

Email: danangtriagus@ub.ac.id

Abstrak

Kualitas produk merupakan keunggulan bersaing yang dapat memberikan kepuasan terhadap konsumen dan membuat konsumen akan memilih lagi produk tersebut sehingga dapat meningkatkan penjualan usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) dan membuat kinerja UMKM lebih baik. Supply chain management berperan dalam pengendalian kualitas bahan baku yang diperoleh dari pemasok yang telah terpercaya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh antara supply chain management terhadap kinerja UMKM dengan menggunakan keunggulan bersaing sebagai variabel mediasi. Partial Least Square (PLS) digunakan dalam penelitian ini dengan supply chain management sebagai variabel eksogen serta keunggulan bersaing dan kinerja usaha sebagai variabel endogen. Data diperoleh dengan memberikan kuesioner kepada 31 pelaku UMKM Brem padat di Kabupaten Madiun.. Skala Likert 1-5 yang menunjukkan persetujuan responden terhadap pernyataan pada kuesioner digunakan untuk mengukur masing-masing variabel melalui indikatornya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa supply chain management berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja usaha. Keunggulan bersaing mampu melakukan mediasi pengaruh antara supply chain management terhadap kinerja usaha dalam bentuk partial mediation. Nilai R² untuk keunggulan bersaing adalah 42,7% dan kinerja usaha 24,8%. Rekomendasi yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah peningkatan hubungan kemitraan antara UMKM Brem padat dengan pemasok, penerapan information sharing, peningkatan inovasi produk, dan peningkatan kualitas produk

Kata kunci: *Supply Chain Management; keunggulan bersaing; kinerja usaha*

PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara agraris yang padat penduduk. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2010, jumlah penduduk negara Indonesia adalah 237.641.326 jiwa. Jumlah penduduk Indonesia tersebut juga diikuti dengan tingkat konsumsi makanan penduduk Indonesia yang tinggi. Hal tersebut mendorong beberapa penduduk Indonesia mendirikan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) dengan memproduksi bervariasi macam produk makanan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2013, jumlah UMKM di Indonesia mencapai 57.895.721 unit yang tersebar di seluruh kota maupun kabupaten di Indonesia. Rata-rata produk makanan yang menjadi produk UMKM adalah makanan ringan dan sering dijadikan sebagai oleh-oleh dari kota asal tempat makanan tersebut diproduksi. Salah satu UMKM di kabupaten Madiun adalah UMKM Brem padat yang merupakan oleh-oleh yang terkenal dari Madiun.

Brem merupakan makanan tradisional masyarakat Indonesia yang terbuat dari fermentasi ketan putih serta memiliki rasa dan aroma yang khas (Su'i et al, 2011). Kualitas brem padat dipengaruhi oleh bahan baku dan proses produksi. Salah satu faktor yang harus diperhatikan untuk menjaga kualitas brem padat adalah penggunaan bahan baku yang berkualitas pula. Bahan baku yang berkualitas diperoleh dari pemasok yang mampu memenuhi kebutuhan bahan baku berkualitas. Oleh karena itu, produsen perlu menjalin kerjasama dengan pemasok dan menerapkan *supply chain management*. *Supply chain management* merupakan integrasi antara pemasok, pabrik, pusat distribusi, *wholesaler*, pengecer, dan konsumen akhir dengan mendistribusikan produk dalam jumlah, lokasi, dan waktu yang tepat untuk meminimalkan biaya dan meningkatkan kepuasan pelayanan (Musyaffak et al, 2013).

Supply chain management dapat membuat proses produksi di UMKM Brem padat lebih terkontrol. UMKM Brem padat dapat menjaga kualitas bahan baku dengan pemasok yang telah terpercaya sehingga kualitas produk dapat terjaga pula dan dapat meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap kualitas brem padat. Menurut Simamora (2008), kepercayaan konsumen berpengaruh bagi perusahaan dalam mendapatkan pangsa pasar. Manajemen suatu perusahaan perlu mempengaruhi kepercayaan konsumen terhadap produknya dalam bersaing

dengan produk perusahaan pesaing agar perusahaan tersebut dapat merebut pangsa pasar. Hal tersebut juga dilakukan oleh UMKM Brem padat dengan cara selalu berusaha membuat Brem padat yang memiliki nilai lebih daripada pesaingnya agar dapat bersaing di pasaran. Menurut Ghatebi *et al.* (2013), keunggulan bersaing adalah salah satu faktor yang dapat menyebabkan sebuah usaha dapat sukses dalam lingkungan yang kompetitif dan pesaing tidak dapat menirunya, sedangkan Ilmiyati (2016) berpendapat bahwa keunggulan bersaing mampu memediasi pengaruh manajemen rantai pasokan terhadap kinerja perusahaan. Oleh karena itu, faktor-faktor keunggulan bersaing perlu dipertimbangkan dalam meningkatkan kinerja perusahaan.

Penelitian mengenai pengaruh *supply chain management* terhadap kinerja usaha telah dilakukan oleh Nurrisyky (2016), Sugiharto (2016), Moulina (2017), dan Novriyanto (2017), tetapi pada penelitian tersebut belum mempertimbangkan keunggulan bersaing sebagai variabel mediasi. Penelitian mengenai pengaruh *supply chain management* terhadap keunggulan bersaing juga telah dilakukan oleh Rahmasari (2011), Harsari dan Muzammil (2012), Marlien dan Kasmari (2012), serta Rosidah (2017), tetapi pada penelitian tersebut mempertimbangkan *responsiveness* rantai pasok, keunggulan nilai, keunggulan produktivitas, dan indikator yang digunakan pada *supply chain management* adalah kualitas, waktu, biaya, serta fleksibilitas. Penelitian mengenai pengaruh keunggulan bersaing terhadap kinerja usaha juga telah dilakukan oleh Suseno (2010), Budiastuti dan Versia (2011), Febriatmoko dan Raharjo (2015), serta Jati dan Sugiarto (2015), tetapi indikator keunggulan bersaing yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah dukungan kepemimpinan, hak paten dan teknologi, *preemptive moves*, kemampuan memenuhi keinginan konsumen, keunikan produk, dan tidak mudah digantikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *supply chain management* terhadap kinerja usaha UMKM Brem padat dengan menggunakan keunggulan bersaing sebagai variabel mediasi dengan beberapa indikator variabel yang digunakan berbeda dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya

METODE PENELITIAN

Studi empiris dilakukan pada UMKM Brem padat di Kabupaten Madiun yang terdiri dari 25 usaha mikro, 5 usaha kecil, dan 1 usaha menengah. UMKM dalam penelitian ini adalah UMKM Brem padat yang melakukan proses produksi sendiri dan telah berdiri selama 2 tahun dengan pertimbangan *supply chain management* pada UMKM tersebut telah terbentuk. Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada 31 responden dengan menggunakan skala Likert 1-5 yang menunjukkan bahwa responden sangat tidak setuju (STS) – sangat setuju (SS) terhadap pernyataan yang diberikan terkait dengan variabel dan indikator yang digunakan dalam penelitian ini (dapat dilihat pada Tabel 1).

Tabel 1. Variabel dan Indikator

Variabel	Indikator
Supply Chain Management (X)	<i>Strategic Supplier Partnership</i> (X11)
	<i>Customer Relationship</i> (X12)
	<i>Level of Information Sharing</i> (X13)
	<i>Quality of Information Sharing</i> (X14)
	<i>Postponement</i> (X15)
Keunggulan Bersaing (Y1)	<i>Delivery Dependability</i> (Y11)
	Inovasi Produk (Y12)
	<i>Time to Market</i> (Y13)
	<i>Price</i> (Y14)
	<i>Quality</i> (Y15)
Kinerja Usaha (Y2)	Pangsa Pasar (Y21)
	Peningkatan aset (Y22)
	Peningkatan Penjualan (Y23)
	Peningkatan Keuntungan (Y24)

Uji Instrumen

Uji instrumen dilakukan untuk menguji kuesioner yang digunakan pada penelitian. Uji instrumen dilakukan dengan uji validitas, uji reliabilitas, dan uji linieritas. Uji validitas bertujuan untuk mengetahui apakah masing-masing variabel yang menjadi pertanyaan dapat digunakan sebagai alat ukur. Instrumen yang valid, berarti instrumen tersebut tepat digunakan untuk mengukur sesuatu yang akan diukur (Rangkuti, 2009). Kriteria yang digunakan untuk uji validitas adalah perbandingan antara nilai r-tabel dengan nilai r-hitung (Putra *et al.*, 2014). Uji validitas dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *SPSS statistic 20*.

Uji reliabilitas adalah uji keterandalan instrumen yang biasa digunakan dalam penelitian. Instrumen riset yang telah handal dapat mengungkapkan kondisi yang sebenarnya di lapangan. Instrumen dinyatakan reliabel apabila

jawaban dari responden terhadap pertanyaan yang diberikan konsisten atau stabil dari waktu ke waktu. Syarat suatu instrumen dinyatakan reliabel apabila memiliki nilai Cronbach Alpha > 0,7 (Putra *et al.*, 2014). Uji reliabilitas dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *SPSS statistic 20*.

Uji linieritas adalah uji yang digunakan untuk melihat linieritas hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas. Asumsi linieritas harus dipenuhi dalam analisis *PLS* untuk mengharuskan hubungan yang linier antar variabel. Hubungan antar variabel dinyatakan linier apabila memenuhi aturan bahwa nilai *significance deviation from linearity* > 0,05 (Ikhsania, 2015). Uji linieritas pada penelitian ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *SPSS statistic 20*.

Analisis *Partial Least Square (PLS)*

Pada tahap ini, data yang diperoleh diolah menggunakan *Partial Least Square (PLS)* dengan bantuan perangkat lunak *WarpPLS 5.0*. Langkah-langkah dalam analisis *PLS* adalah sebagai berikut (Rosandy *et al.*, 2013):

1. Perancangan model struktural (*inner model*), yaitu model yang menggambarkan hubungan antar variabel laten yang digunakan dalam penelitian.
2. Perancangan model pengukuran (*outer model*), yaitu model yang menggambarkan hubungan setiap variabel laten dengan indikatornya. Model pengukuran reflektif digunakan pada penelitian ini.
3. Pembuatan diagram jalur berdasarkan hasil perancangan *inner model* dan *outer model*. Hubungan antara variabel laten dengan variabel laten serta variabel laten dengan masing-masing indikatornya digambarkan dalam diagram jalur.
4. Konversi diagram jalur ke persamaan. Persamaan untuk *inner model* merupakan spesifikasi hubungan antar variabel laten yang menggambarkan hubungan antar variabel laten berdasarkan teori substansif penelitian. Persamaan untuk *outer model* merupakan spesifikasi hubungan antara variabel laten dengan indikatornya
5. Estimasi koefisien jalur, *loading*, dan *weight*
6. Evaluasi *goodness of fit* yang dilakukan dengan mengukur *inner relation* pada *inner model* menggunakan nilai R^2 dan Q^2 . Rumus R^2 atau koefisien determinasi adalah (Ndruru *et al.*, 2014):

$$R^2 = 1 - \frac{(n-k-1)S_{y.12...k}^2}{(n-1)S_y^2} \quad (1)$$

Keterangan:

R^2 = koefisien determinasi

S_y = standar deviasi variabel terikat

n = banyak sampel

k = jumlah variabel independen

Nilai *predictive relevance* (Q^2) memiliki syarat jika $Q^2 > 0$, maka model memiliki *predictive relevance*. Rumus Q^2 adalah (Sholiha dan Salamah, 2015):

$$Q^2 = 1 - (1 - R_1^2)(1 - R_2^2) \dots (1 - R_n^2) \quad (2)$$

Keterangan:

Q^2 = relevansi prediksi

R^2 = koefisien determinasi

Evaluasi pada *outer model* dilakukan dengan mengukur *convergent validity*, *discriminant validity*, serta *composite reliability*

7. Pengujian hipotesis, yaitu jawaban sementara terhadap suatu masalah yang bersifat perkiraan. Pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui keputusan penerimaan terhadap hipotesis tersebut. Hipotesis pada penelitian ini adalah:
 - a. Pengaruh variabel *supply chain management* terhadap kinerja usaha
 - H0: variabel *supply chain management* tidak berpengaruh terhadap kinerja usaha
 - H1: variabel *supply chain management* berpengaruh terhadap kinerja usaha
 - b. Pengaruh variabel *supply chain management* terhadap keunggulan bersaing
 - H0: variabel *supply chain management* tidak berpengaruh terhadap keunggulan bersaing
 - H1: variabel *supply chain management* berpengaruh terhadap keunggulan bersaing
 - c. Pengaruh variabel keunggulan bersaing terhadap kinerja usaha
 - H0: variabel keunggulan bersaing tidak berpengaruh terhadap kinerja usaha
 - H1: variabel keunggulan bersaing berpengaruh terhadap kinerja usaha
 - d. Mediasi variabel keunggulan bersaing antara *supply chain management* terhadap kinerja usaha
 - H0: variabel keunggulan bersaing tidak dapat memediasi hubungan antara *supply chain management* terhadap kinerja usaha
 - H1: variabel keunggulan bersaing dapat memediasi hubungan antara *supply chain management* terhadap kinerja usaha.

HASIL DAN PEMBAHASAN

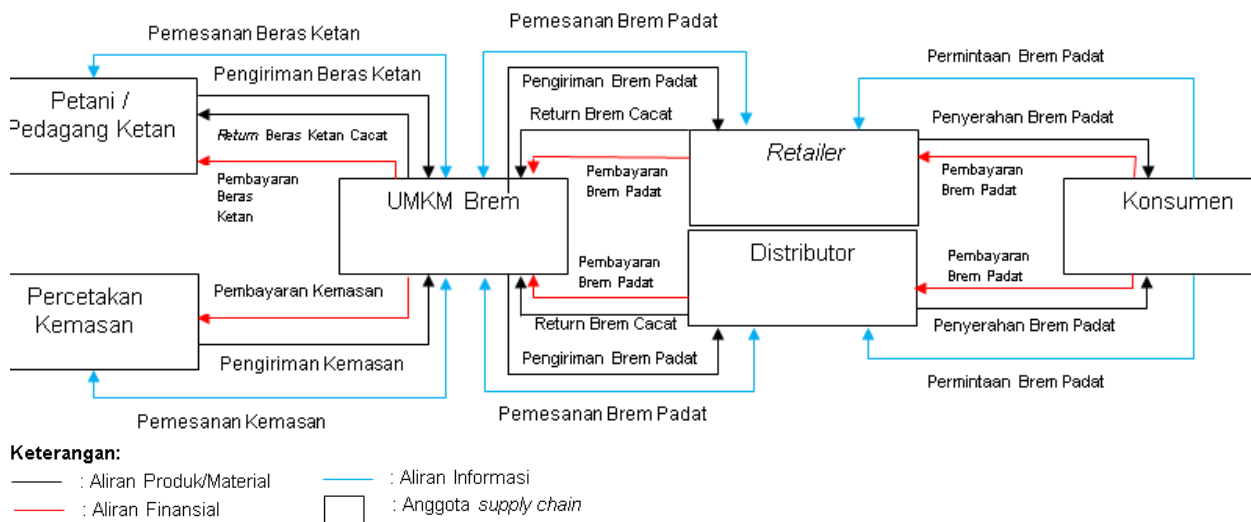
Gambaran Umum UMKM Brem Padat di Kabupaten Madiun

UMKM Brem padat di Kabupaten Madiun yang masih aktif melakukan produksi sebanyak 59 UMKM yang terletak di 2 desa, yaitu 53 di desa Kaliabu dan 6 di desa Bancong. Produk Brem padat yang dihasilkan berupa Brem padat *original*, varian rasa buah, Brem kelor, dan Brem padat salut coklat. Brem padat dipasarkan di sekitar kota Madiun, serta Surabaya, Malang, Solo, Bandung, Bali, dan Kalimantan. Brem padat dijual dalam bentuk kemasan karton dengan ukuran 100 gr, 200 gr, dan 500 gr dengan harga Rp 2.000 – Rp 4.000.

Responden dalam penelitian ini adalah 31 pemilik UMKM Brem padat yang telah menjalankan usahanya selama minimal 2 tahun dan UMKM tersebut memproduksi Brem sendiri. Pemilik UMKM Brem padat di Kabupaten Madiun sebanyak 70,9% adalah laki-laki, sebanyak 35,5% berusia 36-45 tahun, dan sebanyak 41,9% berpendidikan terakhir SMA. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemilik UMKM Brem padat yang menjadi responden mempunyai tingkat produktivitas yang tinggi dan memiliki peluang lebih baik dalam mengembangkan pekerjaannya karena mereka laki-laki yang berada di usia produktif (Mahendra, 2014; Gainaugasiray et al., 2014). Pendidikan responden yang cukup tinggi juga mendukung pencapaian kerjanya karena pendidikan membentuk dan menambah pengetahuan seseorang untuk dapat mengerjakan sesuatu lebih cepat dan tepat (Mamahit, 2013).

Sebanyak 80,7% UMKM Brem padat yang menjadi responden adalah usaha mikro dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 1-4 orang dan sebanyak 68,1% UMKM tersebut telah dijalankan selama lebih dari 20 tahun. Menurut Yuwono dan Ardianti (2013), jumlah usaha mikro lebih dominan dan dapat bertahan hidup lebih lama karena adanya peranan usaha mikro sebagai mata pencaharian pokok sehingga usaha ini sangat ditekuni dan ulet dalam menjalankannya. Semakin kecil ukuran usaha, maka rantai pengambilan keputusan juga semakin pendek sehingga lebih memiliki fleksibilitas dalam usaha. Lama usaha juga menunjukkan eksistensi usaha bertahan hingga saat ini. Semakin lama usaha berdiri, maka pengalaman yang dimiliki pun semakin banyak dan mampu menjadi contoh bagi usaha-usaha yang baru berdiri agar dapat bertahan di tengah usaha-usaha kecil sejenis yang banyak (Lesmana, 2014).

Supply chain UMKM Brem padat di Kabupaten Madiun secara umum ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Supply chain* UMKM Brem padat di Kabupaten Madiun

Anggota *supply chain* Brem Padat di Kabupaten Madiun terdiri dari:

1. Pemasok

Pihak yang berperan sebagai pemasok adalah petani atau pedagang beras ketan dan percetakan kemasan karton. Masing-masing UMKM Brem padat memiliki pemasok beras ketan dan kemasan yang berbeda, namun tidak menutup kemungkinan antar UMKM Brem padat memiliki pemasok yang sama. Beberapa UMKM Brem padat juga memiliki lebih dari satu pemasok beras ketan. Pemasok beras ketan bertugas menyediakan dan mengirimkan beras ketan kepada UMKM Brem padat sesuai dengan kualitas, kuantitas, dan waktu pengiriman yang diminta oleh UMKM Brem padat. Pemasok kemasan bertugas memproduksi dan membantu membuat desain kemasan untuk UMKM Brem padat sekaligus mengirimkan kemasan yang telah dipesan UMKM Brem padat melalui ekspedisi.

2. UMKM Brem padat

UMKM Brem padat di Kabupaten Madiun bertugas untuk mengolah beras ketan menjadi brem padat yang layak dikonsumsi dan memiliki nilai tambah ketika dijual. UMKM Brem padat selalu melakukan komunikasi dengan pemasok-pemasoknya dalam memperoleh beras ketan maupun kemasan. UMKM Brem padat menginformasikan mengenai jadwal produksi yang akan dilakukan kepada pemasok melalui telepon atau mengirim pesan tertulis menggunakan telepon genggam. Pemberian informasi ini bertujuan agar pemasok mampu menyediakan dan mengirimkan beras ketan atau kemasan sesuai dengan kualitas, kuantitas dan waktu yang diminta oleh UMKM Brem padat.

Pada pemesanan beras ketan, pemasok akan mengirimkan beras ketan kepada UMKM Brem padat setelah para pemasok menerima informasi tersebut. UMKM Brem padat akan memeriksa kondisi beras ketan yang dikirim oleh pemasok ketika beras ketan diterima. Jika beras ketan yang diterima sesuai dengan permintaan UMKM Brem padat, maka pihak UMKM Brem padat akan langsung melakukan pembayaran saat itu juga secara *cash*. Beberapa UMKM Brem padat melakukan pembelian beras ketan dengan cara kredit. Kredit tersebut memiliki jangka waktu hingga Brem padat telah dijual kepada distributor/*retailer* sehingga pihak UMKM tersebut telah memiliki uang yang digunakan sebagai modal produksi. Jika beras ketan yang diterima tidak sesuai dengan permintaan UMKM Brem padat, maka UMKM tersebut akan menolak dan meminta pengiriman ulang sesuai dengan permintaannya. Beberapa UMKM Brem padat akan langsung menghubungi atau meminta pemasok lain untuk mengirim beras ketan sesuai dengan permintaannya agar beras ketan tersebut lebih cepat diperoleh.

Pada pemesanan kemasan, pemasok kemasan mengirimkan kemasan karton yang telah dipesan UMKM Brem padat melalui jasa pengiriman barang. Kemasan yang telah dikirim apabila ada kecacatan tidak dikembalikan lagi kepada percetakan. Hal ini disebabkan kerusakan tidak banyak terjadi pada kemasan yang diterima oleh UMKM Brem padat. Pembayaran kemasan dilakukan secara *cash* dengan melakukan transfer uang pembayaran.

3. Distributor dan *Retailer*

Distributor adalah perusahaan atau perorangan yang bertindak sebagai perantara antara perusahaan manufaktur dan pengecer (Toffler dan Imber, 2002). Distributor pada *supply chain* Brem padat berperan untuk menghubungkan UMKM Brem padat dengan *retailer* Brem padat. Distributor Brem padat dari masing-masing UMKM Brem padat tidak sama. Hal ini bertujuan untuk mengurangi persaingan produk. Beberapa distributor juga mengemas ulang Brem padat kemudian diberi merek dari distributor tersebut. Setiap UMKM Brem padat juga tidak selalu memiliki distributor karena penjualan Brem padat dilakukan langsung kepada *retailer*. Pihak distributor akan memberikan informasi kepada UMKM Brem padat terkait kebutuhan brem padat. Rentang waktu antara pengiriman informasi dan pengiriman brem padat tergantung pada ketersediaan produk di UMKM tersebut. Pengiriman produk ke distributor dilakukan dengan menggunakan jasa pengiriman barang. Produk akan dikirim oleh pihak UMKM Brem padat ketika distributor telah membayar lunas pembelian Brem padat tersebut. Selain itu, beberapa distributor juga bertugas mengemas Brem, dengan catatan merek yang digunakan adalah merek dari distributor tersebut. Distributor yang berada di daerah Madiun dapat mengembalikan produk yang cacat ke UMKM Brem padat dan pihak UMKM tersebut akan mengganti dengan produk yang baru.

Retailer merupakan anggota *supply chain* yang menghubungkan ribuan penjual dengan jutaan konsumen potensial yang tersebar di dunia (Gattorna, 2003). *Retailer* Brem padat mencakup toko-toko kecil di pinggir jalan, terminal, dan stasiun, serta pedagang-pedagang asongan. Lokasi dan jumlah *retailer* dari masing-masing UMKM Brem padat juga tidak menentu. Kuantitas Brem padat yang diterima dan dijual oleh *retailer* lebih sedikit daripada kuantitas yang diterima dan dijual oleh distributor. Tidak semua UMKM Brem padat di Kabupaten Madiun memiliki *retailer*. Beberapa *retailer* membeli Brem padat langsung ke UMKM Brem padat, sedangkan lainnya membeli Brem padat ke distributor. Pihak *retailer* akan memberikan informasi kepada UMKM Brem padat atau distributor terkait kebutuhan Brem padat. Pihak UMKM Brem padat atau distributor kemudian mengirimkan Brem padat kepada *retailer* masing-masing. *Retailer* akan mengembalikan produk apabila diketahui produk yang diterima cacat untuk diganti produk baru. Proses pembayaran yang dilakukan oleh *retailer* terhadap UMKM Brem padat atau distributor menggunakan sistem *cash*. Beberapa *retailer* yang sedikit jauh dari UMKM Brem padat atau distributor akan melakukan transfer uang pembayarannya. Beberapa *retailer* juga mengemas ulang Brem padat kemudian diberi merek dari *retailer* tersebut.

4. Konsumen

Konsumen merupakan masyarakat yang mengonsumsi Brem padat dalam skala kecil untuk dikonsumsi sendiri atau sebagai oleh-oleh. Konsumen akan membeli produk Brem padat di daerah sekitar mereka berada, seperti daerah tempat mereka tinggal, stasiun, terminal, maupun di kota lain yang tujuannya adalah untuk oleh-oleh. Konsumen yang membeli Brem padat akan langsung membayarnya setelah barang diterima. Pembayaran dapat dilakukan secara *cash*. Beberapa konsumen membayar dengan cara transfer menggunakan kartu debit atau kredit pada saat belanja.

Uji Instrumen

Uji instrumen dilakukan dengan uji validitas, reliabilitas, dan linearitas. Uji validitas dilakukan menggunakan $\alpha = 0,05$; $n = 31$ dan $r\text{-tabel} = 0,355$. Hasil uji validitas menunjukkan semua indikator yang digunakan dalam penelitian valid. Hasil uji validitas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas

Variabel	Item	r-hitung	Keterangan
<i>Supply Chain Management (X1)</i>	X11	0,586	Valid
	X12	0,590	Valid
	X13	0,592	Valid
	X14	0,618	Valid
	X21	0,672	Valid
	X22	0,763	Valid
	X23	0,612	Valid
	X31	0,747	Valid
	X32	0,690	Valid
	X33	0,635	Valid
	X41	0,763	Valid
	X42	0,681	Valid
	X43	0,608	Valid
	X44	0,613	Valid
	X51	0,520	Valid
X52	0,645	Valid	
X53	0,602	Valid	
Keunggulan Bersaing (Y1)	Y111	0,735	Valid
	Y112	0,691	Valid
	Y113	0,660	Valid
	Y121	0,794	Valid
	Y122	0,704	Valid
	Y131	0,500	Valid
	Y132	0,745	Valid
	Y141	0,629	Valid
	Y142	0,485	Valid
	Y15	0,742	Valid
Kinerja Usaha (Y2)	Y21	0,557	Valid
	Y22	0,910	Valid
	Y23	0,951	Valid
	Y24	0,950	Valid

Sumber: (Data Primer Diolah, 2018)

Hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa semua variabel yang digunakan dalam penelitian dinyatakan reliabel dengan nilai *cronbach alpha* > 0,7. Hasil uji reliabilitas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Reliabilitas

Variabel	Nilai <i>Cronbach Alpha</i>	Keterangan
<i>Supply Chain Management</i> (X)	0,908	Reliabel
Keunggulan Bersaing (Y1)	0,838	Reliabel
Kinerja Usaha (Y2)	0,871	Reliabel

Sumber: (Data Primer Diolah, 2018)

Hasil uji linieritas yang telah dilakukan menyatakan bahwa semua hubungan antar variabel yang digunakan adalah linier dengan nilai *significance deviation from linearity* > 0,05. Hasil uji linieritas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Linearitas

Hubungan Antar Variabel	<i>Significance Deviation from Linearity</i>	Keterangan
X – Y1	0,693	Linear
X – Y2	0,394	Linear

Sumber: (Data Primer Diolah, 2018)

Syarat validitas, reliabilitas dan linieritas terpenuhi semua dalam hasil uji yang telah dilakukan sehingga instrumen dan variabel yang digunakan dalam penelitian ini tidak perlu diubah dan penelitian dapat dilanjutkan.

Hasil Analisis Inferensial

Evaluasi *Goodness of Fit*

Evaluasi *goodness of fit* untuk *outer model* dilakukan dengan mengukur *convergent validity*, *discriminant validity*, dan *composite reliability*. Syarat indikator telah memenuhi *convergent validity* adalah memiliki nilai *loading factor* > 0,5. Hasil uji *convergent validity* menunjukkan bahwa semua indikator yang digunakan valid. Hal ini berarti hasil pengukuran yang diperoleh melalui instrumen ini telah sesuai dengan konsep-konsep teoritis yang menjelaskan keberadaan atribut-atribut yang digunakan sehingga indikator-indikator pada variabel *supply chain management*, keunggulan bersaing, dan kinerja usaha tidak ada yang dikeluarkan dari konstruk karena telah sesuai dengan teori yang ada.

Hasil uji *discriminant validity* menunjukkan bahwa semua variabel yang digunakan memenuhi syarat *discriminant validity*, yaitu variabel laten dengan indikatornya memiliki nilai *cross loading* lebih besar daripada nilai variabel laten dengan indikator variabel laten lain. Hasil tersebut menunjukkan bahwa indikator-indikator pada variabel *supply chain management*, keunggulan bersaing, dan kinerja usaha dapat menjelaskan variabel latennya dengan baik dan tidak mengukur variabel laten lain yang tidak berkorelasi dengan variabel yang seharusnya diukur.

Variabel dinyatakan reliabel apabila memenuhi syarat memiliki nilai *composite reliability* dan *cronbach alpha* > 0,6. Hasil uji *composite reliability* menunjukkan bahwa variabel yang digunakan memiliki tingkat konsistensi yang baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa variabel laten *supply chain management*, keunggulan bersaing, dan kinerja usaha memiliki tingkat konsistensi yang baik.

Evaluasi *goodness of fit* untuk *inner model* dapat diukur dengan melihat nilai R^2 dan Q^2 . Nilai R^2 variabel keunggulan bersaing adalah 0,427. Nilai tersebut menunjukkan bahwa variabel keunggulan bersaing dengan indikator *delivery dependability*, *time to market*, *price*, inovasi, dan *quality* dapat dijelaskan oleh variabel *supply chain management* sebesar 42,7% dan sisanya sebesar 57,3% dipengaruhi oleh atribut lain yang tidak terdapat pada model. Nilai R^2 variabel kinerja usaha adalah 0,248. Nilai tersebut menunjukkan bahwa variabel kinerja usaha dengan indikator pangsa pasar, aset, penjualan, dan keuntungan dipengaruhi oleh variabel *supply chain management* dan keunggulan bersaing sebesar 24,8% dan sisanya sebesar 75,2% dipengaruhi oleh atribut lain yang tidak terdapat pada model. Indikator variabel *supply chain management* pada penelitian ini meliputi *strategic supplier partnership*, *customer relationship*, *level of information sharing*, *quality of information sharing*, dan *postponement*. Variabel *supply chain management* dan keunggulan bersaing diharapkan mampu memberikan peran terhadap peningkatan kinerja usaha, tetapi variabel yang digunakan dalam penelitian ini belum kuat dalam menjelaskan model yang dibuat karena terdapat 1 indikator yang belum terlibat dalam variabel keunggulan bersaing, yaitu teknologi. Kinerja usaha di UMKM Brem padat di Kabupaten Madiun selama ini dipengaruhi oleh kualitas, harga, inovasi, dan teknologi.

Penambahan indikator teknologi pada variabel keunggulan bersaing diharapkan dapat meningkatkan peran variabel keunggulan bersaing dalam kinerja usaha. Teknologi yang digunakan di UMKM Brem padat di Kabupaten Madiun saat ini masih tergolong manual dengan banyak menggunakan tenaga manusia dan jumlah peralatan yang digunakan juga terbatas disesuaikan dengan kapasitas tempat UMKM sehingga penambahan indikator teknologi dalam pengukuran diharapkan dapat berpengaruh terhadap kinerja usaha. Semakin baik teknologi yang digunakan, maka keunggulan bersaing dan kinerja usaha UMKM Brem padat akan semakin baik pula.

Nilai Q^2 yang diperoleh adalah sebesar 56,91%. Hal tersebut menunjukkan bahwa model struktural memiliki relevansi prediksi yang baik dan layak digunakan dalam penelitian atau model penelitian dapat menjelaskan 56,91% informasi yang terkandung di dalam data. Menurut Sholoha dan Salamah (2015), nilai Q^2 berada pada rentang 0-1, semakin mendekati 1 maka model yang dibentuk semakin baik.

Evaluasi Model Pengukuran

Evaluasi model pengukuran dilakukan berdasarkan nilai *loading factor* dan nilai rata-rata tanggapan responden pada setiap indikator. Nilai *loading factor* digunakan untuk mengetahui faktor penting dalam merefleksikan masing-masing variabel penelitian. Nilai rata-rata dari tanggapan responden digunakan untuk mengetahui persepsi responden terhadap fakta di lapangan. Hasil dari evaluasi model pengukuran dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan prioritas indikator pada setiap variabel yang dipertimbangkan pada penelitian ini dibandingkan dengan pendapat responden. Perbedaan tersebut disebabkan responden kurang mempertimbangkan variabel lain dalam memberikan tanggapan / penilaian terhadap satu variabel dalam penelitian ini. Nilai *loading factor* paling besar pada indikator variabel *supply chain management* adalah *strategic supplier partnership* yang menunjukkan bahwa *strategic supplier partnership* merupakan indikator yang paling merefleksikan variabel *supply chain management*. Hal tersebut tidak sesuai menurut hasil tanggapan responden yang berpendapat bahwa indikator *customer relationship* merupakan indikator yang paling merefleksikan penerapan *supply chain management*. Jika mempertimbangkan variabel lain, para responden atau pemilik UMKM Brem padat seharusnya perlu meningkatkan *supply chain management* dengan prioritas utama *strategic supplier partnership* dalam wujud membangun hubungan kemitraan dengan pemasok.

Tabel 5. Model Pengukuran

Variabel	Indikator	Loading Factor	Rata-rata
Supply Chain Management (X)	<i>Strategic Supplier Partnership</i>	0,868	3,80
	<i>Customer Relationship</i>	0,772	4,10
	<i>Level of Information Sharing</i>	0,797	3,85
	<i>Quality of Information Sharing</i>	0,856	3,85
	<i>Postponement</i>	0,543	4,00
Keunggulan Bersaing (Y1)	<i>Delivery Dependability (Y11)</i>	0,760	4,01
	Inovasi Produk (Y12)	0,871	4,09
	<i>Time to Market (Y13)</i>	0,723	3,33
	<i>Price (Y14)</i>	0,627	3,23
	<i>Quality (Y15)</i>	0,857	4,23
Kinerja Usaha (Y2)	Pangsa Pasar (Y21)	0,530	3,42
	Peningkatan aset (Y22)	0,924	3,13
	Peningkatan Penjualan (Y23)	0,954	3,32
	Peningkatan Keuntungan (Y24)	0,950	3,48

(Sumber: Data Primer Diolah, 2018)

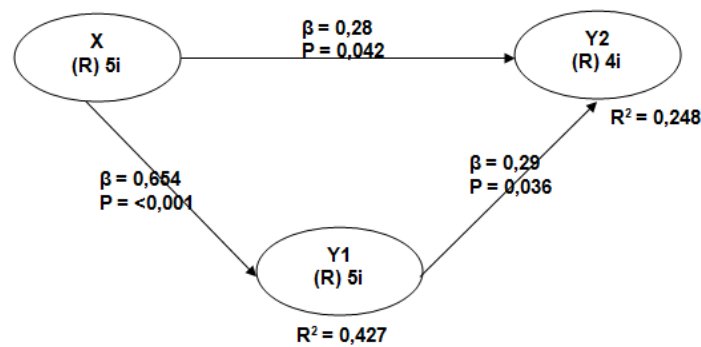
Strategic supplier partnership merupakan indikator yang memiliki nilai *loading factor* tertinggi, tetapi indikator tersebut belum mendapatkan tanggapan yang baik dari responden. Meskipun nilai indikator *strategic supplier partnership* telah sesuai dalam merefleksikan variabel *supply chain management*, indikator tersebut masih perlu diperhatikan oleh para pelaku UMKM Brem padat di Kabupaten Madiun. Peningkatan kemitraan antara pemilik UMKM Brem padat dan pemasok dilakukan dengan cara bekerja sama satu sama lain untuk mewujudkan kesejahteraan bersama. Hal ini dapat dilakukan dengan sering berinteraksi dengan pemasok, sering mengukur dan mengevaluasi kepuasan dari UMKM, serta memantau pemasok agar memberikan bahan baku berkualitas dan tepat waktu. UMKM Brem padat juga dapat melakukan pembayaran secara langsung ketika bahan baku datang. Apabila pembayaran ditunda, maka harus jelas sampai kapan penundaan dilakukan sesuai dengan perjanjian yang telah dilakukan sehingga pemasok tidak rugi. Responden lebih memilih atau mengutamakan *customer relationship* karena menurut mereka pemasok harus dapat melayani keinginan mereka dan mengetahui apa yang dibutuhkan oleh UMKM tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menyampaikan kendala atau keluhan yang selama ini dialami oleh UMKM Brem padat kepada pemasok dan membuat surat perjanjian mengenai kesepakatan atas keinginan UMKM tersebut yang mampu dipenuhi oleh pemasok.

Pada variabel keunggulan bersaing, indikator yang memiliki nilai *loading factor* paling besar adalah inovasi produk yang menunjukkan bahwa inovasi produk merupakan indikator yang paling merefleksikan variabel keunggulan bersaing. Hal tersebut tidak sesuai menurut hasil tanggapan responden yang berpendapat bahwa indikator *quality* merupakan indikator yang paling merefleksikan variabel keunggulan bersaing sehingga indikator *quality* lebih diutamakan dalam penerapan keunggulan bersaing. Responden atau pemilik UMKM Brem padat perlu meningkatkan keunggulan bersaing dengan lebih memperhatikan indikator inovasi. Hal tersebut dapat dilakukan oleh UMKM Brem padat dengan cara menghasilkan produk yang lebih inovatif, misal: membuat variasi produk atau variasi kemasan yang digunakan. Brem padat di Kabupaten Madiun selama ini hanya berbentuk kotak atau kepingan panjang karena cetakannya menggunakan meja panjang. Inovasi bentuk dapat dilakukan dengan membentuk Brem padat bulat pipih menggunakan cetakan bulat pipih. Inovasi juga dapat dilakukan pada kemasan. Kemasan yang digunakan selama ini rata-rata adalah kardus kotak dengan ukuran menyesuaikan ukuran Brem padat. Inovasi kemasan dapat dilakukan dengan membuat kemasan kardus mudah ditenteng sehingga akan terkesan lebih menarik dan elegan apabila digunakan sebagai oleh-oleh.

Pada variabel kinerja usaha, indikator yang memiliki nilai *loading factor* tertinggi adalah peningkatan penjualan yang menunjukkan bahwa peningkatan penjualan merupakan indikator yang paling merefleksikan kinerja sebuah usaha. Hal tersebut tidak sesuai menurut hasil tanggapan responden yang berpendapat bahwa indikator peningkatan keuntungan merupakan indikator yang paling merefleksikan kinerja usaha. Indikator peningkatan keuntungan lebih dipertimbangkan oleh para responden atau pemilik UMKM Brem padat dalam mengukur kinerja usaha. Para responden atau pemilik UMKM tersebut sebaiknya perlu mempertimbangkan peningkatan penjualan sebagai ukuran kinerja usahanya. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memperluas tempat pemasaran sehingga produk yang terjual akan lebih banyak dari sebelumnya. Indikator peningkatan penjualan dan peningkatan keuntungan saling berkaitan. Ketika UMKM Brem padat dapat menambah volume penjualan maka keuntungan UMKM tersebut juga meningkat. Hal tersebut sesuai dengan keinginan UMKM Brem padat, yaitu ukuran kinerja sebuah usaha yang paling penting dan utama adalah adanya peningkatan keuntungan. Menurut Putranto (2017), penjualan memiliki 3 tujuan, yaitu berusaha untuk mencapai keuntungan akhir melebihi biaya yang dikeluarkan di awal, berusaha mencapai volume penjualan tertentu, serta menunjang pertumbuhan perusahaan. Keuntungan diperoleh dari hasil penjualan dikurangi dengan semua biaya operasional. Sebuah usaha dapat meningkatkan penjualan atau menekan biaya atau melaksanakan kedua faktor tersebut secara bersama-sama untuk meningkatkan keuntungan.

Evaluasi Model Struktural

Evaluasi model struktural dilakukan untuk menganalisis hubungan antara variabel *supply chain management* dan keunggulan bersaing terhadap kinerja usaha. Hubungan tersebut dapat dilihat melalui diagram jalur pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil diagram Jalur

Hasil uji hipotesis dalam penelitian ini menyatakan bahwa hipotesis penelitian dapat diterima. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Hipotesis

Hipotesis Secara Langsung	Path Coefficients	P Value	Keterangan
X – Y2	0,280	0,042	Significant
X – Y1	0,654	<0,001	Significant
Y1 – Y2	0,290	0,036	Significant
Hipotesis Mediasi	Indirrect Effects for paths	P value	Keterangan
X – Y2	0,189	0,056	Significant

Sumber: (Data Primer Diolah, 2018)

Hasil hipotesis menunjukkan bahwa *supply chain management* berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja usaha. Penerapan *supply chain management* yang baik pada UMKM Brem padat di Kabupaten Madiun mempengaruhi peningkatan kinerja UMKM tersebut. Indikator *strategic supplier partnership* merupakan indikator yang paling merefleksikan variabel *supply chain management* dan terlihat dari kerjasama antara UMKM Brem padat dengan pemasok mengenai pemenuhan bahan baku yang berkualitas yang diberikan oleh pemasok. UMKM Brem padat akan loyal terhadap pemasok yang selalu memberikan bahan baku yang berkualitas. Menurut Liana dan Sambharakreshna (2016), ketersediaan bahan baku berpengaruh terhadap penjualan karena kualitas bahan baku menentukan kualitas produk. Kualitas produk yang baik dan sesuai keinginan konsumen dapat menarik minat beli konsumen sehingga target volume penjualan usaha akan tercapai.

Supply chain management juga berpengaruh positif dan signifikan terhadap keunggulan bersaing. Penerapan *supply chain management* yang baik pada UMKM Brem padat dapat meningkatkan keunggulan bersaing. Keunggulan bersaing yang dimiliki suatu UMKM dapat mendorong UMKM lain untuk berusaha lebih unggul daripada pesaingnya. Indikator yang paling merefleksikan keunggulan bersaing adalah indikator inovasi produk. Inovasi produk yang saat ini telah dilakukan oleh UMKM Brem padat di Kabupaten Madiun adalah Brem padat varian rasa, Brem padat salut coklat, dan Brem padat daun kelor. UMKM tersebut memerlukan pemasok yang mampu memenuhi kebutuhan bahan bakunya untuk proses produksi dalam melakukan inovasi produk tersebut. Pemenuhan bahan baku berkualitas tersebut dilakukan oleh UMKM Brem padat dengan cara memilih pemasok yang selalu menjaga dan meningkatkan kualitas. Keberadaan pemasok juga dapat membantu suatu usaha untuk melakukan sebuah inovasi. Usaha yang menjalin kemitraan dengan pemasok dapat memperoleh informasi mengenai inovasi-inovasi yang dapat dilakukan terkait dengan penggunaan bahan baku utama yang diberikan oleh pemasok, maupun bahan baku tambahan sebagai penunjang inovasi produk yang telah digunakan oleh UMKM lain. Menurut Rosell dan Lakemond (2012), pemasok dapat memberikan kontribusi terhadap inovasi. Masukan yang dapat diberikan pemasok dapat berupa aspek proses produksi yang terkait dengan pengurangan biaya dan peningkatan

kualitas. Pemasok juga dapat memberikan pengetahuan mengenai inovasi teknologi baru yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk baru yang inovatif.

Keunggulan bersaing berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja usaha. Semakin tinggi kemauan UMKM Brem padat untuk melakukan strategi dalam keunggulan bersaing, maka UMKM tersebut mendapatkan peluang terhadap peningkatan kinerja usaha. Indikator inovasi produk merupakan indikator yang paling merefleksikan variabel keunggulan bersaing. Menurut Rachmawati (2017), usaha yang melakukan inovasi cenderung memiliki keunggulan bersaing dan berusaha melakukan yang terbaik. Usaha tersebut akan berusaha melakukan inovasi produk meskipun harus mengeluarkan biaya yang cukup besar. Hal tersebut karena usaha yang inovatif yakin akan mendapatkan keuntungan yang lebih dari penjualan produk hasil inovasi sehingga mampu meningkatkan kinerja usaha.

Keunggulan bersaing juga mampu melakukan mediasi hubungan antara *supply chain management* terhadap kinerja usaha. Bentuk mediasi keunggulan bersaing pada penelitian ini adalah *partial mediation*. Hal ini karena nilai pengaruh *supply chain management* terhadap kinerja usaha secara tidak langsung lebih kecil daripada nilai pengaruh *supply chain management* terhadap kinerja usaha secara langsung yang berarti ada faktor lain yang mampu memediasi hubungan antara *supply chain management* terhadap kinerja usaha. Keunggulan bersaing mampu memediasi hubungan *supply chain management* terhadap kinerja usaha secara *partial* yang berarti kinerja usaha UMKM Brem padat dapat meningkat dengan adanya penerapan *supply chain management* yang baik, namun peningkatan kinerja usaha tersebut akan lebih optimal apabila keunggulan bersaing juga ditingkatkan dengan melakukan strategi-strategi keunggulan bersaing.

Supply chain management yang direfleksikan oleh *strategic supplier partnership* merupakan salah satu upaya yang dilakukan UMKM Brem padat untuk mendapatkan bahan baku dalam memenuhi proses produksinya. Strategi tersebut merupakan usaha untuk menghasilkan produk yang berkualitas agar dapat memenuhi permintaan konsumen. Hubungan kemitraan yang baik antara UMKM Brem padat dengan pemasok dibutuhkan dalam *supply chain management*. Kemitraan yang dilakukan oleh UMKM tersebut merupakan upaya dalam mengatasi masalah proses produksi terkait pengadaan bahan baku dan kualitas bahan baku. Hal tersebut dilakukan untuk mendukung hasil produksi yang berkualitas. Produk yang berkualitas merupakan produk yang diinginkan dan selalu dicari oleh konsumen. Ketersediaan produk baru juga merupakan faktor yang dipertimbangkan oleh konsumen dalam memilih produk. Oleh karena itu, inovasi dengan hasil produk berkualitas perlu dilakukan untuk menarik minat konsumen dalam membeli. Inovasi produk tersebut dapat memberikan keuntungan bagi UMKM Brem padat karena dapat menambah hasil penjualan yang selama ini mungkin masih berada dalam keadaan stabil. Peningkatan penjualan tersebut dapat memberikan peran terhadap peningkatan kinerja usaha di UMKM Brem padat. Inovasi dapat ditingkatkan dengan penerapan *supply chain management*. Produksi perusahaan akan semakin efisien dan mampu memenuhi kebutuhan pelanggan lebih baik. Informasi dan strategi pembagian informasi dengan pemasok dapat memberikan peluang kepada sebuah usaha untuk menciptakan inovasi produk. Menurut Yunus (2010), usaha yang inovatif dapat lebih mampu bersaing karena inovasi akan membantu usaha tersebut lebih fleksibel dalam meningkatkan daya saing yang lebih baik sehingga inovasi memiliki pengaruh positif terhadap penjualan.

Implikasi Manajerial

Rekomendasi yang diberikan kepada UMKM Brem padat di Kabupaten Madiun agar dapat meningkatkan kinerja usahanya antara lain adalah peningkatan hubungan kemitraan antara UMKM tersebut dengan pemasok, menerapkan *information sharing*, meningkatkan inovasi produk, dan meningkatkan kualitas produk. UMKM Brem padat perlu meningkatkan hubungan kemitraan dengan pemasok. UMKM Brem padat juga dapat menjalin kerjasama dengan lebih dari 1 pemasok untuk menunjang ketersediaan bahan baku dalam menjaga kontinuitas produksi dan ketersediaan produk. Penerapan strategi kemitraan antara UMKM Brem padat dengan pemasok dapat menjadi pendorong bagi usaha dalam meningkatkan kinerja usaha. Kelemahan penerapan strategi ini adalah UMKM tersebut harus selalu melibatkan pemasok dalam pengambilan setiap keputusannya dan begitu pula pemasok.

UMKM Brem padat juga disarankan untuk memperhatikan dan menjaga pembagian informasi atau *information sharing* dengan pemasok, seperti informasi mengenai kebutuhan beras ketan untuk produksi Brem padat, jadwal produksi yang dilakukan oleh UMKM tersebut untuk mengantisipasi pemasok dalam menyediakan beras ketan, sistem pembayaran yang dilakukan oleh UMKM tersebut, dan pengiriman bahan baku yang dilakukan ketika mendekati proses produksi agar tidak terjadi penumpukan bahan baku karena keterbatasan fasilitas

penyimpanan bahan baku di UMKM tersebut. Pembagian informasi dapat mempererat hubungan antara UMKM Brem padat dengan pemasok sehingga dapat menjalankan fungsi masing-masing elemen untuk memperlancar kegiatan yang dilakukan oleh pemasok maupun UMKM tersebut. Kelemahan pembagian informasi adalah perlu tambahan biaya, seperti biaya internet atau pulsa.

Selain peningkatan hubungan kemitraan dan menerapkan *information sharing*, peningkatan inovasi produk juga perlu dilakukan. Hasil dari inovasi produk dapat didukung dengan promosi yang dilakukan oleh pihak UMKM Brem padat agar lebih dikenal dan diterima oleh konsumen. Peningkatan inovasi produk akan menaraik konsumen sehingga konsumen akan lebih mempertimbangkan untuk memilih produk tersebut daripada produk lain yang sejenis. Kelemahan penerapan strategi ini adalah UMKM tersebut harus mengeluarkan biaya yang sedikit lebih banyak di awal mulainya produk baru diproduksi, seperti biaya *trial and error*, biaya untuk mengikuti pelatihan, dan biaya untuk melakukan pengadaan alat maupun bahan baku baru.

Rekomendasi terakhir untuk UMKM Brem padat adalah meningkatkan kualitas produk dengan cara tidak menggunakan bahan kimia seperti pewarna dan perasa meskipun pewarna dan perasa yang digunakan adalah pewarna dan perasa untuk makanan. Hal ini akan membuat Brem padat memiliki kualitas yang lebih bagus daripada Brem padat yang menggunakan bahan-bahan kimia. Kelemahan dari penerapan ini adalah Brem padat yang dihasilkan hanya memiliki rasa original sehingga tidak ada variasi lain. Kualitas produk juga dapat ditingkatkan dengan menggunakan 100% ketan putih sehingga Brem padat yang dihasilkan berwarna putih dan memiliki tekstur yang kuat. Menurut Hapsari *et al.* (2004), air tape ketan hitam memiliki kadar pati dan amilopektin yang lebih tinggi daripada air tape ketan putih sehingga semakin tinggi penggunaan air tape ketan hitam, Brem padat yang dihasilkan mudah patah dan berkurang kekerasannya. Brem padat yang terlalu banyak menggunakan air tape ketan hitam juga akan lebih menghasilkan warna gelap, sedangkan Brem padat dengan penggunaan air tape ketan putih akan menghasilkan warna yang lebih putih. Kelemahan dari penerapan strategi ini adalah UMKM tersebut harus mengeluarkan biaya yang lebih banyak karena harga ketan putih sedikit lebih mahal daripada ketan hitam sehingga selama ini UMKM mencoba mencampur ketan putih dengan ketan hitam.

KESIMPULAN

Supply chain management berpengaruh positif terhadap kinerja usaha UMKM Brem padat serta berpengaruh positif terhadap keunggulan bersaing, sedangkan keunggulan bersaing berpengaruh positif terhadap kinerja usaha. Keunggulan bersaing juga mampu memediasi pengaruh antara *supply chain management* dengan *partial mediation*. Peningkatan kerjasama dengan pemasok perlu dilakukan sehingga UMKM Brem padat dan pemasok mendapatkan keuntungan dari kerjasama tersebut. UMKM tersebut juga perlu menekan biaya produksi sekecil mungkin atau mengurangi ukuran Brem padat yang dijual untuk meningkatkan keuntungan di saat harga beras ketan sebagai bahan baku sedang mahal. Pembukuan atau pencatatan terhadap kegiatan-kegiatan yang berkaitan dengan pengeluaran maupun pendapatan juga perlu dilakukan agar dapat digunakan sebagai bahan evaluasi kinerja. Peneliti selanjutnya dapat dilakukan dengan menambah variabel lain terkait dengan penerapan *supply chain management* serta kinerja usaha, melakukan modifikasi indikator terkait dengan variabel dalam penelitian, serta menggunakan objek yang berbeda dengan teori yang sama maupun teori yang telah dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiastuti, D., dan Versia. (2011). Pengaruh Kapabilitas terhadap Keunggulan Kompetitif dan Dampaknya terhadap Kinerja Perusahaan pada PT Adi Cipta, Makassar. *Jurnal Binus Business Review*. 2(1): 286-292.
- Febriatmoko, B., dan Raharjo, S. T. (2015). Meningkatkan Kinerja Bisnis Melalui Keunggulan Bersaing Kuliner Khas Semarang (Studi pada Sentra Usaha Mikro Lumpia, Bandeng Presto dan Wingko di Kota Semarang). *Jurnal Business, Accounting, and Management*. 2(1): 139-144.
- Gainugasiray, D. S., Girsang, W., dan Siwalette, J. D. (2014). Faktor-Faktor Penyebab Kemiskinan dan Strategi Penanggulangannya (Studi Kasus Desa Rutong Kecamatan Leitimur Selatan Kota Ambon). *Agrikan: Jurnal Agribisnis Kepulauan*. 2(1): 1-16
- Gattorna, J. (2003). *Handbook of Supply Chain Management*. Gower Publishing: Aldershot.

- Ghatebi, M., Ramezani, E., dan Shiraz, M. A. E. (2013). Impact of Supply Chain Management Practices on Competitive Advantage in Manufacturing Companies of Khuzestan Province. *Journal of Contemporary Research in Business*, 5(6): 269-274.
- Hapsari, M., Hidayat, N., dan Pulungan, M. H. (2004). *Pembuatan Brem Padat Aneka Rasa dan Analisis Finansialnya (Kajian Proporsi Air Tape (Ketan Hitam dan Ketan Putih) dan Penambahan Flavor)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Harsari, M dan Muzammil, M. (2012). *Pengaruh Penerapan Manajemen Rantai Pasok terhadap Keunggulan Bersaing*. Skripsi. Fakultas Ekonomi. Universitas Terbuka. Tangerang Selatan.
- Ikhسانia, Z. (2015). Pengaruh Implementasi Internal Marketing terhadap Kinerja Melalui Kepuasan Tenaga Kependidikan di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya Malang. *Jurnal Ilmiah Administrasi Publik*. 1(2): 59-69.
- Ilmiyati, A. (2016). *Pengaruh Manajemen Rantai Pasokan terhadap Keunggulan Kompetitif dan Kinerja Perusahaan (Studi pada Usaha Kecil dan Menengah di Kabupaten Bantul)*. Skripsi. Fakultas Ekonomi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Jati, G. P. dan Sugiarto. (2015). Pengaruh Keunggulan Bersaing melalui Kinerja Bisnis (Studi Kasus Warung Makan di Wilayah Tlogosari Semarang). *Jurnal Manajemen*. 4(1): 1-15.
- Lesmana, E. D. Y. (2014). *Pengaruh Modal, Tenaga Kerja, dan Lama Usaha terhadap Produksi Kerajinan Manik-Manik Kaca (Studi Kasus Sentra Industri Kecil Kerajinan Manik-Manik Kaca Desa Plumbon Gombang Kec. Gudo Kab. Jombang)*. Skripsi. Fakultas Ekonomi dan Bisnis. Universitas Brawijaya. Malang
- Liana, R. E. dan Sambharakreshna. (2016). Analisis Kualitas Produk dan Keberadaan Bahan Baku untuk Meningkatkan Penjualan pada Perusahaan Senapan Angin “Sanaji”. *Jurnal Riset Mahasiswa Ekonomi*. 3(1): 125-139.
- Mahendra, A. D. (2014). *Analisis Pengaruh Pendidikan, Upah, Jenis Kelamin, Usia dan Pengalaman Kerja terhadap Produktivitas Tenaga Kerja (Studi di Industri Kecil Tempe di Kota Semarang)*. Skripsi. Fakultas Ekonomika dan Bisnis. Universitas Diponegoro. Semarang
- Mamahit, R. (2013). Tingkat Pendidikan, Pelatihan dan Kepuasan Kerja Pengaruhnya terhadap Kinerja Pegawai di Badan Penanggulangan Bencana Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Emba*. 1(4): 936-945
- Marlien, R. A. dan Kasmari. (2012). *Analisis Kinerja Supply Chain Management (SCM) untuk Meningkatkan Keunggulan Kompetitif pada PT. Perkebunan Nusantara IX – PG. Sragi Pekalongan*. Skripsi. Universitas Stikubank. Semarang.
- Moulina, T. M. (2017). *Pengaruh Supply Chain Management terhadap Kinerja Perusahaan (Studi pada Industri Keripik Pisang di Kelurahan Segalamider Bandar Lampung)*. Skripsi. Fakultas Ekonomi dan Bisnis. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Musyaffak, H., Astuti, R., dan Effendi, M. (2013). Penilaian Kinerja Supplier Pakan Ternak menggunakan Metode *Analytic Network Process (ANP)* dan *Rating Scale* (Studi Kasus PT DMC Malang-Jawa Timur). *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 2(3): 153-160.
- Ndruru, R. E., Situmorang, M., dan Tarigan. (2014). Analisa Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil Produksi Padi di Deli Serdang. *Jurnal Saintia Matematika*. 2(1): 71-83
- Novriyanto, F. (2017). *Analisis Hubungan Supply Chain Management terhadap Variabel Kinerja Perusahaan pada Industri Kecil Menengah Olahan Makanan Kota Padang*. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Andalas. Padang.
- Nurritzky, D. (2016). *Pengaruh Supply Chain Management terhadap Kinerja Perusahaan pada UMKM Pangan Olahan*. Skripsi. Fakultas Ekonomi dan Bisnis. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Putra, Z. F. S., Sholeh, M., dan Widyastuti, N. (2014). Analisis Kualitas Layanan Website BTKP-DIY menggunakan Metode Webqual 4.0. *Jurnal Jarkom*. 1(2): 174-184.
- Rachmawati, L. (2017). *Analisis Variabel-Variabel yang Mempengaruhi Kinerja Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah Agroindustri (Studi Kasus UMKM Agroindustri Apel di Kota Batu)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Rahmasari, L. (2011). Pengaruh Supply Chain Management terhadap Kinerja Perusahaan dan Keunggulan Bersaing (Studi Kasus pada Industri Kreatif di Provinsi Jawa Tengah). *Jurnal Ilmiah Informatika*. 2(3): 89-103.
- Rangkuti, F. (2009). *Mengukur Efektivitas Program Promosi dan Analisis Kasus menggunakan SPSS*. Gramedia. Jakarta.

- Rosandy, R. A., Putri, S. A., dan Santoso, I. (2013). Analisis Variabel - Variabel yang Mempengaruhi Tingkat Adopsi Teknologi dengan Metode *Partial Least Square* (Studi Kasus pada Sentra Industri Tahu Desa Sendang, Kec. Banyakan, Kediri). *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 1(3): 147-158.
- Rosell, D. T., dan Lakemond, N. (2012). Collaborative Innovation with Suppliers – A Conceptual Model for Characterizing Supplier Contributions to NPD. *Journal of Technology Intelligence and Planning*. 8(2): 197-214.
- Rosidah, N. I. (2017). *Pengaruh Manajemen Rantai Pasokan terhadap Keunggulan Bersaing pada Perusahaan Nabila-Khiary Collection Tasikmalaya*. Skripsi. Universitas Siliwangi. Tasikmalaya.
- Sholiha, E. U. N., dan Salamah, M. (2015). Structural Equation Modeling-Partial Least Square untuk Pemodelan Derajat Kesehatan Kabupaten/Kota di Jawa Timur (Studi Kasus Data Indeks Pembangunan Kesehatan Masyarakat Jawa Timur 2013). *Jurnal Sains dan Seni*. 4(2): 169-174
- Simamora, B. (2008). *Panduan Riset Perilaku Konsumen*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Su'i, M., Supriana, dan Astutik, S. R.. (2011). Pemanfaatan Limbah Brem sebagai Bahan untuk Pembuatan Dodol. *Jurnal Cakrawala*, 5(2): 107-114.
- Sugiharto, D. A., Sandi, S., dan Nurkhayati, I. (2016). *Pengaruh Implementasi Internal Supply Chain Management terhadap Kinerja Operasional Perusahaan (Studi Kasus pada PT. Pan Brothers Tbk, Boyolali)*. Skripsi. Politeknik Negeri Semarang. Semarang.
- Suseno, Y. D. (2010). Pengaruh Strategi Keunggulan Bersaing, Sumberdaya Perusahaan dan Implementasi Strategi Generik terhadap Kinerja Usaha dengan Lingkungan Operasi sebagai Variabel Moderating. *Jurnal Aplikasi Manajemen*. 8(2): 337-351.
- Toffler, B., dan Imber, J. (2002). *Kamus Istilah Pemasaran*. Jakarta: Elexmedia Komputindo.
- Yunus, M. (2010). *Inovasi dan Kreativitas dalam Pemasaran*. UIN Maliki Press. Malang
- Yuwono, R., dan Ardianti, R. R. R. (2013). Analisa Faktor-Faktor Penghambat Pertumbuhan Usaha Mikro dan Kecil pada Sektor Formal di Jawa Timur. *AGORA*. 1(3): 1-9

RANCANGAN SISTEM *TRACEABILITY* HALAL PADA SUPPLY CHAIN MAKANAN UNTUK INDUSTRI KECIL MENENGAH

Dwi Iryaning Handayani⁽¹⁾, Haryono⁽²⁾

¹⁾Juruusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Panca Marga Probolinggo
Jalan Yos Sudarso 107 Pabean Dringu Probolinggo

⁽¹⁾dwiiryaninghandayani@yahoo.co.id

⁽²⁾Haryono@upm.ac.id

Abstrak

Isu makanan halal semakin mengemuka dengan menyumbang lebih dari 17 % industri makanan dunia. Sehingga produk dengan jaminan halal merupakan persyaratan utama untuk dapat diterima dengan baik oleh konsumen muslim di Indonesia. Untuk itu upaya Pemerintah Indonesia melalui SK bersama (LPPOM MUI, Depag dan BPOM Depkes) mencanangkan Sistem Jaminan Halal yang diwujudkan dalam bentuk Sertifikasi Halal bagi setiap produsen produk pangan. Namun sistem jaminan halal ini kurang diperhatikan oleh Industri kecil menengah (IKM) mengingat dalam mendapatkan sertifikat halal IKM harus mampu memenuhi syarat yang ditetapkan MUI salah satunya mampu telusur (*Traceability*). Dengan adanya sistem *traceability* maka IKM dapat menjamin pergerakan produk di sepanjang *supply chain* makanan untuk dapat dilakukan *Tracking* dan *Tracer*. Dengan demikian penting bagi IKM untuk menerapkan sistem *traceability* terhadap hasil produksinya. Namun dalam menjamin keamanan pangan produk halal tidak cukup hanya dengan pendekatan sistem *traceability* akan tetapi perlu dilakukan dengan konsep *traceability* halal, yang mana *traceability* halal dapat memastikan keaslian produk halal. Oleh karena itu perlu suatu sistem *traceability* halal yang dapat memberikan transparansi dan dapat meningkatkan tingkat kepercayaan konsumen untuk membeli makanan Halal. Untuk itu tahapan yang dilakukan meliputi melakukan pemetaan aktivitas yang mampu mengakomodasi kebutuhan *Traceability*, selanjutnya mengidentifikasi aktivitas *Traceability Halal* yang dimulai dari hulu hingga hilir. Dengan merancang sistem *Traceability halal* pada *Supply Chain* makanan menjadi tool yang efektif digunakan untuk menjamin kehalalan dari produk makanan dan memastikan bahwa produk makanannya aman (*food safety*) sehingga industri kecil menengah dapat merekam dan mendokumentasi semua informasi yang berhubungan dengan sejarah bahan baku dan produk sampai konsumen.

Key Word : *Traceability*, Halal, Makanan, *Supply Chain*

PENDAHULUAN

Traceability halal adalah kemampuan untuk melakukan pelacakan status halal mulai dari supplier bahan baku sampai hilir distribusi, yang melibatkan semua pihak dalam rantai pasok makanan. Dengan sistem *Traceability* halal didalam rantai pasok makanan dapat bebas dari aktivitas apapun yang melanggar status halal, karena konsep halal tidak hanya terbatas pada keamanan pangan dan kualitasnya saja, tetapi juga termasuk kontrol proses, pengemasan, penyimpanan, dan pengiriman (Mohammed, 2016). Mengingat makanan halal merupakan syarat religius bagi umat muslim, yang menyumbang lebih dari 17% industri makanan dunia (Ali, et.al, 2016). Hal ini dikarenakan makanan halal tidak hanya dikonsumsi oleh umat muslim akan tetapi non muslim juga sebagai konsumen produk halal (Abdul Aziz & NyenVui, 2012)

Fenomena tersebut menunjukkan bahwa permintaan produk halal dan jaminan produk benar-benar halal semakin besar. Akan tetapi kenyataannya terdapat 54% produk yang beredar di dipasaran berpotensi tidak halal (MUI-BPOM). Produk tidak halal tersebut salah satunya produk abon dan dendeng bermerek sapi yang mengandung babi berlogokan halal dari MUI palsu masih beredar dipasaran (POM,2009).

Untuk itu upaya Pemerintah Indonesia melalui SK bersama (LPPOM MUI, Depag dan BPOM Depkes) mencanangkan Sistem Jaminan Halal yang diwujudkan dalam bentuk Sertifikasi Halal bagi setiap produsen produk pangan. Namun sistem jaminan halal ini kurang diperhatikan oleh Industri kecil menengah (IKM) mengingat dalam mendapatkan sertifikat halal IKM harus mampu memenuhi syarat yang ditetapkan MUI salah satunya mampu telusur (*Traceability*). Dengan adanya sistem *traceability* maka IKM dapat menjamin pergerakan produk di sepanjang *supply chain* makanan untuk dapat dilakukan *Tracking* dan *Tracer* (Dobbene, 2011). *Tracking* adalah kemampuan untuk mengikuti jalur hilir suatu produk di sepanjang *Supply Chain* sedangkan *Tracer* mengacu pada kemampuan dalam menentukan asal dan karakteristik dari produk tertentu, dengan mengacu pada catatan yang disimpan di hulu dalam *Supply Chain*.

Dengan demikian penting bagi IKM untuk menerapkan sistem *traceability* terhadap hasil produksinya. Namun dalam menjamin keamanan pangan produk halal tidak cukup hanya dengan pendekatan sistem *traceability* konvensional akan tetapi perlu dilakukan dengan konsep *traceability* halal, yang mana *traceability* halal dapat

memastikan keaslian produk halal (Rashid, 2018) dan melacak status halal dari produk makanan pada setiap *supply chain* (Zulfakar et al., 2014) serta status halal dapat dipertahankan disepanjang *supply chain* (Usman, 2017)

Oleh karena itu *traceability* halal bukanlah tanggung jawab manufaktur saja melainkan komitmen bersama antara semua pemain di sepanjang *supply chain* makanan. Sehingga penelitian ini akan melakukan rancangan sistem *traceability* halal pada rantai pasok makanan untuk industri kecil menengah. Hasil dari rancangan ini diharapkan IKM dapat merekam dan mendokumentasi semua informasi yang berhubungan dengan sejarah bahan baku dan produk sampai konsumen (Bahrudin, et al, 2011), sehingga IKM mampu memberikan transparansi untuk meningkatkan kepercayaan konsumen dalam membeli makanan halal.

Metode Penelitian

Obyek penelitian ini yaitu IKM pengolahan bakso ikan lele yang berlokasi di kota Probolinggo, Tahapan dalam melakukan rancangan sistem *traceability* halal sebagai berikut :

Pemetaan Aktivitas *Food Supply Chain*

Pemetaan aktivitas dilakukan untuk menentukan jenis dan jumlah entities dari *Supply Chain* yang terlibat didalam sistem *traceability* melalui pengamatan observasi langsung di lapangan, wawancara langsung dan survey data sekunder. Data yang dibutuhkan yaitu data aktivitas proses produksi, penyimpanan dan pengiriman produk.

Identifikasi Aktivitas *Traceability Halal*

Melakukan identifikasi aktivitas *Traceability Halal* dengan cara survey langsung, wawancara dan studi pustaka yang didapat dari beberapa jurnal terkait, buku dan beberapa referensi lain yang berhubungan dengan penelitian ini. FGD dengan *stake holder* perusahaan yang paham dalam konsep *Traceability* dan Halal. Data yang dibutuhkan yaitu data asal usul bahan baku, data aktivitas proses produksi, data pengadaan, proses produksi, proses penyimpanan, data penanganan material dan pengiriman. Dari proses tersebut mulai *Supplier* sampai pengiriman, mana saja proses yang berkaitan dengan Halal *Traceability Supply Chain*.

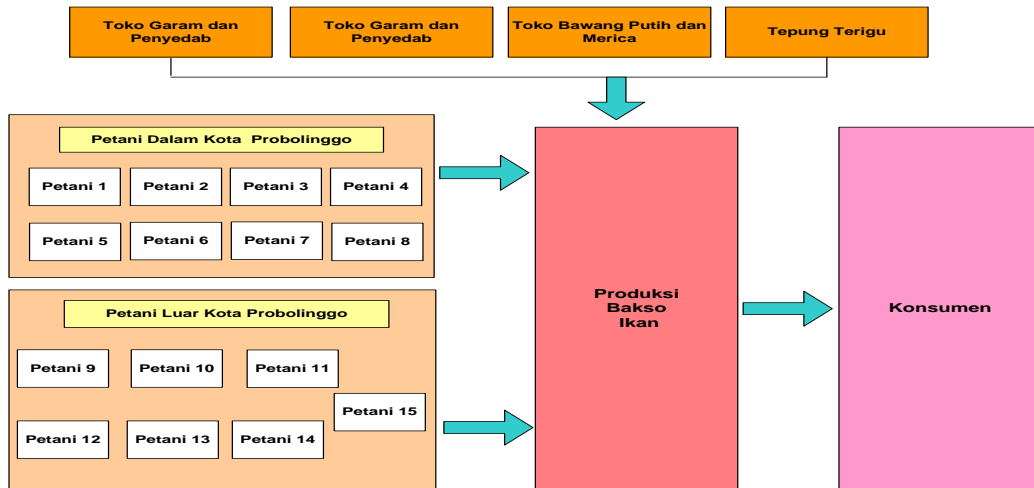
Validasi aktivitas *Traceability Halal*

Tahap ini melakukan validasi terhadap aktivitas yang berhubungan dengan *Traceability* halal *Supply Chain* dengan cara melakukan FGD (*Focus Group Discussion*). Untuk aktivitas *Traceability* FGD dilakukan dengan para Stakeholder di perusahaan industri makanan. Sedangkan untuk aktivitas Halal *Supply Chain* melakukan FGD dengan Majelis Ulama' Indonesia (MUI) kota Probolinggo dan Kota Surabaya. Parameter dalam menvalidasi ke MUI yaitu mendapatkan aktivitas halal yang valid.

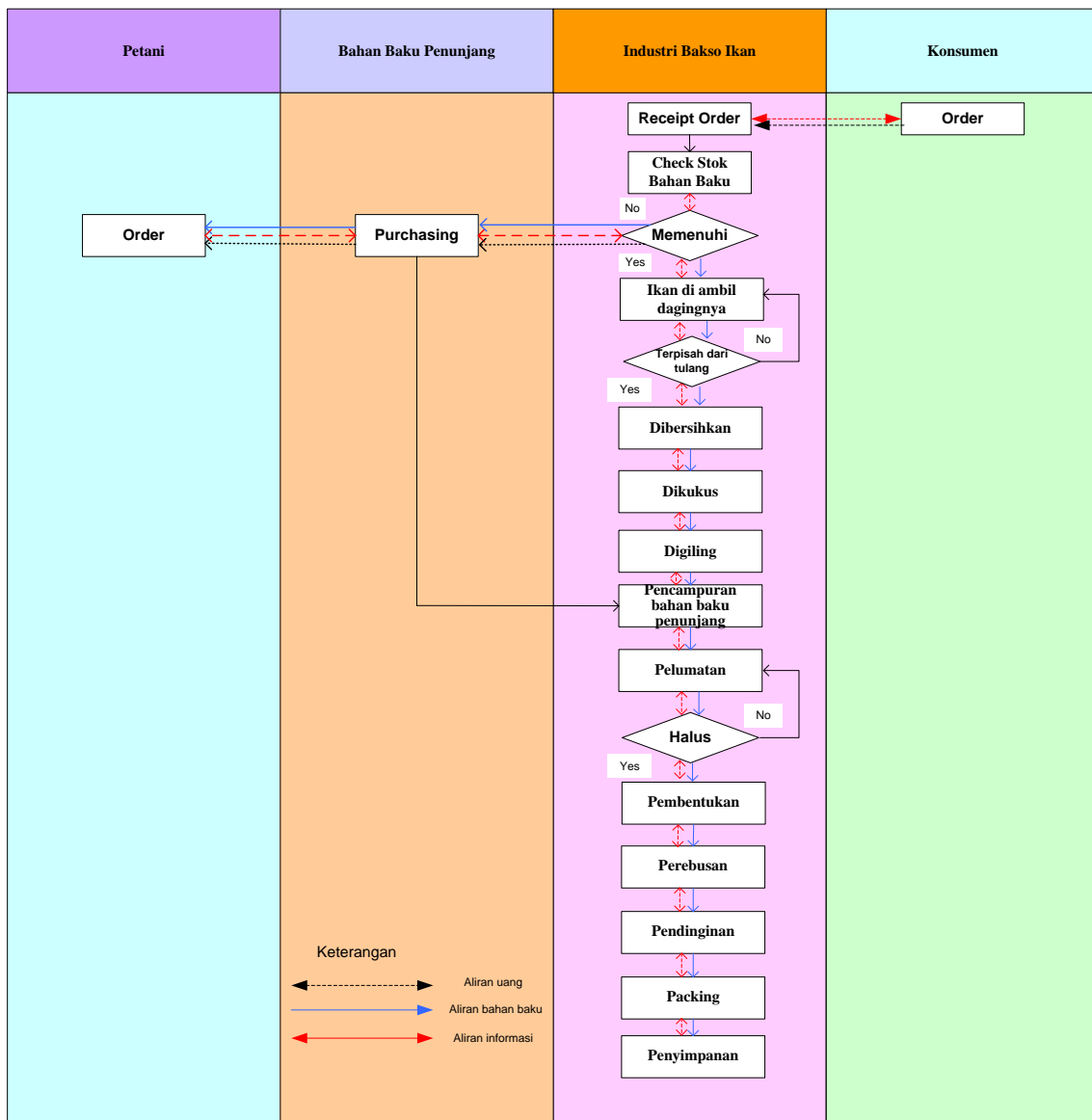
Hasil Dan Pembahasan

Pemetaan aktivitas *Supply Chain* bakso ikan bertujuan untuk mengetahui aktivitas yang dilakukan mulai hulu sampai dengan hilir. Sebelumnya harus diketahui struktur jaringan *Supply Chain* bakso ikan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui aktor yang terlibat didalam *Supply Chain* bakso ikan. Jaringan *supply chain* bakso ikan melibatkan: 1) petani ikan, 2) industri pengolahan, 3) konsumen. Terdapat 15 petani ikan untuk memasok ke industri pengolahan yang berasal dari luar kota sebanyak 9 petani ikan dan dalam kota probolinggo sebanyak 8 petani ikan. untuk lebih detailnya jaringan *supply chain* bakso ikan tradisional di ilustrasikan pada Gambar 1.

Dalam pemetaan *supply chain* bakso ikan terdapat empat aliran yaitu aliran bahan baku, aliran produk, aliran uang dan aliran informasi. Aliran bahan baku berupa bahan baku utama ikan dan bahan baku penunjang seperti bawang putih, garam, penyedap. Aliran uang mengalir dari hilir ke hulu sedangkan untuk aliran informasi bisa terjadi dua arah dari hilir ke hulu atau dari hulu ke hilir. Aktivitas pada *supply chain* bakso ikan diawali dengan adanya order dari konsumen setelah adanya order maka pihak IKM menghubungi petani untuk order ikan dan melakukan pembelian bahan baku penunjang. Petani melakukan pengiriman ikan ke IKM selanjutnya dilakukan inspeksi untuk memastikan bahwa ikan yang dikirim dalam kondisi bagus dan sesuai dengan ukuran yang dipesan. Apabila kondisinya tidak sesuai dengan yang di pesan makan akan dilakukan reject. Tahap berikutnya dilakukan proses produksi pembuatan bakso ikan, lebih detailnya di ilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Supply Chain Bakso Ikan



Gambar 2. Pemetaan Aktivitas Supply Chain

Aktivitas *Supply chain* bakso ikan terkait dengan *traceability* Halal

Traceability pada makanan mempunyai peranan yang sangat penting dalam rangka pemenuhan kebutuhan pangan yang sehat halalan toyyiban serta memenuhi peraturan pemerintah dalam hal mampu telusur. Mengingat bakso ikan tergolong pada produk basah yang kemungkinan dapat muncul risiko kontaminasi mikroba (Opara, 2003). Pada *Supply Chain* bakso ikan aktivitas yang terkait dengan *traceability* digolongkan menjadi dua yaitu penerimaan ikan segar, bahan penunjang dan proses pembuatan produk. Sehingga aktivitas *traceability* di *supply chain* bakso dapat ditandai dengan pemberian ID pada setiap komponen bahan baku, proses produksi, sumber daya manusia. Dengan adanya ID pada setiap aktivitas *traceability* dapat memberikan informasi data produk, bahan baku, proses produksi apabila terdapat kejadian ditemukan ketidak halalan bakso ikan (Handayani, 2013a)

Tabel 1. Aktivitas untuk sistem *traceability*

Pelaku	Aktivitas
Pemasok	Pemberian pakan ikan
	Panen
	Packaging
	Pengiriman ke IKM pengolahan bakso ikan
Pabrik	Pembelian bahan baku penunjang
	Penerimaan bahan baku dari pemasok
	Pembongkaran dan Inspeksi bahan baku
	Penyimpanan ikan di kolam
	Aktivitas produksi
	Inspeksi kualitas produk bakso ikan
	Penyimpanan tempat bakso ikan
	<i>Labeling</i> produk jadi
	Persiapan pengiriman bakso ikan

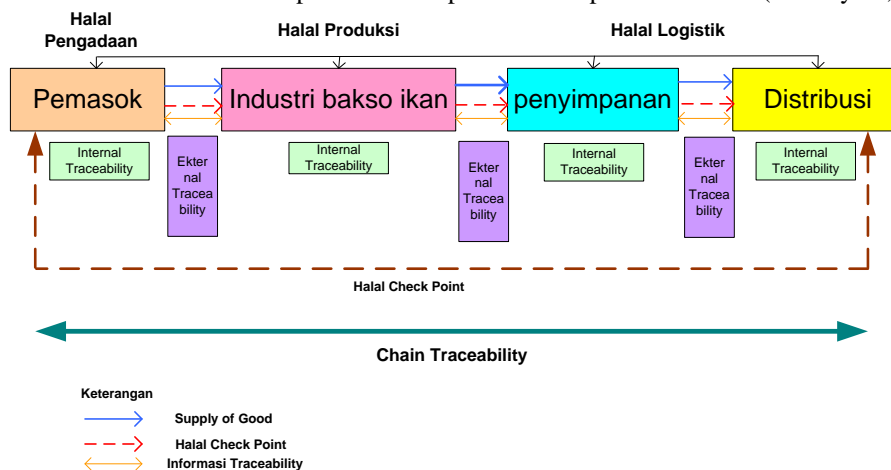
Dalam perspektif industri makanan halal, *Traceability* bisa digunakan untuk melacak status halal tertentu. Halal artinya boleh kecuali secara khusus disebutkan dalam Alquran dan hadist (Rasi et.al, 2017). Bakso ikan pada dasarnya halal akan menjadi tidak halal apabila dalam proses penggilingan terkontaminasi dengan daging tidak halal dan menggunakan bahan tambahan yang tidak halal. Oleh karena itu perlu diterapkan *Traceability system* pada *Supply Chain* makanan yang merekam semua informasi mengenai kegiatan dalam menghasilkan produk, termasuk kegiatan yang terlibat sebelum produksi seperti asal bahan baku (Zulfakar, 2012). Dengan memiliki sistem *Traceability* halal, titik kontrol halal dapat dipantau sepenuhnya jika produk tersebut diduga terkontaminasi unsur non-halal dan informasi secara terperinci dapat terekam sehingga titik kontaminasi diidentifikasi dan dapat dilakukan tindakan lebih lanjut. Oleh karena itu pemetaan aktivitas *traceability* halal pada pembuatan bakso digambarkan pada *Property tabel* dalam sistem *traceability* halal meliputi : aktivitas, informasi penelusuran, teknologi, unit dari organisasi, dan obyek yang ditelusuri serta status halal.

Tabel 2. Property tabel sistem *Traceability* halal

Aktivitas	Informasi <i>Traceability</i>	Halal	Teknologi	Organisasi	Penelusuran
Pemberian makan ternak ikan	Jenis pakannya apakah najis atau tidak	Titik Kritis	<i>Database Management System</i>	Pemasok	Bahan baku utama ikan
Panen	Waktu panen Kode kolam ikan Size ikan	Tidak kritis	<i>Database Management System</i>	Pemasok	Bahan baku utama ikan
Packaging	Quantity ikan, identitas pengirim (pemasok), ukuran ikan	Tidak kritis	<i>Database Management System</i>	Pemasok	Bahan baku utama ikan
Pengiriman ke IKM pengolahan bakso ikan	Quantity ikan, identitas pengirim (pemasok), ukuran ikan	Tidak kritis	<i>Database Management System</i>	Pemasok	Bahan baku utama ikan
Pembelian bahan baku penunjang	Nama Toko, Tanggal Pembelian, status halal	Tidak Kritis	<i>Database Management System</i>	Industri pengolahan ikan	Bahan baku
Penerimaan bahan baku dari pemasok	Nama kode pemasok tanggal terima kondisi Ikan Quantity	Tidak Kritis	<i>Database Management System</i>	Industri pengolahan ikan	Bahan baku
Pembongkaran dan Inspeksi bahan baku	Identitas Pengirim Size Kondisi Ikan	Tidak kritis	<i>Database Management System</i>	Industri pengolahan ikan	Bahan baku
Penyimpanan ikan di kolam	Tanggal memasukkan ikan dikolam, area kolan Nama kode pemasok Kondisi ikan	Tidak kritis	<i>Database Management System</i>	Industri pengolahan ikan	Bahan baku
Aktivitas produksi	Penggilingan ikan Campuran zat kimia berbahaya (Borax, Formalin) Nama pekerjanya Tanggal dan waktu produksi Peralatan yang digunakan	Titik kritis	<i>Database Management System</i>	Industri pengolahan ikan	Proses produksi
Inspeksi kualitas produk bakso ikan	Warna, rasa, kekenyalan, ukuran	Tidak kritis	<i>Database Management System</i>	Industri pengolahan ikan	Produk
Penyimpanan tempat bakso	Tanggal dan waktu produksi, nama pekerja, kualitas, jumlah	Titik kritis	<i>Database Management System</i>	Industri pengolahan ikan	Produk
<i>Labeling</i> produk jadi	Tanggal dan waktu produksi, Komposisi zat, batas waktu kadaluarsa	Tidak kritis	<i>Database Management System</i>	Industri pengolahan ikan	Produk
Persiapan pengiriman bakso ikan	Jenis produk Tujuan pengiriman Tanggal pengiriman	Titik kritis	<i>Database Management System</i>	Industri pengolahan ikan	Produk

Tabel 2 menunjukkan bahwa dengan sistem *traceability* dapat dilakukan penelusuran dari status halal pada setiap tahapan proses di dalam *Supply Chain* makanan. Yang mana penelusuran ini mencakup semua informasi yang berkaitan dengan produk halal mulai dari hulu hingga hilir. Dengan sistem *traceability* halal titik kritis pada produk makanan halal dapat di monitor dan jika terjadi kontaminasi non halal, informasi secara detail dapat dengan mudah didapatkan sehingga antisipasi awal bisa dilakukan sebelum terjadinya kontaminasi (Zulfakar, 2014)

Desain sistem *traceability* halal di ilustrasikan pada Gambar 3, untuk jaminan halal di mulai dari pemasok karena pemasok mensuplai ikan sebagai bahan baku utama yg dibutuhkan untuk memproduksi bakso ikan. Halal pemasok di artikan bahwa pemasok yang mensuplai ikan benar-benar dinyatakan halal dan bebas dari kontaminasi serta sehat, higienis. Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa halal pemasok merupakan titik kritis di dalam mensuplai ikan. Hal ini dikarenakan pemasok harus memperhatikan pakan ternak ikan dan bagaimana perlakuan petani ikan dalam pemberian makan. Apakah semua pakan ikan itu bebas dari kontaminasi, dan memenuhi standar kualitas, tidak menjijikkan serta aman untuk dikonsumsi dan dapat meningkatkan transparansi dalam rantai suplai dalam mengurangi risiko klaim serta menemukan potensi risiko proses rantai pasok makanan (Handayani, 2013b).

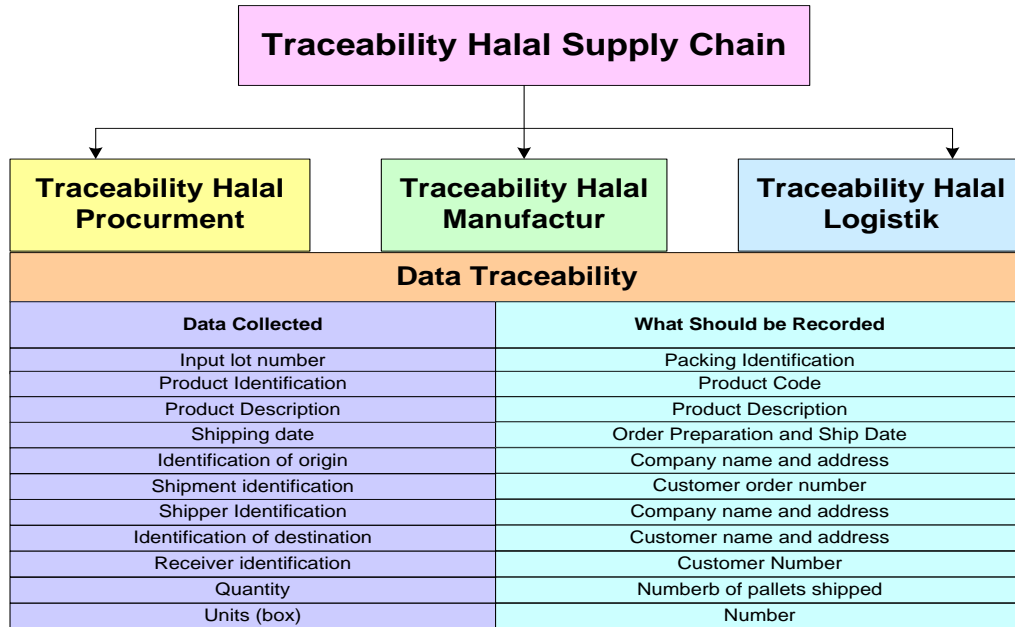


Gambar 3. Desain Sistem Traceability Halal

Pada umumnya Halal *supply chain* terdiri dari empat aktifitas utama yaitu halal pengadaan, halal manufacturing, halal distribution and halal logistik. Pada Gambar 3 terdapat tiga aktivitas yaitu halal pengadaan, halal produksi dan halal logistik. Yang mana dalam tiga aktivitas tersebut terdapat aliran informasi *traceability* dan halal *check point* yang berfungsi untuk memastikan bahwa di sepanjang aliran barang selalu mempertimbangkan dan merencanakan kualitas halal. Pencegahan terhadap barang tidak halal harus dilakukan sedini mungkin untuk memastikan integritas produk dan layanan halal.

Dalam membangun sistem *traceability* dimulai dari hulu yaitu : 1) Halal pengadaan, pemilihan pemasok dengan mensyaratkan bahwa pemasok harus mempunyai sertifikat halal sebagai sumber bahan halal (Ali et al, 2013). untuk semua aktifitas yang dilakukan wajib diidentifikasi dengan pemberian kode, label dan sumber daya manusia yang terlibat. 2) manufaktur halal, proses transformasi bahan baku menjadi produk jadi yang mana bahan baku sebagai inputan sesuai dengan prosedur halal sehingga menghasilkan output halal. 3) Logistik halal mempunyai peran penting dalam integritas halal dari rantai pasokan karena status halal tidak hanya mempertimbangkan bahan produk tetapi kendaraan dalam pengiriman harus halal terhindari dari kontaminasi produk non halal (Omar and Jafar, 2011)

Dengan menggunakan kendaraan yang berbeda antara produk halal dan produk non halal. Hal ini bertujuan untuk melindungi barang selama pengiriman agar tetap terjaga kehalalannya sampai ketangan konsumen (Talib et al., 2010). Halal *check point* didalam logistik halal berperan sebagai pengontrol status halal pada setiap barang sebelum barang tersebut beredar di masyarakat. Semua kegiatan *Traceability* halal dalam *Supply Chain* di tunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Traceability Halal Supply Chain*

Kesimpulan

Desain sistem *Traceability halal* pada *Supply Chain* makanan menjadi tool yang efektif digunakan untuk menjamin kehalalan dari produk makanan dan memastikan bahwa produk makanannya aman (*food safety*) sehingga industri kecil menengah dapat merekam dan mendokumentasi semua informasi yang berhubungan dengan sejarah bahan baku dan produk sampai konsumen. Dengan sistem *traceability* halal dapat dengan mudah untuk dilakukan *tracer* dan *tracking* pada *supply chain* makanan apabila terdapat suatu kejadian kontaminasi atau keraguan terhadap produk halal.

Ucapan Terimakasih

- 1) Terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia.
- 2) Prof Iwan Vanany, Departemen of Industrial Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya Indonesia.

Daftar Pustaka

- Abdul Aziz, Y,& Nyen Vui, C (2012). The Role of Halal Awareness and Halal Certification in Influencing Non-Muslims' Purchase Intention, In Proceedings of the 3rd International Conference
- Ab Talib, MS and Mohd Johan, MR 2012, Issues in Halal Packing: A Conceptual Paper, International Business and Management, Vol 5 No 2 pp 91-5
- Ali Mohd Helmi, (2016), Mitigating Halal Food Integrity Risk Through Supply Chain Integration, Asia Pacific Industrial Engineering And Management System.
- Ali, Mohd helmi, Kim Hua Tan, and Zafir Mohd Makbul (2013) Mitigating halal food integrity risk through supply chain integration, Proceeding of Asia Pacific Industrial Engineering and Management System Conference
- Bahrudin, S. S. M., Illyas, M. I., And Desa, M. I. (2011), *Tracking And Tracing Technology For Halal Product Integrity Over The Supply Chain*. Electrical Engineering And Informatics (Iceei), 2011 International Conference On. 1-7.
- F.Dobene and P.Gay,” Food Traceability system: Performance evaluation and optimization,” Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 75, No. 1, pp. 139-146, jan. 2011
- Handayani I D (2013b) Identifikasi Rantai Pasok Berbasis Sistem Traceability pada Minuman Sari Apel, Jurnal Spektrum Volume 11 No 2 ISSN 1963-6590
- Handayani I D (2013a) Model Proses Bisnis Traceability Dalam Melakukan Tracking dan Tracing Pada Rantai Pasok Minuman Sari Apel, Vol 9 ISSN 1693-024X hal 111-122

- L.U. Opara, (2003) Traceability in Agriculture and food supply chain: a review of basic concepts, technological implications, and future prospects,"J.of Food Agric. Environ.,Vol.1,no.1, pp.101-106
- Mohammed H.Y., et.al (2016) Halal Traceability in Enhancing Halal Integrity for Food Industry in Malaysia – A Review, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume: 03 Issue: 03 | Mar-2016, e-ISSN: 2395 -0056
- Omar, E.N And H.S Jaafar (2011) Halal Supply Chain in the Food Industry-A conceptual model. In Business Engineering and Industrial Application (ISBEIA)IEEE Symposium
- Rashid A.N et al (2018) Relationship Between Halal Traceability System Adoptions On Halal Food Supply Chain Integrity And Performance, International Journal of Asian Sicial Science, Vol 8, No 8, ISSN: 2224-4441
- Rasi R.Z et.al (2017) Designing Halal Supply Chain: malaysia's Halal Industry Scenarios, MATEC Web of Confernces 135
- Y V Usman, Fauzi A M, Irawadi T T, Djatna T (2018) Augmented halal food traceability system: analysis and design using UML , IOP Conf. Ser.:Mater. Sci.Eng.337 012050
- Zulfakar, M., Jie, F., and Chan, C. (2012) *Halal Food Supply Chain Integrity: From A Literature Review To A Conceptual Framework*. 10th ANZAM Operations, Supply Chain and Services Management. 1-23
- Zulfakar, M.H., M.M. Annar and M.S Talib ((2014) Conseptual Framework on Halal Food Supply Chain Intehrity enhancement. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 121:58-67
- www.halalmui.org. Diakses pada 30 Maret 2017

BIDANG TRANSPORTASI DAN DISTRIBUSI

MODEL PERENCANAAN DISTRIBUSI UNTUK MITIGASI PENARIKAN PRODUK

Tommy William¹, Ig. Jaka Mulyana², Ivan Gunawan³

¹ *Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya*

yohanes14.tw@gmail.com

² *Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya*

jmulyono@ukwms.ac.id

³ *Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya*

ivangunawan@ukwms.ac.id

Abstrak

Penarikan produk pangan merupakan bencana yang mengakibatkan kerugian besar bagi perusahaan. Tindakan pencegahan melalui sistem pengendalian kualitas tidak dapat menjamin perusahaan bebas dari penarikan produk. Potensi terjadinya penarikan produk bisa berasal dari berbagai sumber penyebab baik internal maupun eksternal. Tindakan mitigasi merupakan solusi untuk mengurangi kerugian yang dialami perusahaan ketika perusahaan harus melakukan penarikan produk. Salah satu model tindakan mitigasi yang dapat dilakukan perusahaan melalui perencanaan distribusi dengan meminimalkan penyebaran batch produk. Penerapan model tersebut akan mereduksi biaya penarikan produk ketika perusahaan secara sukarela atau dituntut untuk menarik suatu batch produknya. Hal ini akan membantu mempercepat pemulihan finansial perusahaan dan mempertahankan kesinambungan usahanya. Model matematis berbasis Mix Integer Linear Programming (MILP) yang dikenal dengan nama chain dispersion menjadi model dasar untuk menyusun perencanaan distribusi. Model chain dispersion akan dikembangkan dengan menambahkan parameter jarak pada fungsi tujuannya. Dengan demikian, selain meminimalkan jumlah penyebaran batch, model juga mempertimbangkan jarak antar peritel yang menerima pasokan dari batch yang sama. Model pengembangan chain dispersion ini digunakan dalam sebuah studi kasus di sebuah industri pangan. Data yang digunakan dalam studi kasus ini merupakan data sekunder dari perusahaan. Data tersebut menunjukkan ada 3 batch produk setiap periode, sembilan peritel dengan permintaan selama dua periode. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa penyebaran batch 1, 2, dan 3 di periode 1 menghasilkan jarak cluster distribusi secara berurutan sebesar 273km, 105km, dan 78km. Pada periode 2, batch 1, 2, dan 3 menghasilkan jarak cluster distribusi secara berurutan sebesar 201km, 78km, dan 137km. Jika diasumsikan semua batch pada periode 1 bermasalah maka perusahaan mampu mereduksi jarak sebesar 93km dalam proses penarikan produk dibandingkan dengan metode yang diterapkan perusahaan saat ini.

Kata kunci: *chain dispersion, distribusi, mitigasi, mix integer linear programming, penarikan produk.*

Pendahuluan

Peningkatan kesadaran konsumen akan kualitas dan keamanan pangan menyebabkan beban bagi industri pangan untuk menjaga dan mempertahankan kualitas dan keamanan produknya menjadi semakin berat. Penarikan produk merupakan prosedur yang harus dilakukan oleh industri pangan ketika berhadapan dengan masalah terkait kualitas dan keamanan produknya (ISO 22000:2005). Penarikan produk pangan didefinisikan sebagai suatu upaya menarik produk pangan yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan atau tidak sesuai dengan peraturan perundang-undangan dari setiap tahapan pada rantai pangan, termasuk produk pangan yang telah dimiliki oleh konsumen dalam upaya memberikan perlindungan terhadap konsumen (BPOM, 2017). Penarikan produk ini merupakan aktivitas yang tidak mempunyai nilai tambah bahkan mengakibatkan besaran kerugian yang tidak dapat diprediksi bagi

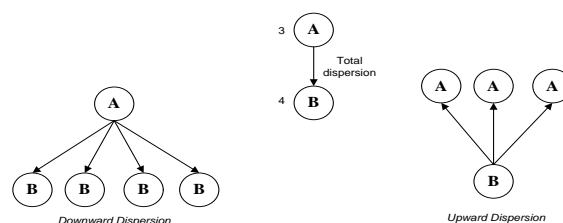
industri pangan. Banyak industri pangan yang mengalami kebangkrutan setelah melakukan penarikan produk.

Berman (1999) membagi biaya penarikan produk menjadi biaya langsung dan biaya tak langsung. Salah satu komponen biaya langsung adalah biaya transportasi untuk menarik produk bermasalah dari peredaran. Manfaat dari penelitian ini adalah perusahaan dapat mereduksi biaya transportasi melalui perencanaan distribusi dengan meminimalkan penyebaran *batch* produk yang mempertimbangkan jarak antar peritel. Model optimasi berbasis MILP untuk mengendalikan penyebaran *batch* pada tahap produksi mulanya dikembangkan oleh Dupuy et al (2005). Model yang dikenal dengan nama *batch dispersion* ini bertujuan meminimalkan kuantitas produk jadi yang harus ditarik jika terjadi masalah pada satu *batch* bahan baku atau barang setengah jadi. Selanjutnya, model ini dikembangkan dari sisi komputasinya dengan pendekatan heuristik (Grunow et al., 2008), *dynamic programming* (Hu et al., 2009), algoritma genetika (Tamayo et al., 2009), *a record to record travel metaheuristic* (Dhouib et al., 2010), *particle swarm optimization* (Hartati et al., 2012), dan *bee colony algorithm* (Xin et al., 2015). Rong dan Grunow (2010) kemudian memperkenalkan ekstensifikasi model *batch dispersion* yang diberi nama *chain dispersion*. Kata ‘*chain*’ digunakan dalam model ini untuk mengindikasikan pengendalian *batch* yang telah melibatkan rantai bisnis (Wolf, 2008). Pengendalian penyebaran *batch* pada model *chain dispersion* ditingkatkan hingga tahap distribusi.

Pada studi ini diusulkan pengembangan model *chain dispersion* dengan menambahkan parameter jarak ke dalam fungsi tujuan. Dampak dari perkembangan teknologi informasi saat ini menyebabkan informasi mengenai jarak antar lokasi peritel mudah diakses. Hipotesis yang digunakan dalam studi ini adalah penambahan parameter jarak akan mampu meningkatkan efektivitas proses penarikan produk dan mereduksi biaya penarikan produk utamanya biaya transportasi. Asumsi yang digunakan adalah satuan biaya transportasi dianggap tetap sehingga hanya tergantung pada jarak tempuh. Model ini kemudian diujicoba pada sebuah studi kasus pada industri pangan dengan menggunakan data tiga *batch* produk yang akan didistribusikan ke sembilan peritel selama dua periode.

Konsep *Batch Dispersion*

Pada industri pangan, isu mengenai kualitas dan keamanan produk sangat diperhatikan. Secara teknis, pemeriksaan parameter keamanan dan kualitas produk pangan dilakukan pada tingkat *batch* produksi. Apabila suatu *batch* bahan baku teridentifikasi memiliki masalah kualitas atau keamanan dan tersebar secara tidak terkendali pada *batch-batch* suksesornya maka produk akhir yang terkontaminasi akan semakin banyak. Dupuy et al. (2005) selanjutnya memperkenalkan model matematis berbasis *Mix Integer Linear Programming* (MILP) untuk meminimalkan penyebaran *batch* (*batch dispersion*) dalam proses produksi. Tujuan dari model *batch dispersion* ini untuk mengantisipasi jika ada *batch* produk yang terlambat teridentifikasi maka *batch* produk suksesornya yang terkontaminasi dapat diminimalkan.

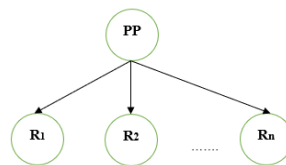


Gambar 1. Ilustrasi perhitungan *downward dispersion* dan *upward dispersion*

Batch dispersion merupakan jumlah dari *downward dispersion* bahan baku dan *upward dispersion* produk jadi. *Downward dispersion (tracing)* merupakan jumlah *batch* produk jadi yang mengandung bagian dari *batch* bahan baku. Sedangkan, *upward dispersion (tracking)* merupakan jumlah *batch* bahan mentah yang digunakan untuk menghasilkan *batch* produk jadi. Gambar 1 merupakan ilustrasi mengenai konsep *downward dispersion* dan *upward dispersion*.

Konsep Chain Dispersion

Chain dispersion merupakan pengembangan model dari *batch dispersion* yang diusulkan oleh Rong et al. (2010). Jika konsep *batch dispersion* hanya meminimalkan penyebaran *batch* pada tingkat produksi, *chain dispersion* telah melibatkan pihak lain dalam rantai pasok yakni peritel (lihat Gambar 2). Model *chain dispersion* akan menghasilkan keputusan untuk meminimalkan penyebaran *batch* dari produsen atau distributor pada peritel dengan mempertimbangkan *trade-off* biaya dan ukuran *batch*. Pengelolaan *batch* dalam melayani peritel dapat membantu produsen menangani insiden keamanan pangan yang mengharuskan penarikan produk.



Gambar 2. Konsep *chain dispersion*

(Rong dan Grunow, 2010)

Metode Penelitian

Pengembangan model *chain dispersion* (Rong dan Grunow, 2010) dilakukan dengan menambahkan parameter jarak (*A*) dalam fungsi tujuan model matematis berbasis *Mix Integer Linear Programming* (MILP). Penambahan parameter jarak (*A*) merupakan kelebihan pada pengembangan model ini. Pertimbangan penambahan jarak pada fungsi tujuan adalah untuk meningkatkan kemampuan model sehingga selain mengendalikan jumlah penyebaran antar peritel, model juga dapat memilih peritel yang mempunyai jarak terdekat (lokalisasi) dalam mendistribusikan *batch* produk yang sama. Dengan demikian, jika terjadi masalah kualitas atau keamanan pada produk pangan yang didistribusikan, biaya penarikan produk menjadi lebih rendah dan masalah dapat diselesaikan dengan lebih cepat. Selanjutnya, dilakukan verifikasi dan validasi model melalui analisis sensitivitas menggunakan data hipotetik yang dibangkitkan dengan jumlah *batch* produksi dan jumlah peritel yang berbeda-beda pada setiap percobaan. Setelah, model diverifikasi dan valid maka model digunakan untuk menyelesaikan sebuah studi kasus pada industri makanan di kota Mojokerto. Atas permintaan industri tersebut, nama perusahaan dan produk tidak disebutkan dalam artikel ini.

Pengumpulan data studi kasus dilakukan dengan metode wawancara tidak terstruktur pada karyawan perusahaan di tingkat supervisor. Laporan penjualan dan laporan produksi merupakan sumber data sekunder yang valid dari perusahaan. Data-data yang digunakan adalah kapasitas produksi, ukuran *batch*, jumlah pelanggan yang berperan sebagai peritel dalam rantai pasok, lokasi peritel, dan permintaan tiap peritel. Informasi mengenai jarak antar peritel di peroleh dari aplikasi *Google maps*. Tujuan melakukan studi kasus ini untuk mengevaluasi aplikabilitas model dalam dunia industri pangan. Pada tahap akhir akan dibandingkan keluaran model dengan distribusi yang sudah dilakukan perusahaan.

Pengembangan Model

Indeks :

b = nomor *batch* produk jadi
j = peritel j
k = peritel k
t = periode

Variabel keputusan :

O_{bjkt} = nilai biner, ketika O_{bjkt} bernilai 1 maka dilakukan pengiriman barang dari peritel j ke k pada periode t dari *batch* produksi b.

V_{bjt} = nilai biner, ketika V_{bjt} bernilai 1 maka dilakukan pengiriman produk ke peritel j pada periode t dari bahan *batch* produksi b.

Parameter :

A_{jk} = jarak dari peritel j ke peritel k (km)

B = banyak *batch* produk jadi yang digunakan

N = banyak peritel

T = banyak periode

M = nilai besar tak hingga.

I_{bt} = *inventory* produk jadi dari *batch* produksi b pada periode t.

$I_{b(t-1)t}$ = *inventory* produk jadi dari I_{bt} yang digunakan untuk periode t.

x_{bjt} = jumlah produk yang digunakan untuk memenuhi peritel j pada periode t dari *batch* produksi b.

$x_{bj(t-1)t}$ = jumlah produk yang diambil dari *inventory* periode sebelumnya untuk memenuhi *demand* peritel j pada periode t dari *batch* produksi b.

d_{jt} = jumlah *demand* peritel j pada periode t.

K_{bt} = kapasitas persediaan produk jadi dari *batch* produksi b pada periode t.

Berikut merupakan model matematis yang telah dikembangkan:

Fungsi tujuan:

$$\min \sum_{b=1}^B \sum_{j=1}^N \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^N \sum_{t=1}^T (A_{jk} * O_{bjkt}) / 2 \quad (1)$$

Fungsi (1) bertujuan untuk meminimumkan penyebaran *batch* produksi yang menghasilkan penyebaran suatu *batch* dengan jarak yang terdekat antar peritel, dimana A merupakan jarak antar peritel dan O_{bjkt} merupakan nilai biner dimana jika O_{bjkt} bernilai 1 maka dilakukan pemenuhan *demand* oleh *batch* b untuk peritel j dan k pada periode t.

Fungsi pembatas:

1. *Inventory*

Pada setiap industri terdapat kapasitas produksi. Kapasitas produksi tersebut digunakan untuk memenuhi *demand* peritel, ketika terdapat sisa produk dalam suatu *Sbatch*, maka produk tersebut akan ditampung ke dalam *inventory*, dalam model yang dikembangkan, fungsi pembatas *inventory* dirumuskan sebagai berikut:

$$I_{bt} = K_{bt} - \left(\sum_{b=1}^B \sum_{j=1}^N x_{bjt} \right) \quad \forall b \leq B, \forall t \in [1, \dots, T]$$

$$b = 1, 2, \dots, B \quad (2)$$

Fungsi (2) bertujuan untuk mengetahui sisa produk dari *batch* b pada periode t, dimana K_{bt} merupakan kapasitas *batch* b akan digunakan untuk memenuhi *demand* pada periode t, dan sisa kapasitas *batch* b akan dimasukkan ke dalam *inventory* dan akan digunakan untuk memenuhi *demand* pada periode berikutnya:

$$I_{b(t-1)t} = I_{b(t-1)} - \left(\sum_{b=1}^B \sum_{j=1}^N x_{bj(t-1)t} \right) \quad \forall b \leq B, \forall t \in [1, \dots, T]$$

$$b = 1, 2, \dots, B \quad (3)$$

Fungsi (3) bertujuan untuk membedakan *inventory batch* 1 yang digunakan pada periode 2 dengan produk yang diproduksi pada periode 2.

2. Demand

Untuk meminimalkan penyebaran *batch*, perlu dibedakan pemenuhan *demand* untuk setiap peritel dari *batch* produksi b ataupun dari *batch inventory* dari periode sebelumnya. Hal tersebut dirumuskan:

$$\sum_{b=1}^B x_{bjt} + \sum_{b=1}^B x_{bj(t-1)t} = d_{jt} \quad \forall j \leq N, \forall t \in [1, \dots, T]$$

$$b = 1, 2, \dots, B, \text{ dan } j = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

Fungsi (4) bertujuan untuk menyatakan bahwa *demand* peritel j periode t dipenuhi oleh *batch* b. dimana x_{bjt} menyatakan banyak *demand* yang terpenuhi dari *batch* produksi untuk peritel j pada periode t, sedangkan $x_{bj(t-1)t}$ menyatakan banyak *demand* yang terpenuhi dari sisa *batch* produksi pada periode sebelumnya (*inventory*) untuk memenuhi *demand* peritel j pada periode t.

$$x_{bj(t-1)t} \leq M * x_{bjt}$$

$$b = 1, 2, \dots, B, \text{ dan } j = 1, 2, \dots, N \quad (5)$$

Fungsi (5) bertujuan untuk mengatur penyebaran produk dari *inventory* ke peritel yang sama dengan *batch* produksi pada periode sebelumnya, jika pada periode sebelumnya *batch* b didistribusikan ke peritel 1 dan 2 maka untuk sisa produk yang masuk ke dalam *inventory* yang harus didistribusikan ke peritel 1 atau 2.

3. Batasan-batasan lain

Fungsi 6-10 merupakan fungsi-fungsi yang bertujuan untuk menghubungkan *inventory* dan *demand* sehingga didapat penyebaran *batch* yang minimum.

$$V_{bjt} \leq x_{bjt} + x_{bj(t-1)t} \quad \forall b \leq B, \forall j \leq N, \forall t \in [1, \dots, T]$$

$$x_{bjt} + x_{bj(t-1)t} \leq M * V_{bjt}$$

$$b = 1, 2, \dots, B, \text{ dan } j = 1, 2, \dots, N \quad (6)$$

Fungsi (6) merupakan fungsi peubah biner dimana ketika x_{bjt} atau $x_{bj(t-1)t}$ memiliki nilai maka V_{bjt} bernilai 1, jika tidak sebaliknya.

$$\sum_{j=1}^N \sum_{t=1}^T v_{bjt} + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^N \sum_{t=1}^T v_{bkt} - 1 \leq \sum_{j=1}^N \sum_{\substack{k \in j \\ k \neq j}}^N \sum_{t=1}^T O_{bkjt}$$

$$\forall b \leq B$$

$$b = 1, 2, \dots, B, \quad (7)$$

Fungsi (7) menjelaskan bahwa ketika jumlah nilai biner v_{bjt} dan v_{bkt} lebih kecil sama dengan dari nilai biner O_{bkjt} maka penyebaran untuk *batch* b didistribusikan ke peritel j dan k pada periode t.

$$I_{bt} \geq 0$$

$$I_{b(t-1)t} \geq 0$$

$$\forall b \leq B, \forall t \in [1, \dots, T]$$

$$b = 1, 2, \dots, B \quad (8)$$

Fungsi (8) bertujuan untuk memberikan batasan bahwa nilai *inventory* tidak boleh lebih kecil dari 0.

$$V_{bjt} \in \{0, 1\},$$

$$\forall b \leq B, \forall j \leq N, \forall t \in [1, \dots, T]$$

$$b = 1, 2, \dots, B \quad (9)$$

Fungsi (9) merupakan nilai biner, ketika V_{bjt} bernilai 1, maka *batch* b dipilih untuk memenuhi peritel j pada periode t, ketika V_{bjt} bernilai 0 sebaliknya.

$$O_{bkjt} \in \{0, 1\}, \quad \forall b \leq B, \forall j \leq N, \forall k \in j, \forall t \in [1, \dots, T]$$

$$b = 1, 2, \dots, B, \text{ dan } j = 1, 2, \dots, N \quad (10)$$

Fungsi (10) merupakan nilai biner ketika O_{bjkt} bernilai 1, maka penyebaran produk *batch* b dipilih untuk peritel j ke k pada periode t . ketika O_{bjkt} bernilai 0 sebaliknya.

Asumsi yang digunakan pada pengembangan model ini adalah rute distribusi produk dari kota A ke kota B sama dengan rute distribusi produk dari kota B ke kota A.

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengumpulan data, diperoleh informasi bahwa perusahaan memiliki sembilan peritel yang secara rutin melakukan pemesanan ke perusahaan dengan jumlah permintaan yang berbeda setiap pemesanan. Peritel tersebut tersebar di wilayah Jawa Timur. Tabel 1 menunjukkan jarak antar peritel yang diperoleh dari *Google Maps*. Dalam satu periode, perusahaan mampu menghasilkan produk sebanyak 3 *batch*. Tiap *batch* perusahaan ditetapkan sebesar 1.250 kg atau setara dengan 250 *ball*. *Ball* merupakan satuan yang digunakan dalam bahasa perdagangan produk pangan yang diproduksi.

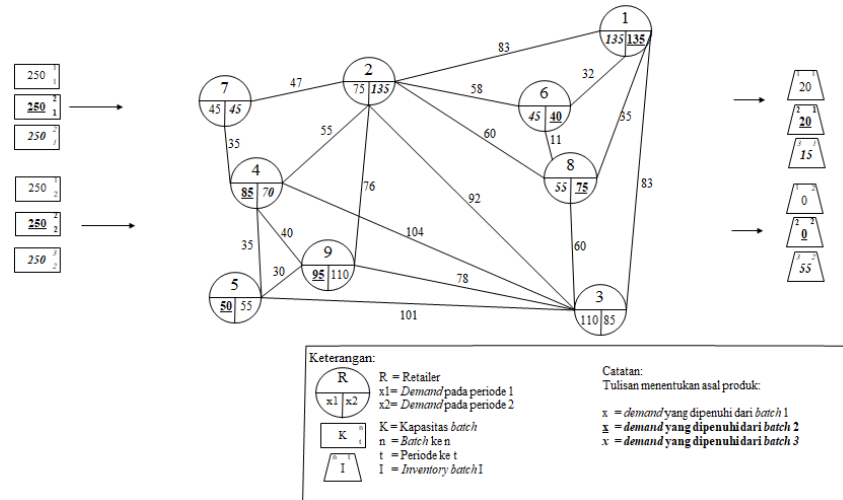
Tabel 1. Jarak antar peritel (dalam kilometer)

Peritel	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		83	83	138	173	32	130	35	159
2	83		92	55	90	58	47	60	76
3	83	92		104	101	71	129	60	78
4	138	55	104		35	113	35	115	40
5	173	90	101	35		148	70	150	30
6	32	58	71	113	148		105	11	134
7	130	47	129	35	70	105		107	75
8	35	60	60	115	150	11	107		136
9	159	76	78	40	30	134	75	136	

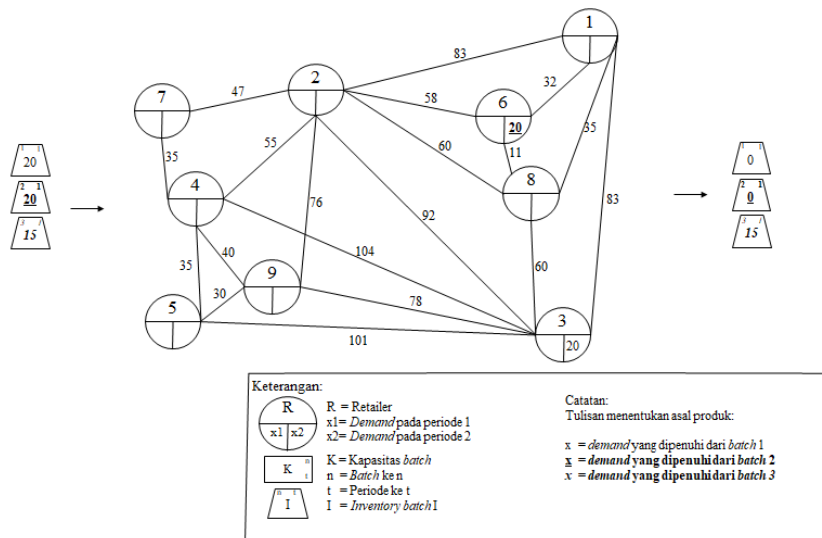
Tabel 2. Permintaan tiap peritel selama 2 periode

Peritel	Permintaan (Ball)	
	Periode 1	Periode 2
1	135	135
2	75	135
3	110	105
4	85	70
5	50	55
6	45	50
7	45	45
8	55	75
9	95	110

Tabel 2 merupakan data permintaan tiap peritel pada bulan Januari-Februari 2018. Setelah pengumpulan data, dilakukan pengolahan data dengan menginputkan data dalam model. Proses penyelesaian model dilakukan dengan *software* Lingo 11 dan keluaran model divisualisasikan pada Gambar 3 dan 4. Agar lebih mudah dipahami, untuk visualisasi keluaran model dibuat menyerupai diagram *Critical Path Method* (CPM).



Gambar 3. Distribusi *batch* periode 1



Gambar 4. Distribusi *batch* periode 2

Pada periode 1, *batch* 1 didistribusikan ke peritel 2, 3, dan 7. *Batch* 2 didistribusikan ke peritel 4, 5 dan 9. Sedangkan *batch* 3 didistribusikan ke peritel 1, 6, dan 8. Total jarak *cluster* penyebaran tiap *batch* pada periode 1 sebesar 461 km. Pada periode 2, *batch* 1 didistribusikan ke peritel 3, 5 dan 9. *Batch* 2 didistribusikan ke peritel 1, 6 dan 8. *Batch* 3 didistribusikan ke peritel 2, 4, dan 7. Total jarak *cluster* penyebaran *batch* pada periode 2 sebesar 416 km.

Untuk menunjukkan efektivitas model dalam meminimalkan penyebaran *batch* serta jarak antar peritel, dilakukan perbandingan antara jarak penyebaran *batch* yang merupakan keluaran model dengan data riil penyebaran produk sebenarnya dari perusahaan. Tabel 3 menunjukkan data perbandingan penyebaran *batch* antara data perusahaan dan keluaran model pada periode 1.

Tabel 3. Perbandingan penyebaran *batch* antara data perusahaan dengan hasil keluaran model periode 1

<i>Batch</i>	Hasil penyebaran <i>batch</i> (peritel)	
	Kondisi riil	Keluaran model
1	1, 7, 9	2, 3, 7
2	3, 4, 5	4, 5, 9
3	2, 6, 8	1, 6, 8

Perbedaan hasil pada Tabel 3 terjadi karena perusahaan menerapkan prosedur pendistribusian *batch* berdasarkan urutan waktu pemesanan produk (*first in first serve*). Sedangkan model menentukan perencanaan distribusi dengan mempertimbangkan pengendalian jumlah penyebaran antar peritel dan jarak antar pelanggan.

Tabel 4. Perbandingan jarak penarikan produk pada periode 1

<i>Batch</i>	Minimum Recall	
	Data riil (km)	Keluaran model (km)
1	334	293
2	298	254
3	136	128
Total	768	675

Diasumsikan terjadi masalah kualitas atau keamanan pada produk yang telah didistribusikan perusahaan pada periode 1 dan mengharuskan perusahaan untuk melakukan penarikan produk. Perbandingan jarak dari keluaran model dan data perusahaan menunjukkan bahwa model terbukti efektif dalam meminimalkan jumlah penyebaran *batch* dengan mempertimbangkan jarak antar peritel. Dengan demikian, validitas operasional model telah terpenuhi. Hasil perbandingan jarak antara data perusahaan dan hasil keluaran model jika terjadi penarikan produk pada periode 1 dapat dilihat pada Tabel 4.

Model mampu menghemat biaya penarikan produk dengan memperpendek jarak total penyebaran *batch* sebesar 93 km dibandingkan dengan jarak distribusi yang dihasilkan perusahaan dengan asumsikan biaya penarikan produk linier dengan jarak yang ditempuh pada saat melakukan penarikan produk.

Kesimpulan

Pengembangan model *chain dispersion* memberikan dampak yang positif bagi perusahaan sebagai langkah mitigasi untuk mereduksi biaya penarikan produk jika terjadi masalah kualitas atau keamanan pangan. Studi kasus untuk melihat implementasi model, menunjukkan bahwa model telah berhasil meminimalkan penyebaran beserta jarak penyebaran produk. Pengolahan data dalam studi kasus menunjukkan bahwa jarak minimum jika diasumsikan terjadi penarikan pada periode 1 sebesar 675 km. Jika dibandingkan dengan data penyebaran *batch* melalui prosedur perusahaan saat ini, maka implementasi model dalam aktivitas perencanaan distribusi dapat mereduksi jarak penarikan produk pada periode 1 sebesar 93 km. Jarak yang lebih pendek ini mengindikasikan bahwa proses penarikan produk dapat dilakukan lebih cepat dan efisien dengan asumsi jarak dan biaya penarikan produk memiliki hubungan yang linier. Kelemahan dalam penggunaan *mix integer linier programming* dalam studi ini adalah waktu penyelesaiannya yang sangat lama. Studi lebih lanjut yang dapat dilakukan yakni melakukan penyelesaian model melalui pendekatan heuristik atau metaheuristik agar penyelesaian model menjadi lebih cepat. Selain itu, penambahan fungsi pembatas terkait masa kedaluarsa produk pangan dan memasukkan unsur-unsur biaya di dalam model akan semakin meningkatkan kontribusi praktis dari model ini.

Daftar Pustaka

- Berman, B., (1999), "Planning the inevitable product recall", *Business Horizons*, Vol. 42 (2) pp. 69-70.
- BPOM, (2007), "Penarikan Pangan dari Peredaran", *Peraturan Kepala Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2007*
- Dhouib, S., et al., (2010), "A record to record travel metaheuristic to minimize total dispersion in food industry", *Computer Systems and Applications (AICCSA)*, pp. 1-4.
- Dupuy C., et al., (2005), "Batch dispersion model to optimize traceability in food industry", *Journal of Food Engineering*, Vol. 70 pp. 333-339.
- Grunow M and Rong A. (2010), "A methodology for controlling dispersion in food production and distribution", *OR Spectrum*, Vol. 32 (4) pp. 957-978.
- Hartati, M., et al., (2012), "Pengembangan algoritma particle swarm optimization untuk optimalisasi dispersi batch pada proses produksi"
- International Organization for Standardization (2005), "Food Safety Management Systems-Requirements for Any Organization in the Food Chain", *ISO 22000:2005*
- Kallel, L and Benaissa, M., (2011), "A production model to reduce batch dispersion and optimize traceability", *Logistics (LOGISTIQUA)*, pp. 144-149.
- Tamayo, S., et al., (2009), "Deliveries optimization by exploiting production traceability information", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 22 (4-5) pp. 557-568.
- Wolf, J., (2008), "The nature of supply chain management research: insights from a content analysis of international supply chain management literature from 1990 to 2006", Springer Science & Business Media.
- Weisong, M., et al., (2009), "Modeling method of traceability system based on information flow in meat food supply chain". *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, Vol. 6 (7) pp. 1094-1103.
- Xin, L., et al., (2015), "Optimization of recall in food supply chain using modified artificial bee colony algorithm", *Control Conference (CCC)*, pp. 2581-2587.

OPTIMASI TRANSPORTASI DAN DISTRIBUSI RAMAH LINGKUNGAN UNTUK PRODUK TURUNAN TEKSTIL BERBASIS SERAT NABATI DENGAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM*

Nunung Nurhasanah¹, Yandra Arkeman²

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia
Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jalan Sisingamangaraja, Kebayoran, Jakarta 12110

Email: nunungnurhasanah@uai.ac.id

²Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Kampus IPB Dramaga, Jl Raya Dramaga, Bogor 16680

Email: yandra_ipb@yahoo.com

Abstrak

Permasalahan transportasi kerap disandingkan dengan penyelesaian masalah optimasi jaringan. *Vehicle routing problem (VRP)* salah satu metode yang dapat digunakan untuk meminimasi rute. Seiring perkembangan keilmuan, teknologi, dan kondisi lingkungan yang memerlukan prioritas perhatian demi terciptanya keberlanjutan, maka semesta pembicaraan VRP telah membahas penetapan minimasi biaya transportasi dengan mempertimbangkan emisi CO₂.

Tujuan umum studi ini adalah untuk merancang optimasi sistem transportasi dan distribusi ramah lingkungan untuk produk tekstil berbasis serat nabati. Sementara tujuan khusus studi ini adalah: (1) Memilih serat nabati yang berpotensi menjadi produk turunan tekstil, dan (2) Minimasi biaya transportasi berdasarkan model VRP (*Clarke and Wright algorithm*) dengan memperhatikan konsep efisiensi yang ramah lingkungan.

Tahapan metode penelitian diawali dengan penetapan pemilihan serat nabati yang potensial menjadi produk olahan Tekstil dan Produk Turunan Tekstil (TPT) dengan fuzzy Analytical hierarchy process (AHP), kemudian menetapkan optimasi rute dengan VRP, perhitungan biaya transportasi dengan meminimasi emisi CO₂. Tahap terakhir menghitung biaya logistik tahunan yang ditetapkan berdasarkan biaya transportasi yang sudah diperoleh, kemudian digabung dengan biaya persediaan dan biaya simpan.

Pendekatan VRP dapat membantu pengambil keputusan menetapkan rute terpendek dengan biaya minimum. Serat nabati yang berasal daun nanas dinyatakan terpilih sebagai bahan baku yang berpotensi untuk diolah menjadi TPT dengan bobot nilai fuzzy tertinggi, yaitu 33,68%.

Untuk pengiriman serat danun nanas kering dari depot di Subang Jawa Barat kepada delapan industri pemintalan benang. Rute terpendek adalah Depot (Subang)-Bogor-Yogyakarta-Semarang-Malang-Malang-Mojokerto-Depot (Subang)-Gresik-Pasuruan-Depot (Subang) dengan total jarak tempuh 4.034,4 km. Efisiensi biaya transportasi dapat dilakukan dengan menjalankan strategi memonitor perilaku pengemudi melalui minimasi emisi CO₂. Efisiensi sebesar 3,29% (Rp.27.476.310,40) dapat diperoleh melalui pengeluaran biaya transportasi sebesar Rp.808.575.481,60 per tahun

Kata kunci: biaya, minimasi, rute, serat nabati, transportasi, tekstil dan produk turunannya

Pendahuluan

Transportasi di Indonesia merupakan penopang pertumbuhan ekonomi. Perpindahan produk atau bahan baku industri memerlukan penanganan transportasi yang aman dan tepat, sehingga proses perpindahannya tidak menurunkan kualitas produk maupun bahan baku yang akan digunakan oleh konsumen. Perpindahan ini menyebabkan perlunya alat transportasi untuk merealisasikan pertumbuhan ekonomi [1].

Permasalahan transportasi kerap disandingkan dengan penyelesaian masalah optimasi jaringan, dan termasuk dalam permasalahan rantai pasok [2]. Tujuan dari penyelesaian optimasi untuk masalah transportasi adalah meminimasi total biaya transportasi yang digunakan untuk memindahkan produk atau bahan baku dari satu lokasi asal ke lokasi tujuan tanpa melebihi batas kapasitas yang telah ditetapkan [3].

Pendekatan optimasi yang digunakan pada studi ini adalah *Vehicle Routing Problem (VRP)*. VRP dikenalkan oleh Dantzig dan Ramser (1959) dalam rangka merancang rute optimal pada satu kendaraan dari satu lokasi depot ke satu konsumen yang tersebar secara geografis [4]. Banyak penelitian menggunakan metode ini untuk tujuan minimasi biaya berdasarkan rute terpendek. Pada optimasinya, VRP akan menyertakan kendala, kapasitas kendaraan, panjang rute, waktu tempuh, hubungan preseden satu node dengan node lainnya [5].

Algoritma Clarke and Wright merupakan salah satu algoritma yang dikembangkan dalam pendekatan VRP. Algoritma ini menggunakan penetapan jarak node dengan *Euclidian distance matrix*, dan penetapan rute minimum melalui formula *saving value* [6].

Seiring perkembangan keilmuan, teknologi, dan kondisi lingkungan yang memerlukan prioritas perhatian demi terciptanya keberlanjutan, maka semesta pembicaraan VRP telah membahas penetapan minimasi biaya transportasi dengan mempertimbangkan emisi CO₂ [7]. Hal ini dikarenakan semakin tingginya kewaspadaan masyarakat terhadap pencemaran lingkungan yang dapat menurunkan kesehatan manusia dan keseimbangan lingkungan hidup [8].

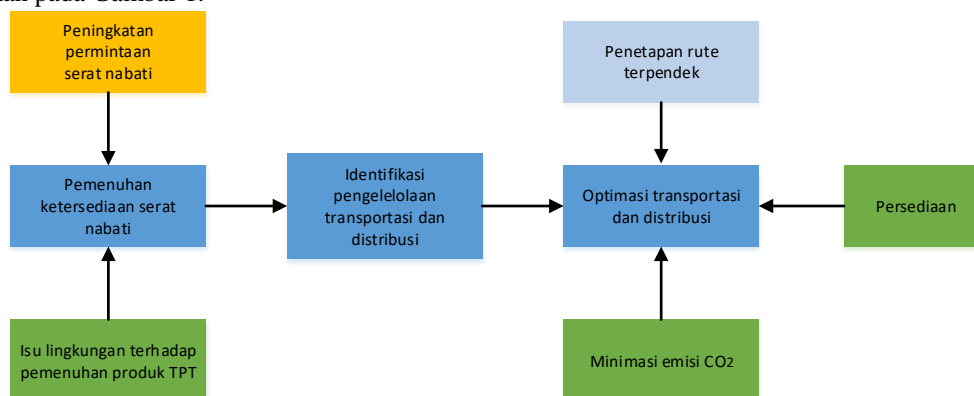
Serat nabati sebagai salah satu bahan baku tekstil dan produk tekstil merupakan material yang ramah lingkungan dalam proses pengolahannya, mulai dari serat kemudian dikeringkan, lalu dipintal menjadi benang, diolah menjadi kain tekstil (*fabrics*) dan akhirnya menjadi pakaian jadi (*apparel*). Mengapa serat nabati, karena serat nabati merupakan bahan baku ramah lingkungan yang potensial untuk dikembangkan menjadi produk tekstil dan turunannya. Selain itu, diketahui jumlahnya berlimpah di alam [9].

Tekstil dan produk tekstil (TPT) termasuk dalam produk industri andalan yang ditetapkan dalam Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035 [10]. Industri TPT dianggap sebagai satu dari lima industri andalan nasional yang diprediksi dapat mendorong pertumbuhan ekonomi Indonesia di masa kini dan mendatang. Seiring peningkatan pendapatan dan pemahaman masyarakat tentang keberlanjutan dan ramah lingkungan, produk pakaian jadi yang merupakan turunan TPT dan berbasis serat nabati pun terus meningkat permintaannya [11].

Peningkatan permintaan produk pakaian jadi akan secara signifikan meningkatkan permintaan benang dan serat nabati sebagai bahan bakunya. Transportasi berperan besar dalam menjaga keberlanjutan ketersediaan pasokan serat nabati untuk dipintal menjadi benang. Oleh sebab itu, studi ini memiliki tujuan umum untuk merancang optimasi sistem transportasi dan distribusi ramah lingkungan untuk produk tekstil berbasis serat nabati. Sementara tujuan khusus studi ini adalah: (1) Memilih serat nabati yang berpotensi menjadi produk turunan tekstil, dan (2) Minimasi biaya transportasi berdasarkan model VRP dengan memperhatikan konsep penghematan yang ramah lingkungan.

Metode Penelitian

Kerangka berpikir yang dikembangkan dalam studi adalah untuk memperoleh optimasi biaya transportasi dan distribusi melalui efisiensi BBM berdasarkan perilaku pengemudi dan penetapan tingkat persediaan. Penetapan optimasi biaya transportasi dititikberatkan pada isu lingkungan dengan meminimasi emisi CO₂. Diagram kerangka pikir disajikan pada Gambar 1.

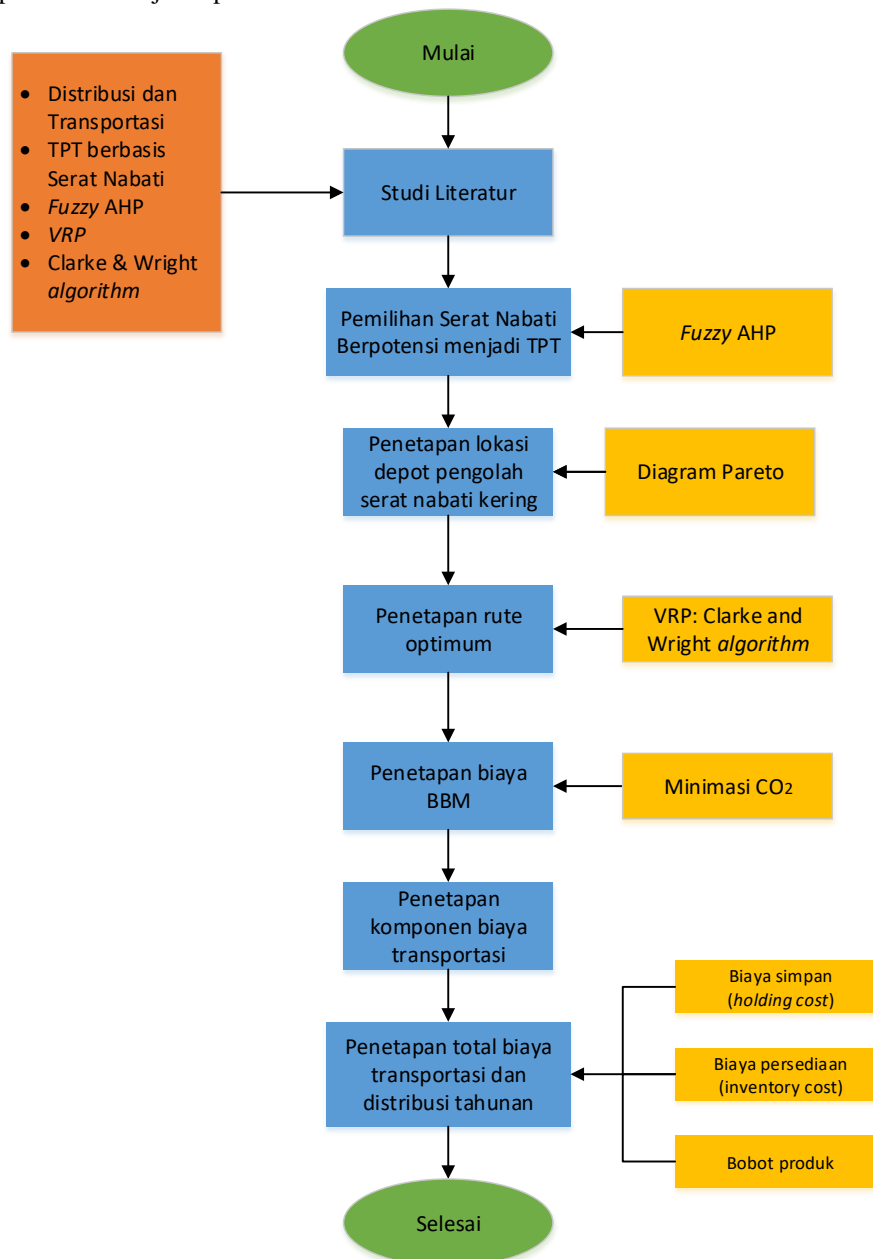


Gambar 1. Kerangka Berpikir

Tahapan metode penelitian diawali dengan studi literatur terhadap kajian yang terkait dengan serat nabati, TPT, transportasi, distribusi, *fuzzy AHP*, VRP, dan persediaan. Kemudian dilanjutkan dengan pemilihan serat nabati dengan metode *fuzzy AHP*. Serat nabati yang diprioritaskan terdiri dari 7 jenis, yaitu: abaca, daun nanas, kapas, rami, kenaf, mendong, dan kapuk. Kriteria yang dibangkitkan untuk menetapkan pilihan serat nabati adalah: (1) Peningkatan nilai tambah, (2) Keberlanjutan, (3) Potensi sumber daya lokal, (4) Produk ramah lingkungan, serta (5) Peningkatan peluang pasar lokal dan global.

Tahap berikutnya adalah menetapkan depot sebagai titik awal penetapan rute, dengan menggunakan diagram pareto berdasarkan data produksi panen (BPS, 2016). Kemudian menetapkan rute optimum dengan VRP. Setelah itu menetapkan biaya BBM melalui minimasi CO₂ yang dihasilkan dari perilaku pengemudi. Dilanjutkan dengan penetapan komponen biaya transportasi, sehingga dihasilkan biaya transportasi berdasarkan rute terpendek dan minimasi CO₂. Tahap terakhir menghitung biaya transportasi tahunan yang ditetapkan berdasarkan biaya

transportasi yang sudah diperoleh, kemudian digabung dengan biaya persediaan dan biaya simpan. Diagram alir tahapan metode penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Metode Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Pemilihan 7 serat nabati dengan metode *fuzzy* AHP dilakukan dengan menggabungkan pendapat 3 orang pakar. Struktur hirarki dari AHP disajikan pada Gambar 3. Penetapan batas atas dan batas bawah bilangan *fuzzy* ditetapkan berdasarkan α -cut menggunakan persamaan sesuai dengan teori AHP (2005) dalam Marimin et al. (2013) yang disajikan pada persamaan (1). Nilai α yang ditetapkan adalah 0,5 artinya pakar mempunyai tingkat kepercayaan *moderat* pada saat melakukan penilaian dalam matriks perbandingan berpasangan.



Gambar 3. Struktur Hirarki AHP

$$\begin{aligned}
 \tilde{1}\alpha &= [1, 3 - 2\alpha] & \tilde{3}\alpha - 1 &= \left[\frac{1}{5-2\alpha}, \frac{1}{1+2\alpha} \right] \\
 \tilde{3}\alpha &= [1 + 2\alpha, 5 - 2\alpha] & \tilde{5}\alpha - 1 &= \left[\frac{1}{7-2\alpha}, \frac{1}{3+2\alpha} \right] \\
 \tilde{5}\alpha &= [3 + 2\alpha, 7 - 2\alpha] & \tilde{7}\alpha - 1 &= \left[\frac{1}{9-2\alpha}, \frac{1}{5+2\alpha} \right] \\
 \tilde{7}\alpha &= [5 + 2\alpha, 9 - 2\alpha] & \tilde{9}\alpha - 1 &= \left[\frac{1}{11-2\alpha}, \frac{1}{7+2\alpha} \right] \\
 \tilde{9}\alpha &= [7 + 2\alpha, 11 - 2\alpha] & & \dots \dots \dots (1)
 \end{aligned}$$

Nilai matriks perbandingan berpasangan α -cut fuzzy kemudian diubah ke dalam nilai crisp dengan menggunakan persamaan:

$$\tilde{a}_{ij}^{\alpha} = w \tilde{a}_{ij}^{\alpha} + (1-w) \tilde{a}_{ij}^{\alpha}, \forall w \in [0,1] \dots \dots \dots (2)$$

Nilai w yang digunakan adalah 0,5, artinya nilai yang diberikan tidak terlalu optimis dan tidak terlalu pesimis. Vektor eigen atau tingkat kepentingan elemen dapat dihitung dengan menyelesaikan persamaan karakteristik matriks perbandingan α -cut fuzzy kemudian memasukkan nilai eigen terbesar ke dalam persamaan berikut:

$$x_i = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}}}{n} \dots \dots \dots (3)$$

Selanjutnya dilakukan normalisasi nilai x_i untuk memperoleh tingkat kepentingan pada elemen i . Selanjutnya diukur seberapa besar pakar konsisten untuk memberikan penilaian, dengan menggunakan persamaan berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \dots\dots\dots (4)$$

Selain menghitung nilai CI juga memperhitungkan rasio tingkat konsisten penilaian pakar yaitu dengan menghitung nilai CR, dengan persamaan sebagai berikut:

$$CR = CI/RI \dots\dots\dots (5)$$

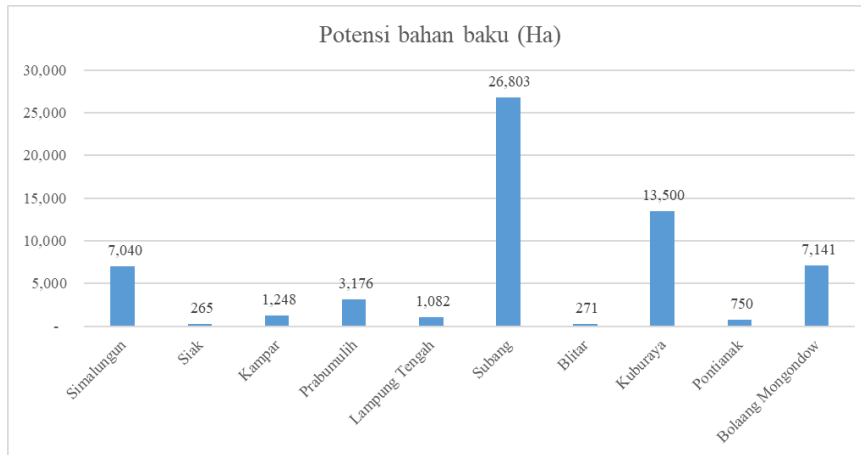
Hasil perhitungan α -cut fuzzy, λ_{\max} , x , CI, dan CR disajikan pada Tabel 1. Pada tabel dinyatakan bahwa semua hasil nilai fuzzy AHP telah konsisten, karena telah memenuhi persyaratan nilai $CI < 0,1$.

Tabel 1. Hasil perhitungan α -cut fuzzy, λ_{\max} , x , CI, dan CR

Uraian	λ_{\max}	CI	CR
Kriteria Alternatif	8,46	0,86	0,07
- Kriteria 1	7,58	0,09	0,07
- Kriteria 2	7,57	0,09	0,07
- Kriteria 3	7,46	0,08	0,06
- Kriteria 4	7,88	0,15	0,10
- Kriteria 5	7,51	0,09	0,06

Hasil perhitungan fuzzy AHP, diperoleh bahwa daun nanas memiliki bobot terbesar pertama (0,3368), abaca dengan bobot (0,2133), mendong dengan bobot (0,1451), kapas dengan bobot (0,1144), kenaf dengan bobot (0,0694), kapuk dengan bobot (0,0822), dan rami dengan bobot (0,0389). Oleh sebab itu, maka daun nanas terpilih untuk dijadikan bahan baku TPT yang berasal dari serat nabati.

Potensi bahan baku daun nanas tersebar di 10 sentra kebun nanas seperti disajikan pada diagram pareto di Gambar 4. Pada diagram ini tampak bahwa wilayah Subang Propinsi Jawa Barat memiliki potensi penghasil daun nanas terbesar.



Gambar 4. Diagram Pareto Potensi Bahan Baku Daun Nanas (BPS, 2016)

Penetapan rute terpendek dengan VRP, disajikan terlebih dahulu matriks jarak pada Tabel 2. Pada Tabel 2 terlihat bahwa depot daun nanas berasal dari Subang untuk didistribusikan pada 8 industri pengolah serat kering menjadi benang pada industri pemintalan benang yang tersebar di Propinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur.

Tabel 2. Matriks Jarak

Matriks Jarak		Depot serat nanas	PT Apac Inti Corpora	PT. Unitex	PT. Primissima	PT INDIRAT EX SPINDO	PT INDUSTRI SANDANG NUSANTARA	PT JELITA ANUGERAH	PT PANGESTU SEGORO INDONESIA	PT RAMA GLORIA SAKTI TEXTILE
From/To		D	1	2	3	4	5	6	7	8
Depot serat nanas	D		402	183	428	768	765	682	687	732
PT Apac Inti Corpora	1	402		519	75.7	378	375	293	298	340
PT Unitex	2	183	519		558	899	895	813	818	860
PT Primissima	3	428	75.7	558		345	396	313	318	361
PT Indirax Spindo	4	768	378	899	345		2.8	60.5	81.1	42.2
PT Industri Sandang Nusantara	5	765	375	895	396	2.8		58.2	78.8	40
PT Jelita Anugera	6	682	293	813	313	60.5	58.2		17.4	29.8
PT Pengestu Segoro Indonesia	7	687	298	818	318	81.1	78.8	17.4		48.4
PT Rama Gloria Sakti Textile	8	732	340	860	361	42.2	40	29.8	48.4	

Kendaraan yang mengangkut serat nanas kering adalah jenis Truk double 6 ban 110PS-130PS (6x2) dengan dimensi 18m³ maksimum kapasitas daya angkut 8 ton. Banyaknya serat daun nanas kering yang harus didistribusikan untuk 8 industri pemintalan benang disajikan pada Tabel 3. Sedangkan penetapan jumlah kendaraan diperoleh berdasarkan persamaan (6). Sehingga diketahui bahwa total produk yang harus dikirim adalah 10,8 ton dengan kapasitas kendaraan 8 ton, maka jumlah kendaraan adalah 1,26 unit atau dibulatkan ke atas menjadi 2 unit kendaraan truk engkel. Untuk dapat melanjutkan perhitungan VRP, maka dibuatkan matriks jarak baru yang disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan penetapan rute terpendek, maka diketahui bahwa rute terpendek adalah Depot (Subang)-Bogor-Yogyakarta-Semarang-Malang-Malang-Mojokerto-Depot (Subang)-Gresik-Pasuruan-Depot (Subang) dengan total jarak tempuh 4.034,4 km.

$$\text{Jumlah Kendaraan (v)} = \text{Total produk yang harus dikirim (q)} / \text{Kapasitas kendaraan (Q)} \dots\dots\dots (6)$$

Tabel 3. Jumlah Serat Daun Nanas Kering yang Harus Didistribusikan (dalam ton)

Industri	1	2	3	4	5	6	7	8
Kuantitas	1,04	1,33	1,22	1,35	1,38	1,30	1,36	1,10

Tabel 4. VRP Matriks Transportasi Serat Daun Nanas Kering

Depot serat nanas	D	Industri								Vehicle	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PT Apac Inti Corpora	1	0	519	75.7	378	375	293	298	340	402	402
PT Unitex	2	519	0	558	899	895	813	818	860	183	183
PT Primissima	3	75.7	558	0	345	396	313	318	361	428	428
PT Indiratex Spindo	4	378	899	345	0	2.8	60.5	81.1	42.2	768	768
PT Industri Sandang Nusantara	5	375	895	396	2.8	0	58.2	78.8	40	765	765
PT Jelita Anugera	6	293	813	313	60.5	58.2	0	17.4	29.8	682	682
PT Pengestu Segoro Indonesia	7	298	818	318	81.1	78.8	17.4	0	48.4	687	687
PT Rama Gloria Sakti Textile	8	340	860	361	42.2	40	29.8	48.4	0	732	732
Vehicle	9	402	183	428	768	765	682	687	732	-	-
	10	402	183	428	768	765	682	687	732	-	-

Perhitungan selanjutnya adalah penetapan biaya komponen transportasi, yang terdiri dari biaya BBM, biaya operasional, biaya perawatan, biaya ban, biaya depresiasi, dan biaya perizinan (Supply Chain Indonesia, 2016). Tabel 5 akan menyajikan perbandingan antara biaya BBM dengan minimasi pengeluaran CO₂ dan tanpa minimasi emisi CO₂.

Tabel 5. Perbandingan Biaya BBM dengan dan Tanpa Minimasi Emisi CO₂

No.	Uraian	Minimasi CO ₂	Tanpa Minimasi CO ₂
1	Biaya BBM	4.536.326,67	4.345.518,96
2	Biaya perawatan	772,00	772,00
3	Biaya operasional	55.555,56	55.555,56
4	Biaya ban	100.482,00	100.482,00
5	Biaya depresiasi	347.222,22	347.222,22
6	Biaya perizinan	15.277,78	15.277,78
TOTAL	Per hari	5.805.915,22	5.615.107,51
	Per tahun	836.051.792,00	808.575.481,60

Efisiensi yang dapat dihasilkan dalam satu tahun adalah sebesar Rp.27.476.310,40 atau dalam persentase sebesar 3,29%. Setelah biaya optimum transportasi diketahui, maka akan dilanjutkan untuk menentukan penetapan total biaya logistik tahunan dengan persamaan (7) [12].

$$L = \frac{QC_h}{2} + \frac{RC_o}{Q} + F_y R_w, \dots\dots\dots (7)$$

Rekapitulasi hasil perhitungan untuk biaya simpan, biaya persediaan, dan biaya transportasi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Biaya Logistik Tahunan

Variabel	Uraian	Nilai
Q	Jumlah pemesanan ekonomis	31.106,86 kg
R	Permintaan tahunan	1.451.455,00 kg/tahun
C _h	Biaya simpan untuk satu unit selama 1 tahun	Rp.150.000/kg (Harga) 2% (Premi)
C _o	Biaya sekali pesan	Rp.1.000.000/pesan
F _y	Tingkat pengiriman	Rp.676,52/kg
R _w	Bobot unit	10.076,39 kg
L	Biaya total logistik tahunan	100.842.415,62
	Biaya simpan	Rp.46.660.288,25
	Biaya pesan	Rp.46.660.288,25
	Biaya transportasi	Rp.6.816.839,11
	Biaya simpan produk <i>perishable</i>	Rp.705.000,00

Pengembangan studi yang dapat dilakukan dari makalah ini, adalah pengembangan model optimasi multi *objective* berbasis biaya transportasi, minimasi rute, minimasi biaya persediaan, dan minimasi *carbon foot print* dalam aplikasi sistem cerdas.

Kesimpulan

Pendekatan VRP dapat membantu pengambil keputusan menetapkan rute terpendek dengan biaya minimum. Serat nabati yang berasal daun nanas dinyatakan terpilih sebagai bahan baku yang berpotensi untuk diolah menjadi TPT dengan bobot nilai *fuzzy* tertinggi, yaitu 33,68%.

Untuk pengiriman serat danun nanas kering dari depot di Subang Jawa Barat kepada delapan industri pemintalan benang. Rute terpendek adalah Depot (Subang)-BogorYogyakarta-Semarang-Malang-Malang-Mojokerto-Depot (Subang)-Gresik-Pasuruan-Depot (Subang) dengan total jarak tempuh 4.034,4 km. Efisiensi biaya transportasi dapat dilakukan dengan menjalankan strategi memonitor perilaku pengemudi melalui minimasi emisi CO₂. Efisiensi sebesar 3,29% (Rp.27.476.310,40) dapat diperoleh melalui pengeluaran biaya transportasi sebesar Rp.808.575.481,60 per tahun.

Studi yang dilakukan pada makalah ini masih memiliki kelemahan, yaitu bahwa studi ini masih menggunakan data sekunder dalam mengaplikasikannya pada setiap algoritma, sehingga jika nanti diterapkan dalam kondisi nyata akan mengalami beberapa perubahan dan penyesuaian. Oleh sebab itu, pada publikasi selanjutnya akan dilakukan penelitian mendalam untuk mendapatkan data primer dari industri, sehingga seluruh data dapat diaplikasikan pada setiap algoritma seperti yang digunakan pada metode penelitian studi ini.

Peluang mengembangkan penelitian ini ke tingkat optimasi yang lebih kompleks dapat dilakukan untuk penelitian mendatang, melalui penggunaan algoritma metaheuristik [13].

Daftar Pustaka

- [1] M. D. S. Leite, S. C. Santos, W. Roberto, and G. Junior, "Transportation Modal Choice in Coolant Importation through Total Costs Minimization: A Case Study," *Indep. J. Manag. Prod.*, pp. 714–728, 2016.
- [2] T. G. Crainic and G. Laporte, "Transportation in supply chain management: recent advances and research prospects," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 54, no. 2, pp. 403–404, 2016.
- [3] U. Klanšek, "Solving the nonlinear discrete transportation problem by MINLP optimization," *Transport*, vol. 29, no. 1, pp. 1–11, 2014.
- [4] G. B. Dantzig and J. H. Ramser, "The Truck Dispatching Problem," *Manage. Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 80–91, 1959.
- [5] G. Laporte, "What You Should Know about the Vehicle Routing Problem," *Inter Sci.*, vol. 55, no. April 2007, pp. 541–550, 2006.
- [6] T. Pichpibul and R. Kawtummachai, "A heuristic approach based on Clarke-Wright algorithm for open vehicle routing problem," *Sci. World J.*, vol. 2013, 2013.
- [7] S. Erdoğan and E. Miller-Hooks, "A Green Vehicle Routing Problem," *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 48, no. 1, pp. 100–114, 2012.
- [8] R. Eglese and T. Bekta, "Green Vehicle Routing," pp. 437–458, 2011.
- [9] A. Kicińska-Jakubowska, E. Bogacz, and M. Zimniewska, "Review of Natural Fibers. Part I- Vegetable Fibers," *J. Nat. Fibers*, vol. 9, no. 3, pp. 150–167, 2012.
- [10] L. S. Djaman, "Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015 - 2035," pp. 1–98, 2015.
- [11] R. Purwati, Y. Arkeman, and T. C. Sunarti, "Strategi penyediaan bahan baku daun nenas untuk menunjang industri pemintalan benang," 2014.
- [12] S. R. Swenseth and M. R. Godfrey, "Incorporating transportation costs into inventory replenishment decisions," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 77, no. 2, pp. 113–130, 2002.
- [13] P. Korošec and G. Papa, "Metaheuristic approach to transportation scheduling in emergency situations," *Transport*, vol. 28, no. 1, pp. 46–59, 2013.

PENENTUAN LOKASI GUDANG DAN RUTE TRANSPORTASI MENGGUNAKAN *EVOLUTIONARY SOLVER* UNTUK MEMINIMASI BIAYA LOGISTIK (STUDI KASUS PT X)

Fakhrur Rozi¹, Rainisa Maini Heryanto², Santoso³

^{1,2,3}Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Email: fakhrur26rozi@gmail.com, rainisa.mh@eng.maranatha.edu, santoso@eng.maranatha.edu

Abstrak

Penentuan lokasi fasilitas, baik produksi maupun distribusi, memainkan peran penting dalam aktivitas logistik. Penentuan lokasi produksi serta cara distribusi yang tepat akan memberikan penghematan biaya dalam aktivitas perusahaan. Penelitian ini membahas kasus minimasi biaya logistik pada PT X yang merupakan perusahaan yang berperan sebagai penghubung konsumen dan pemasok produk Y. Permintaan konsumen yang semakin meningkat membuat gudang PT X tidak mampu menyimpan produk yang dipesan oleh konsumen. PT X memiliki dua pilihan strategi yang dapat dilakukan yaitu dengan menambah kapasitas gudang saat ini di lokasi yang sama atau membuka gudang baru di lokasi berbeda dengan tetap mempertahankan gudang saat ini.

Penelitian ini bertujuan untuk membantu PT X dalam pengambilan keputusan mengenai strategi yang sebaiknya dipilih berdasarkan total biaya logistik yang dihasilkan. Selain penentuan lokasi, akan diusulkan pula rute transportasi yang dapat meminimasi total biaya logistik. Terdapat beberapa calon lokasi gudang yang menjadi pertimbangan PT X dan akan dipilih satu calon lokasi gudang dengan menggunakan metode factor rating. Penentuan rute transportasi menggunakan model matematis yang diambil dari Perl, et al (1983) mengenai Modified Warehouse Location Routing Problem (MWLRP) yang terdapat pada jurnal Hansen, et al (1994) dan disesuaikan dengan kondisi perusahaan. Pencarian solusi dilakukan dengan menggunakan Evolutionary Solver yang tahapannya terdiri dari mutasi, crossover, dan seleksi. Data yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari wawancara langsung dengan pihak perusahaan dan dari sumber sekunder.

Strategi pertama menghasilkan total biaya logistik sebesar Rp 418.923,- yang terdiri atas biaya transportasi sebesar Rp 402.097,- dan biaya simpan produk sebesar Rp 16.826,-. Sedangkan pada usulan strategi kedua, total biaya logistik yang dihasilkan adalah sebesar Rp 373.307,- yang terdiri atas Rp 352.536,- biaya transportasi dan Rp 20.772,- biaya simpan produk.

Kata Kunci: biaya logistik, Evolutionary Solver, gudang, rute

Pendahuluan

Perancangan jaringan *supply chain* juga merupakan satu kegiatan strategis yang harus dilakukan pada *supply chain management* dan mencakup keputusan tentang lokasi, jumlah, serta kapasitas fasilitas produksi dan distribusi dalam suatu *supply chain* (baik yang dimiliki oleh satu atau sejumlah perusahaan yang berkolaborasi). Tujuan dari keberadaan jaringan *supply chain* untuk memenuhi kebutuhan pelanggan yang tentunya bisa berubah secara dinamis dari waktu ke waktu (Kibli et al, 2010). Dari sisi pelanggan, jaringan yang baik tentunya harus bisa memberikan kecepatan respon yang tinggi (*lead time* yang pendek bagi pelanggan untuk memperoleh barang) dan *service level* yang tinggi, yaitu kemampuan jaringan memasok dengan ketersediaan barang yang cukup tinggi (Sourirajan, 2009). Dari sisi *supply chain*, biaya untuk menyediakan layanan dengan *lead time* yang pendek atau tingkat layanan yang tinggi harus dilaksanakan secara efisien. (Pujawan, 2017).

Menurut Yolanda M. Siagian (2005) logistik merupakan bagian dari rantai pasok (*supply chain*) yang berfungsi merencanakan, melaksanakan, mengendalikan secara efektif, efisien, proses pengadaan, pengelolaan, penyimpanan barang, pelayanan dan informasi mulai dari titik awal (*point of origin*) hingga titik akhir konsumsi (*point of consumption*) dengan tujuan memenuhi kebutuhan konsumen. Penentuan lokasi produksi serta cara distribusi yang tepat akan memberikan penghematan biaya yang signifikan dalam aktivitas perusahaan.

Dalam penelitian ini, kasus yang diteliti adalah biaya logistik pada PT X yang merupakan perusahaan yang berperan sebagai penghubung konsumen dan pemasok produk Y. PT X memiliki 17 konsumen yang memiliki besar permintaan yang berbeda-beda setiap harinya. Kualitas produk X yang bagus dan harganya yang relatif terjangkau membuat jumlah permintaan konsumen semakin bertambah. Permintaan yang semakin meningkat dan lokasi

konsumen yang semakin menyebar menjadi tantangan baru bagi PT X. Kapasitas gudang yang dimiliki oleh PT X saat ini tidak mampu untuk memenuhi permintaan yang datang.

Aktivitas pengiriman produk dari gudang menuju konsumen dilakukan dengan cara *sharing* menggunakan moda angkutan mobil *box* yang memiliki kapasitas maksimum sebesar 400 unit dalam satu rute pengiriman. Tidak semua konsumen dilayani setiap hari yang menyebabkan rute pengiriman berbeda-beda tergantung pada konsumen yang dilayani di hari tersebut. Jumlah konsumen yang dilayani setiap hari berkisar antara 13-14 konsumen.

PT X memiliki dua pilihan strategi yang dapat dilakukan untuk mengatasi tantangan yang dihadapi tersebut. Strategi pertama adalah dengan menambah kapasitas gudang saat ini di lokasi yang sama. Strategi kedua yang dapat dilakukan adalah dengan cara membuka sebuah lokasi gudang baru dengan tetap mempertahankan gudang saat ini. Kedua strategi ini memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

Metode Penelitian

Bagian ini menjelaskan langkah-langkah pencarian solusi penyelesaian kasus minimasi biaya logistik yang diteliti. Pencarian solusi dimulai dengan menentukan gudang yang akan digunakan pada strategi kedua. Lokasi gudang baru untuk strategi kedua dilakukan dengan menggunakan metode *factor rating* untuk memilih satu dari empat calon gudang yang ada.

Langkah berikutnya adalah penentuan rute pengiriman produk dari gudang menuju konsumen. Penentuan rute pengiriman dimulai dengan menghitung elemen-elemen biaya yang mempengaruhi total biaya logistik. Elemen-elemen biaya tersebut adalah biaya pengiriman per kilometer dan biaya simpan produk per hari. Penentuan rute transportasi dilakukan dengan menggunakan model matematis yang diambil dari Perl, et al (1983) mengenai *Modified Warehouse Location Routing Problem* (MWLRP) yang terdapat pada jurnal Hansen, et al (1994). Model matematis yang digunakan disesuaikan dengan kondisi perusahaan.

a. Fungsi Tujuan

Penelitian ini bertujuan menentukan strategi yang tepat digunakan oleh perusahaan dengan memperhatikan total biaya logistik. Biaya logistik yang diperhitungkan adalah besarnya biaya transportasi dan biaya simpan produk. Rumusan fungsi tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$\text{Min } LC = \sum_{g=1}^{N+M} \sum_{h=1}^{N+M} \sum_{k=1}^K \sum_{p=1}^P TC \times d_{ghp} \times X_{ghkp} + \sum_{j=i}^{N+M} \sum_{p=1}^P IC \times I_{jp} \quad (1)$$

b. Kendala Masalah

1. Total permintaan konsumen yang dipenuhi dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan.

$$\sum_{h=1}^N \sum_{i=i}^N \sum_{p=1}^P q_{ip} \times X_{ihkp} \leq C, \quad k = 1, \dots, K, \quad (2)$$

2. Setiap titik konsumen yang dilayani harus dikunjungi satu kali.

$$\sum_{k=1}^K \sum_{h=1}^{N+M} \sum_{p=1}^P X_{ihkp} = 1, \quad i = 1, \dots, N, \quad (3)$$

3. Moda yang meninggalkan suatu gudang harus kembali ke gudang tersebut.

$$\sum_{h=1}^{N+M} X_{jhkp} - \sum_{h=1}^{N+M} X_{hjkp} = 0, \quad k = 1, \dots, K, \quad j = N, \dots, N+M, \quad p = 1, \dots, P \quad (4)$$

4. *Inventory* akhir merupakan jumlah *inventory* akhir hari sebelumnya ditambah produk yang datang dari pemasok dikurangi permintaan konsumen.

$$I_{jp} = I_{jp-1} - \sum_{i=1}^{N+M} q_{ijp} + Y_j \times Q \quad j = N, \dots, N+M, \quad p = 1, \dots, P \quad (5)$$

Asumsi yang digunakan dalam model yang dirancang pada penelitian ini adalah:

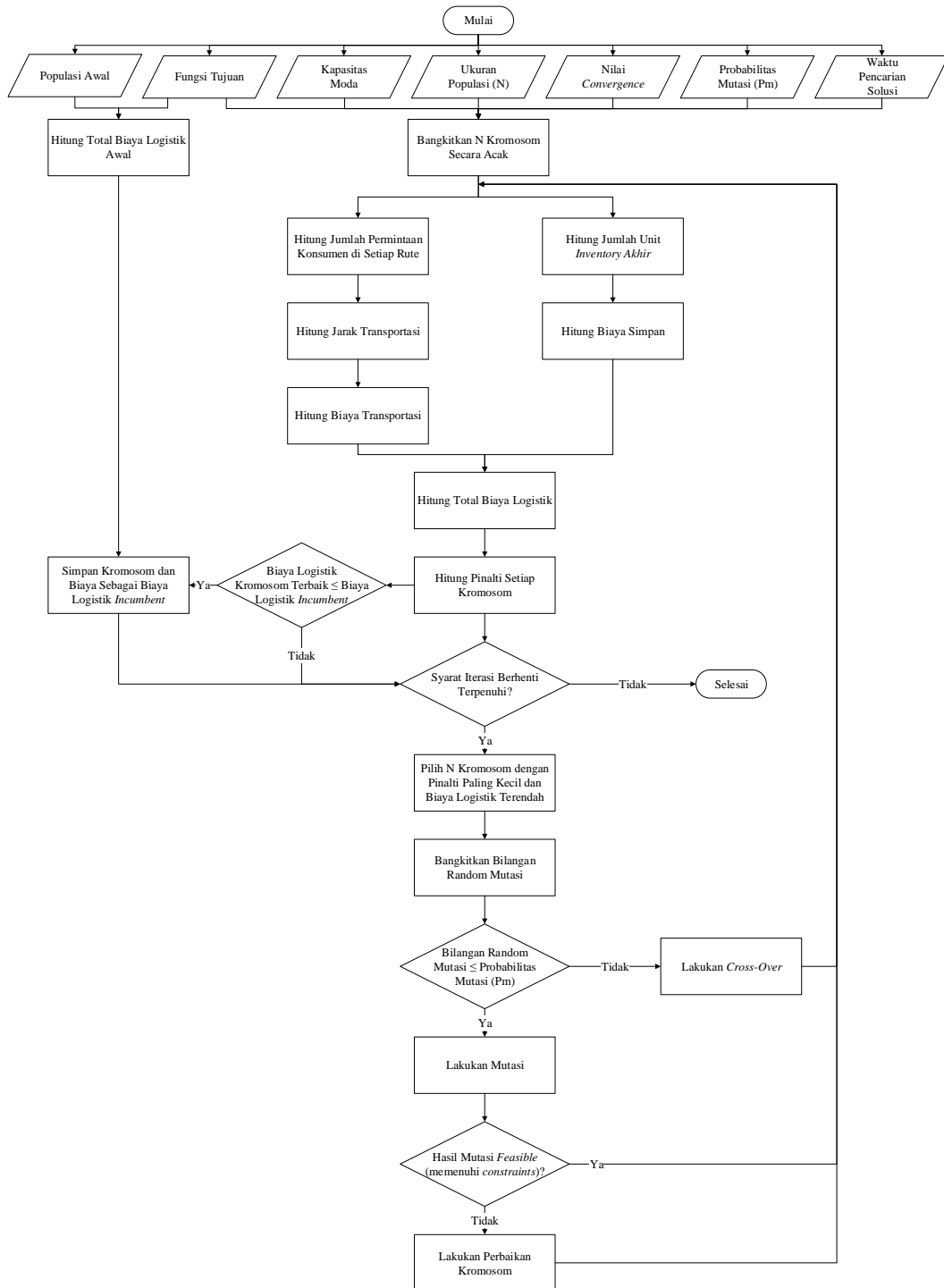
1. Pemasok selalu mampu memenuhi permintaan yang datang dari kosumen.
2. Biaya transportasi dan biaya simpan produk tidak dipengaruhi kapasitas kendaraan/gudang
3. Tidak ada perbedaan kondisi lalu lintas setiap harinya.
4. Penelitian tidak memperhatikan biaya loading/unloading.

Algoritma Pencarian Solusi

Proses pencarian titik optimal suatu persoalan, baik untuk fungsi kontinu atau persoalan deskret dilakukan dengan meniru fenomena alam seperti evolusi makhluk hidup atau pendinginan baja atau meniru perilaku semut. Proses pencarian dengan meniru fenomena alam ini melahirkan cara baru yang disebut *metaheuristic*. (Santosa, 2017)

Penyelesaian kasus optimasi untuk *non-smooth* (meskipun tidak selalu mendapatkan hasil yang optimal) dapat dilakukan dengan menggunakan *genetic* atau *evolutionary algorithm*. Pada *genetic algorithm*, masalah diterjemahkan dalam susunan bilangan bit yang kemudian dimanipulasi sesuai algoritma yang digunakan. Dalam *evolutionary algorithm*, variabel keputusan dan fungsi tujuan digunakan secara langsung dalam algoritma. (Frontline Solver, 2018). Langkah pencairan solusi dapat dilihat pada Gambar 1.

- Langkah 1** Tentukan fungsi tujuan, variabel, batasan, kapasitas moda angkutan, ukuran populasi, nilai *convergence*, probabilitas mutasi, dan waktu pencarian solusi tanpa adanya perubahan solusi yang signifikan.
- Langkah 2** Bangkitkan N populasi secara acak sebanyak jumlah yang telah ditentukan pada langkah sebelumnya. Ukuran jumlah populasi ini kemudian akan dipertahankan untuk generasi berikutnya.
- Langkah 3** Hitung total biaya logistik untuk semua kromosom yang terbentuk.
- Langkah 4** Hitung pinalti setiap kromosom. Pinalti diberikan bagi kromosom yang tidak memenuhi *constraints*. Jumlah pinalti diberikan sebanyak *constraints* yang dilanggar oleh kromosom tersebut.
- Langkah 5** Pilih N kromosom dengan pinalti paling kecil dan biaya logistik paling rendah. Kromosom yang baik adalah kromosom yang memiliki pinalti paling kecil dan total biaya logistik paling minimal. Seluruh kromosom yang terbentuk akan diurutkan berdasarkan jumlah pinalti yang diterima. Kromosom dengan jumlah pinalti yang sama akan diurutkan berdasarkan biaya logistik yang paling rendah ke paling tinggi dimana kromosom yang memiliki total biaya logistik yang rendah lebih baik dibandingkan yang lebih tinggi. Pertahankan sejumlah N kromosom terbaik untuk generasi berikutnya.
- Langkah 6** Bangkitkan bilangan acak probabilitas mutasi untuk menentukan apakah kromosom mengalami mutasi atau tidak sekaligus menentukan strategi mutasi yang akan dipilih.
- Langkah 7** Lakukan mutasi kepada kromosom yang memiliki nilai bilangan random lebih kecil dibandingkan nilai probabilitas mutasi. Jika terdapat kromosom yang mengalami mutasi maka *Solver* akan memunculkan bilangan acak untuk menentukan gen di dalam kromosom yang akan dimutasi.
- Langkah 8** Lakukan perbaikan kromosom terhadap kromosom hasil mutasi yang tidak memenuhi *constraints* (tidak *feasible*). Operasi perbaikan ini kadang-kadang dapat menghasilkan kromosom yang *feasible*.
- Langkah 9** Lakukan *crossover* terhadap semua kromosom yang tidak mengalami mutasi. *Solver* akan memunculkan bilangan acak untuk menentukan kromosom yang akan dipasangkan untuk menjadi *parent*.
- Langkah 10** Ulang dari langkah 3 hingga syarat penghentian pencarian solusi terpenuhi.



Gambar 1. Flowchart pencarian solusi *Evolutionary Solver*

Setelah hasil pencarian solusi menggunakan *Evolutionary Solver* selesai dilakukan, solusi yang terpilih kemudian diterjemahkan untuk mendapatkan rute transportasi yang harus dilakukan.

Hasil dan Pembahasan

Dalam penentuan lokasi gudang baru, terdapat beberapa calon lokasi gudang yang menjadi pertimbangan PT X dan akan dipilih satu calon lokasi gudang dengan menggunakan metode *factor rating* yang mempertimbangkan beberapa faktor di antaranya adalah faktor kedekatan dengan lokasi pemasok, kedekatan dengan lokasi konsumen, kemudahan akses keluar/masuk, kemudahan bongkar/muat produk, keamanan lingkungan, dan kondisi bangunan saat ini. Penilaian setiap calon gudang terhadap faktor diperhatikan dilakukan dengan memberikan

nilai 0-100 dimana nilai 100 berarti calon gudang tersebut sangat sesuai dengan kondisi yang diinginkan perusahaan. Calon gudang yang terpilih adalah calon gudang yang memiliki total nilai paling tinggi

Tabel 1. *Factor rating* pemilihan calon gudang

No	Faktor yang diperhatikan	Bobot	Calon Gudang 1	Calon Gudang 2	Calon Gudang 3	Calon Gudang 4
1	Kedekatan dengan lokasi konsumen	0,3	80	80	50	90
2	Kedekatan dengan lokasi pemasok	0,2	80	75	70	70
3	Kemudahan akses keluar/masuk	0,15	65	65	80	90
4	Kemudahan bongkar/muat produk	0,15	80	75	90	70
5	Keamanan lingkungan	0,15	75	85	75	80
6	Kondisi bangunan	0,05	60	80	70	80
Total		1	76	76,75	69,25	81

Penentuan calon gudang menggunakan *factor rating* menghasilkan calon gudang 4 sebagai gudang terpilih dalam strategi kedua. Gudang 4 mendapatkan skor 81. Nilai ini paling tinggi jika dibandingkan dengan calon gudang lainnya.

Langkah berikutnya dalam penelitian ini adalah menentukan komponen biaya yang mempengaruhi total biaya logistik. komponen yang akan dicari adalah biaya transportasi per kilometer dan biaya simpan produk per unit setiap harinya. Perhitungan biaya transportasi dilakukan dengan memperhatikan konsumsi bahan bakar per kilometer moda yang digunakan. Perusahaan saat ini menggunakan moda mobil *box* dengan rata-rata konsumsi bahan bakar sebesar 10 km/liter. Bahan bakar yang digunakan adalah pertamax dengan harga Rp 9.500,-/liter. Oleh karena itu, perhitungan biaya transportasi perusahaan adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya Transportasi/Km (TC)} = \frac{\text{Harga Bahan Bakar/Kilometer}}{\text{Jarak Tempuh/Liter}}$$

$$\text{Biaya Transportasi/Km (TC)} = \frac{\text{Rp } 9.500/\text{l}}{10 \text{ km/l}} = \text{Rp. } 950/\text{km}$$

Perhitungan biaya simpan produk dilakukan dengan memperhatikan harga jual produk dan biaya bunga bank setiap tahun. Harga jual produk Y adalah sebesar Rp 90.000,- dengan besar bunga bank 8% setiap tahun.

$$\text{Biaya Simpan/unit (IC)} = \frac{\text{Harga Jual Produk} \times \text{Bunga Bank}}{\text{Jumlah hari dalam satu tahun}}$$

$$\text{Biaya Simpan/unit (IC)} = \frac{\text{Rp } 90.000 \times 8\%}{365} = \text{Rp. } 19,73/\text{unit}$$

Setelah seluruh variabel yang dibutuhkan dalam penelitian didapatkan, pencarian solusi minimasi biaya logistik dapat dilakukan. Untuk dapat menghasilkan solusi yang optimal (atau mendekati nilai optimal), diperlukan beberapa parameter dalam penggunaan *Evolutionary Solver*. Parameter yang dibutuhkan adalah nilai *convergence*, ukuran populasi, probabilitas mutasi, dan *naximum time without improvement*. Nilai yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- *Convergence* : 0,0001
- Ukuran populasi : 100
- Probabilitas mutasi : 0,1
- *Maximum time without improvement* : 120 detik

Pencarian solusi dilakukan dengan menggunakan fitur Solver yang terdapat pada perangkat lunak Microsoft Excel 2010 dan dijalankan pada laptop ASUS A455L yang didukung dengan processor Intel(R) Core(TM) i5-5200U CPU @ 2.20GHz dan RAM 4,00 GB. Rangkuman hasil pencarian solusi untuk strategi 1 terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pencarian solusi strategi 1

Hari	Jarak Transportasi	Inventory Akhir	Biaya Transportasi	Biaya Simpan	Total Biaya
1	60,4 km	86 Unit	Rp 57.380	Rp 1.696	Rp 59.076
2	58,22 km	186 Unit	Rp 55.309	Rp 3.669	Rp 58.978
3	61,9 km	80 Unit	Rp 58.805	Rp 1.578	Rp 60.383
4	59,3 km	167 Unit	Rp 56.335	Rp 3.294	Rp 59.629
5	56,42 km	62 Unit	Rp 53.599	Rp 1.223	Rp 54.822
6	63 km	108 Unit	Rp 59.850	Rp 2.130	Rp 61.980
7	64,02 km	164 Unit	Rp 60.819	Rp 3.235	Rp 64.054
Total			Rp 402.097	Rp 16.826	Rp 418.923

Rute transportasi dari gudang menuju setiap konsumen yang dilalui perusahaan pada strategi pertama dijelaskan pada tabel 3.

Tabel 3. Rute transportasi strategi 1

Rute Transportasi	
Hari 1	▪ G1 - K14 - K15 - K7 - K1 - K5 - G1 ▪ G1 - K12 - K6 - K13 - K2 - G1
Hari 2	▪ G1 - K5 - K11 - G1 ▪ G1 - K16 - K14 - K3 - G1
Hari 3	▪ G1 - K9 - K4 - K6 - K13 - G1 ▪ G1 - K14 - K3 - K16 - K7 - K1 - K5 - G1
Hari 4	▪ G1 - K16 - K14 - K3 - K15 - K5 - G1 ▪ G1 - K9 - K8 - K17 - K10 - K1 - G1
Hari 5	▪ G1 - K5 - K11 - K1 - K13 - K6 - G1 ▪ G1 - K8 - K17 - K10 - K9 - G1
Hari 6	▪ G1 - K9 - K4 - K13 - G1 ▪ G1 - K16 - K14 - K3 - K15 - G1 ▪ G1 - K5 - G1
Hari 7	▪ G1 - K16 - K7 - G1 ▪ G1 - K5 - K11 - G1 ▪ G1 - K9 - K2 - K1 - G1

G1=Gudang1, K1= Konsumen 1, K2=Konsumen 2, dst

Tabel 4 menjelaskan hasil pencarian solusi untuk strategi kedua. Strategi ini menggunakan 2 gudang yang akan melayani setiap konsumen setiap harinya.

Tabel 4. Hasil pencarian solusi strategi 2

Hari	Jarak Transportasi	Inventory Akhir		Biaya Transportasi	Biaya Simpan	Total Biaya
		Gudang 1	Gudang 2			
1	49,85 km	36 unit	50 unit	Rp 47.358	Rp 1.696	Rp 49.054
2	51,9 km	180 unit	6 unit	Rp 49.305	Rp 3.669	Rp 52.974
3	53,05 km	128 unit	152 unit	Rp 50.398	Rp 5.523	Rp 55.921
4	54,2 km	59 unit	108 unit	Rp 51.490	Rp 3.294	Rp 54.784
5	49,82 km	7 unit	55 unit	Rp 47.329	Rp 1.223	Rp 48.552
6	59,95 km	93 unit	15 unit	Rp 56.953	Rp 2.130	Rp 59.083
7	52,32 km	19 unit	145 unit	Rp 49.704	Rp 3.235	Rp 52.939
Total				Rp 352.536	Rp 20.772	Rp 373.307

Rute yang dilewati oleh perusahaan untuk mengirimkan produknya ke konsumen setiap hari pada usulan penambahan gudang di lokasi baru ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rute transportasi strategi 2

Rute Transportasi		
	Dari Gudang 1	Dari Gudang 2
Hari 1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ G1 - K5 - K1 - K12 - K6 - K13 - G1 ▪ G1 - K14 - K15 - K7 - G1 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ G2 - K2 - K4 - K9 - G2 ▪ G2 - K10 - K8 - K17 - G2
Hari 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ G1 - K16 - K14 - K3 - G1 ▪ G1 - K5 - K11 - K1 - K6 - K13 - G1 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ G2 - K2 - K9 - G2 ▪ G2 - K10 - K8 - K17 - G2
Hari 3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ G1 - K5 - K14 - K3 - K16 - K7 - G1 ▪ G1 - K1 - K6 - K13 - G1 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ G2 - K10 - K8 - K17 - G2 ▪ G2 - K2 - K4 - K9 - G2
Hari 4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ G1 - K14 - K3 - K15 - K16 - K1 - G1 ▪ G1 - K5 - K12 - K6 - K13 - G1 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ G2 - K10 - G2 ▪ G2 - K2 - K9 - K5 - K17 - G2
Hari 5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ G1 - K3 - K14 - K16 - K7 - G1 ▪ G1 - K5 - K11 - G1 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ G2 - K13 - K6 - K1 - K9 - K8 - G2 ▪ G2 - K10 - K17 - G2
Hari 6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ G1 - K1 - K12 - K13 - G1 ▪ G1 - K14 - K3 - K15 - K16 - G1 ▪ G1 - K2 - K4 - K5 - G1 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ G2 - K6 - K9 - K8 - K17 - G2
Hari 7	<ul style="list-style-type: none"> ▪ G1 - K5 - K11 - K7 - G1 ▪ G1 - K16 - K14 - K3 - K15 - G1 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ G2 - K2 - K8 - K17 - G2 ▪ G2 - K13 - K6 - K1 - K9 - G2

G1=Gudang 1, G2= gudang 2, K1= Konsumen 1, K2=Konsumen 2, dst

Hasil pencarian solusi diatas menunjukkan bahwa jumlah rute yang dilalui setiap hari oleh moda angkutan berbeda-beda. Perhitungan total biaya logistik pada strategi 1 menghasilkan hasil sebesar Rp 418.923,- yang terdiri atas biaya transportasi sebesar Rp 402.097,- dan biaya simpan produk sebesar Rp 16.826,-. Sedangkan pada strategi 2, total biaya logistik yang dihasilkan adalah sebesar Rp 373.307,- yang terdiri atas Rp 352.536,- biaya transportasi dan Rp 20.772,- biaya simpan produk.

Hasil di atas memperlihatkan bahwa strategi 2 menghasilkan total biaya yang lebih kecil dibandingkan strategi 1. Total biaya yang dihasilkan strategi 2 memiliki selisih Rp 45.616,- atau 10,88% dibandingkan strategi 1. Hal ini dikarenakan penambahan gudang di lokasi baru akan menurunkan biaya transportasi akibat semakin dekatnya perusahaan dengan konsumen. Penambahan gudang pada lokasi yang baru juga mempengaruhi besarnya biaya simpan produk. Total biaya simpan yang harus dikeluarkan naik sebesar Rp 3.945 atau 23,44%. Hal ini sesuai dengan fenomena *risk pooling effect*. Peningkatan ini disebabkan karena setiap gudang memiliki *inventory* masing-masing.

Selain itu, pencarian solusi pada strategi 2 memperlihatkan terjadinya *trade off* antara biaya transportasi dan biaya simpan yang dikeluarkan perusahaan untuk mendapatkan biaya logistik yang paling kecil. *Trade off* ini terlihat pada saat perusahaan harus memilih antara melakukan pengiriman dengan jarak yang lebih jauh atau melakukan pemesanan ke pemasok untuk mendapatkan jarak pengiriman yang lebih dekat namun akan meningkatkan biaya simpan.

Penggunaan *Evolutionary Solver* dalam mencari nilai optimal dari solusi yang luas memiliki beberapa kelebihan, diantaranya metode *Evolutionary Solver* dapat menghasilkan solusi yang baik dengan waktu yang singkat. *Evolutionary solver* juga dapat dimodifikasi dan digunakan untuk berbagai macam kasus lain seperti penentuan jumlah tenaga kerja optimal atau optimasi kapasitas lini produksi. Selain itu, *Evolutionary Solver* menggunakan *interface Microsoft Excel* yang mudah untuk dipahami oleh pengguna.

Selain beberapa kelebihan di atas, *Evolutionary Solver* memiliki kelemahan dibandingkan metode *metaheuristic* lainnya. *Evolutionary Solver* yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada 200 variabel keputusan dan 80 kendala masalah sehingga untuk kasus yang sangat rumit perangkat lunak ini tidak dapat digunakan.

Kesimpulan

Penelitian ini mengembangkan kasus penentuan lokasi dan rute pengiriman dengan memperhatikan biaya transportasi dan biaya simpan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan strategi yang paling tepat dan menghasilkan total biaya logistik yang paling kecil. Pencarian solusi terbaik ini dilakukan dengan menentukan besarnya pengiriman dan rute yang harus dilalui moda angkutan.

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa penambahan gudang di lokasi yang baru akan menghasilkan biaya transportasi yang lebih kecil dibandingkan dengan menambah kapasitas gudang pada lokasi saat ini. Namun biaya simpan yang dikeluarkan akan lebih besar akibat terdapat dua lokasi penyimpanan produk. Selain itu, untuk kasus dimana terdapat lebih dari satu gudang, biaya simpan dan biaya transportasi akan memberikan pengaruh terhadap

rute pengiriman yang harus dilalui. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa penambahan lokasi gudang di lokasi baru memberikan total biaya logistik paling minimum dibandingkan dengan peningkatan kapasitas gudang di lokasi yang sama saat ini.

Daftar Notasi

Notasi yang digunakan pada model matematis yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Parameter Penelitian
 - LC = Total biaya logistik perusahaan setiap minggu
 - IC = Biaya simpan (*inventory*) per unit yang dikeluarkan perusahaan
 - I_{jp} = Total unit produk yang disimpan di gudang j pada hari p
 - d_{gh} = Jarak dari titik g ke titik h
 - TC = Biaya transportasi (*transportation*) per kilometer.
 - q_i = Permintaan konsumen i
- b. Konstanta
 - C = Kapasitas maksimum moda
 - K = Jumlah rute yang diijinkan.
 - M = Jumlah calon gudang.
 - N = Jumlah konsumen yang dilayani.
 - P = Jumlah hari yang satu minggu.
 - Q = Jumlah unit produk yang dipesan ke pemasok
- c. Indeks Penelitian
 - g, h = Titik indeks (konsumen dan gudang) $(1 \leq g \leq N+M; 1 \leq h \leq N+M)$
 - i = Titik indeks konsumen $(1 \leq i \leq N)$
 - j = Titik indeks gudang $(N+1 \leq j \leq N+M)$
 - k = Indeks rute $(1 \leq k \leq K)$
 - p = Indeks hari $(1 \leq p \leq P)$
- d. Variabel Keputusan
 - X_{ghkp} = 1 jika titik g mendahului titik h pada rute k di hari p , 0 jika tidak.
 - X_{ihkp} = 1 jika titik i mendahului titik h pada rute k di hari p , 0 jika tidak.
 - X_{jhkp} = 1 jika titik j mendahului titik h pada rute k di hari p , 0 jika tidak.
 - X_{hjkp} = 1 jika titik h mendahului titik j pada rute k di hari p , 0 jika tidak.
 - Y_j = 1 jika $I_{jp-1} - \sum_{i=1}^{N+M} q_{ijp} < 0$, 0 jika tidak

Daftar Pustaka

- Frontline System. Frontline Solver: Analytic Solver Optimization Analytic Solver Simulation User Guide. 2018.
- Frontline System. Frontline Solver: Reference Guide. 2018.
- Hansen, P.H., Hegedahl, B., Hjortkjer, S. dan Obel, B. "A Heuristic Solution to the Warehouse Location-Routing Problem". European Journal of Operational Research 76 North-Holland, 1994.
- Klibi, W, Martel. Dan Guitoni A. The Design of Robust Value-Creating Supply Chain Network: A Critical Review. European Journal of Operational Research. 2010
- Pujawan, Nyoman. "Supply Chain Management", Gunawidya, 2017.
- Santosa, Budi dan Jin Ai, The. Pengantar Metaheuristik: Implementasi dengan Matlab. Surabaya: ITS Tekno Sains, 2017.
- Siagian. Yolanda M. "Aplikasi Supply Chain Management Dalam Dunia Bisnis". Jakarta : Grasindo, 2005.
- Sourirajan, K., Ozsen, L., dan Uzsoy R. A Genetic Algorithm for a Single Product Network Design Model with Lead Time and Safety Stock Cosideration. European Journal of Operational Research. 2009

SIMULASI RISIKO SUSUT BOBOT SAPI AKIBAT TRANSPORTASI

Karina Meidayanti¹, Yandra Arkeman²

¹Program Magister Teknologi Industri Pertanian, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
Email: karinameidayanti@gmail.com

²Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Email: yandra_ipb@yahoo.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya kerugian susut bobot sapi akibat transportasi dan membuat skenario kebijakan untuk mengurangi kerugian tersebut. Analisis data dilakukan dengan pendekatan system dynamics dengan bantuan software Vensim PLE. Penelitian ini berfokus pada simulasi system dynamics kerugian susut bobot sapi akibat transportasi. Simulasi terkait dengan biaya-biaya yang dikeluarkan untuk transportasi ternak sapi dan menggunakan asumsi pendukung yang ditentukan berdasarkan kajian teoritik dengan berlandaskan pada data sekunder. Hasil simulasi tersebut dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pengambil keputusan dalam menentukan kebijakan yang lebih baik. Hasil pemodelan dengan system dynamics adalah terjadi nilai penyusutan bobot badan sapi sebesar 16.67 % dan nilai penyusutan sebesar Rp. 1.900.000 pada awal periode simulasi. Kerugian akibat transportasi adalah sebesar Rp. Rp. 20.900.000 dalam satu kali pengangkutan dan setelah dilakukan skenario kebijakan kerugiannya turun menjadi Rp. 17.100.000.

Kata kunci: *susut bobot sapi; system dynamics; transportasi*

Pendahuluan

Kebutuhan masyarakat akan protein hewani semakin meningkat. Hal tersebut menyebabkan semakin diperlukannya pasokan ternak agar kebutuhan protein hewani tercukupi. Salah satu ternak penghasil protein hewani adalah sapi. Permintaan akan daging ternak ini dipengaruhi oleh tingkat pendapatan, jumlah penduduk, sosial budaya, serta selera masyarakat. Permintaan yang terus meningkat terutama pada saat acara-acara tertentu. Permintaan di wilayah perkotaan cenderung lebih tinggi, karena jumlah penduduk yang lebih padat dengan pendapatan yang lebih tinggi dibandingkan pedesaan.

Tuntutan pasar yang cenderung lebih suka daging segar dibandingkan daging olahan (beku dan kaleng), mengharuskan perdagangan daging sebagian besar dilakukan saat ternak masih hidup. Dilihat dari sudut pandang yang berbeda, sentra produksi sapi membutuhkan sumber daya lahan dan pakan yang memadai, sehingga secara umum berada di wilayah pedesaan. Pemenuhan kebutuhan masyarakat perkotaan memerlukan sarana dan prasarana pengangkutan dalam kegiatan perdagangan sapi antar wilayah.

Sejalan dengan kondisi tersebut, maka aspek transportasi merupakan hal yang perlu dipahami lebih jauh. Aspek transportasi menjadi hal yang penting oleh karena adanya faktor jarak antara produsen dengan konsumen, dimana semakin banyak konsumen yang ingin dijangkau, maka semakin besar biaya transportasi yang harus ditanggung. Transportasi pada usaha ternak sapi potong merupakan salah satu fungsi tata niaga yang dilakukan dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan daging sapi pada daerah konsumen, sehingga keuntungan atau manfaat yang diperoleh semakin besar. Menurut Abubakar (2011), moda transportasi merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan alat angkut yang digunakan untuk berpindah tempat dari satu tempat ketempat lain. Ragam moda transportasi dapat dikelompokkan atas moda yang ber jalan didarat, berlayar di perairan laut dan pedalaman serta moda yang terbang di udara. Moda yang didarat juga masih bisa dikelompokkan atas moda jalan, moda kereta api dan moda pipa. Transportasi ternak di Indonesia masih di dominasi oleh moda darat.

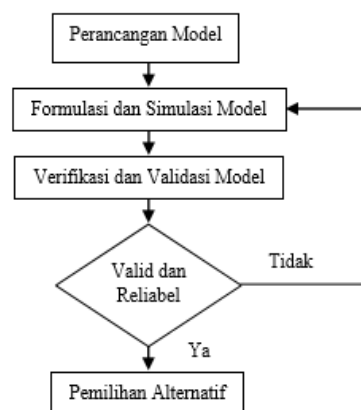
Secara garis besar masalah yang dihadapi dalam transportasi ternak sapi potong meliputi biaya transportasi, karena ditinjau dari segi ekonomi biaya transportasi dipengaruhi oleh elemen-elemen yang

termasuk dalam struktur dan besarnya biaya yang terlibat dalam penyaluran sapi potong dari daerah produsen ke daerah konsumen. Selain itu, penyusutan bobot badan sapi juga merupakan masalah yang dihadapi sebagai resiko dalam transportasi. Menurut Chairunisa (1993), penyusutan bobot badan sapi diakibatkan oleh stres yang dialami selama perjalanan. Stres dapat terjadi karena beberapa hal diantaranya waktu dalam perjalanan yang relatif lama, kurangnya pengalaman pengemudi dalam membawa ternak, kepadatan ternak dalam truk, cuaca yang panas, serta perlakuan-perlakuan sebelum pengangkutan seperti suara keras saat penggiringan ternak menuju tempat penimbangan dan tusuk hidung (tenok). Berdasarkan hal tersebut, perlu adanya perhatian khusus untuk mengurangi penyusutan, karena pada akhirnya penyusutan akan menjadi beban biaya tersendiri.

Pendekatan *system dynamics* dipilih sebagai suatu alat eksperimen yang memudahkan dalam merancang, menganalisis dan mengoperasikan suatu sistem serta mengamati perubahannya terhadap waktu. Kelebihan dari *system dynamics* adalah metode ini dapat menganalisis situasi dunia nyata yang kompleks yang tidak dapat diselesaikan dengan metode konvensional. Selain itu, *system dynamics* juga dapat menggambarkan hubungan antar elemen / variabel secara lebih rinci. Berdasarkan hasil simulasi pada skenario nantinya dapat diketahui strategi atau solusi yang dapat mengurangi kerugian susut bobot sapi akibat transportasi. Diharapkan dari hasil simulasi tersebut dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pengambil keputusan dalam menentukan kebijakan yang lebih baik.

Metodologi

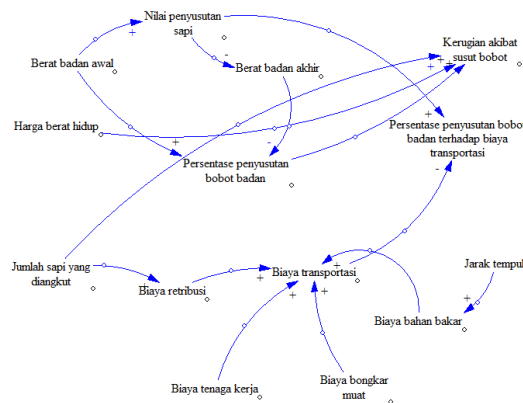
Pada studi ini, analisis data dilakukan dengan metode *system dynamics*. Tujuan utama pemodelan *system dynamics* adalah memahami perilaku suatu sistem dengan menggunakan konsep matematis sederhana. Diagram alir metode *system dynamics* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Metode *System Dynamics*

Perancangan model

Model dibuat untuk mengetahui variabel-variabel apa saja yang terkait dengan susut bobot sapi selama transportasi. Perancangan model konseptual dilakukan melalui studi literatur dan penelitian terdahulu. Penyusunan model menggunakan software Vensim PLE. Bentuk simbol-simbol dan simulasinya didasarkan pada aturan dalam *system dynamics*. Model yang dikaji dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Causal Loop Diagram Model

Formulasi dan Simulasi

Setelah pembuatan model konseptual, maka dilanjutkan ke tahap formulasi dan simulasi model yang bertujuan untuk merumuskan hubungan antara variabel satu dengan variabel lainnya. Dalam tahapan formulasi dan simulasi ini akan dihasilkan *stock flow diagram*, dimana diagram inilah yang kemudian akan disimulasikan untuk melihat perilaku dari sistem yang sedang dimodelkan. Simulasi model dalam penelitian ini menggunakan interval waktu bulan dalam kurun waktu 1 tahun (12 bulan).

Verifikasi dan Validasi Model

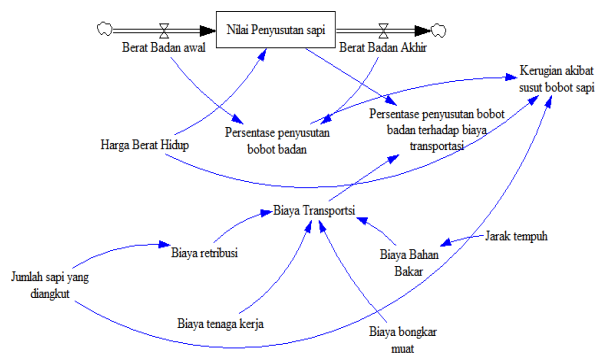
Verifikasi model adalah tahapan untuk memastikan apakah model yang dibuat sudah sesuai dengan yang diinginkan berdasarkan asumsi yang dibuat. Verifikasi dilakukan dengan *check model* pada *software* Vensim. Validasi dilakukan dengan cara membandingkan logika aktual dengan hasil simulasi. Apabila parameter simulasi telah sesuai dengan logika aktual, maka model dikatakan valid secara struktur.

Pemilihan Alternatif

Setelah model dinyatakan benar dan valid, langkah selanjutnya adalah melakukan skenario kebijakan dengan mengubah nilai parameter variabel pada model. Dari perubahan kondisi yang dilakukan akan dihasilkan output simulasi yang berbeda. Berdasarkan output simulasi dapat dilihat faktor apa saja yang berpengaruh terhadap penyusutan bobot sapi akibat transportasi.

Hasil dan Pembahasan

Gambaran menyeluruh tentang model yang dibuat, ditunjukkan pada *causal loop* (Gambar 2). Diagram tersebut merupakan pedoman dalam membuat model dasar (*basemodel*). Gambar 3 merupakan *basemodel* yang digambarkan dengan *stock flow diagram*, dimana *stock flow diagram* merupakan diagram alir yang lebih rinci dibandingkan *causal loop diagram*. Pada *Stock flow diagram* dituliskan persamaan matematika hubungan antar variabel dan dilakukan verifikasi dimensi (Nurdiansyah, 2014). Dalam diagram ini digunakan berbagai simbol tertentu untuk berbagai variabel yang terlibat (Junaedi, 2013).



Gambar 3. Stock Flow Diagram Model

Berdasarkan Gambar 3 ditunjukkan hubungan antar variabel. Variabel nilai penyusutan sapi merupakan variabel *stock*, dimana variabel tersebut adalah variabel yang dapat bertambah dan berkurang. Variabel yang dapat menambah nilai penyusutan sapi adalah variabel *rate* dimana berdasarkan gambar variabel *rate* adalah berat badan awal, sedangkan variabel *rate* yang dapat mengurangi nilai penyusutan sapi adalah berat badan akhir. Pada *stock flow diagram* dilakukan input formulasi dalam tiap variabel agar dapat disimulasikan.

Simulasi Model

Pada studi ini model disimulasikan dengan bantuan software Vensim PLE 7.2. Hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar 4 merupakan *table time* yang menunjukkan nilai dari penyusutan sapi selama 12 periode. Dapat dilihat bahwa nilai penyusutan sapi mengalami peningkatan selama 12 periode simulasi. Nilai awal simulasi penyusutan terjadi sebesar Rp. 1.900.000 dan pada akhir simulasi bernilai Rp. 24.700.000. Hasil simulasi juga menunjukkan presentase penyusutan bobot badan sapi sebesar 16.67%.

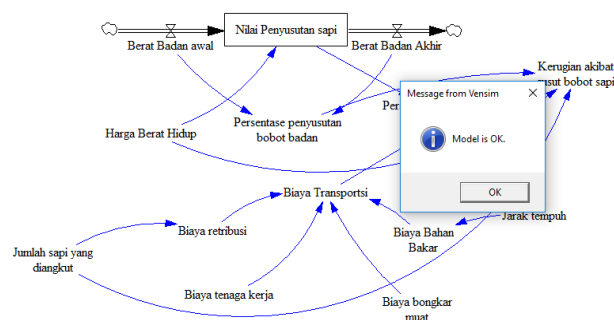
Verifikasi dan Validasi Model

Setelah model disimulasikan selanjutnya model diverifikasi sebelum dilakukan skenario kebijakan. Verifikasi model dilakukan dengan check model dalam software Vensim, dimana hasil verifikasi model ditunjukkan pada Gambar 5. Berdasarkan Gambar 5 telah ditunjukkan bahwa '*model is oke*', yang berarti model yang dibangun telah sesuai dengan asumsi yang ada.

Selanjutnya untuk tahapan validasi, variabel yang dibandingkan adalah variabel presentase penyusutan bobot sapi dengan kerugian yang ditimbulkan. Dalam causal loop diagram dapat dilihat bahwa kedua variabel tersebut memiliki hubungan yang positif, yakni apabila satu variabel mengalami kenaikan nilai, maka akan menyebabkan kenaikan pada variabel yang lain. Berdasarkan logika, hal tersebut merupakan benar, yakni apabila persentase penyusutan bobot badan semakin besar, maka kerugian yang ditimbulkan juga semakin besar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model telah valid secara struktur.

Time (Month)	"Nilai	Nilai Penyusutan sapi
0	Penyusutan	1.9e+06
1	sapi" Runs:	3.8e+06
2	Current	5.7e+06
3		7.6e+06
4		9.5e+06
5		1.14e+07
6		1.33e+07
7		1.52e+07
8		1.71e+07
9		1.9e+07
10		2.09e+07
11		2.28e+07
12		2.47e+07

Gambar 4. Table Time Model Nilai Penyusutan Sapi



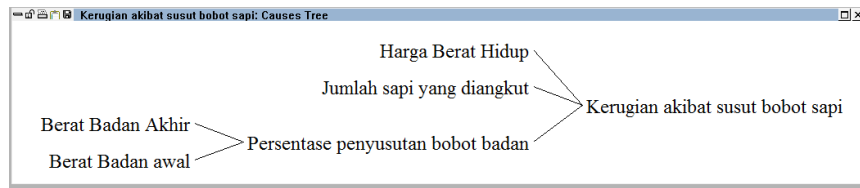
Gambar 5. Verifikasi Model

Pemilihan Alternatif

Berdasarkan hasil simulasi dapat dilihat bahwa kerugian akibat susut bobot sapi selama 12 periode simulasi cenderung konstan yakni Rp. 20.900.000 dalam sekali angkut. Nilai tersebut ditunjukkan pada Gambar 6. Biaya tersebut dianggap tinggi dan harus diturunkan nilainya untuk menghindari kerugian secara terus menerus. Hasil simulasi menunjukkan penyebab dari kerugian akibat susut bobot sapi (Gambar 7), salah satunya adalah jumlah sapi yang diangkut. Jumlah sapi yang diangkut adalah 11 ekor. Jumlah tersebut merupakan hal yang tidak wajar dikarenakan tidak sebanding dengan kapasitas truk yang digunakan. Oleh karena itu salah satu upaya menekan kerugian adalah dengan mengurangi jumlah sapi yang akan diangkut. Dalam studi ini akan dicoba apabila jumlah yang diangkut adalah sebanyak 9 ekor. Hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario yang diusulkan mampu mengurangi biaya kerugian menjadi Rp 17.100.000 (Gambar 8).

Time (Month)	"Kerugian	Kerugian akibat susut bobot sapi
0	akibat susut	2.09e+07
1	bobot sapi"	2.09e+07
2	Runs:	2.09e+07
3	Current	2.09e+07
4		2.09e+07
5		2.09e+07
6		2.09e+07
7		2.09e+07
8		2.09e+07
9		2.09e+07
10		2.09e+07
11		2.09e+07

Gambar 6. Table Time Kerugian Akibat Susut Bobot Sapi



Gambar 7. CauseTree Kerugian Akibat Susut Bobot Sapi

Time (Month)	"Kerugian	Kerugian akibat susut bobot sapi
0	akibat susut	1.71e+07
1	bobot sapi"	1.71e+07
2	Runs:	1.71e+07
3	Current	1.71e+07
4		1.71e+07
5		1.71e+07
6		1.71e+07
7		1.71e+07
8		1.71e+07
9		1.71e+07
10		1.71e+07
11		1.71e+07

Gambar 8. Table Time Skenario Kerugian Akibat Susut Bobot Sapi

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil pemodelan dengan system dynamics adalah terjadi nilai penyusutan bobot badan sapi sebesar 16.67 % dan nilai penyusutan sebesar Rp. 1.900.000 pada awal periode simulasi. Kerugian akibat transportasi adalah sebesar Rp. 20.900.000 dalam sekali angkut. Berdasarkan hasil skenario yang dilakukan kerugian tersebut dapat dikurangi dengan cara menurunkan jumlah sapi yang diangkut yakni dari 11 ekor menjadi 9 ekor aja. Dengan begitu nilai kerugian akibat susut bobot sapi bisa diturunkan menjadi Rp. 17.100.000 dalam sekali angkut. Penelitian ini hanya dilakukan satu simulasi skenario kebijakan saja untuk melihat dampak perubahan kerugian yang terjadi. Diperlukan penelitian lebih lanjut terkait skenario kebijakan lain yang dapat dilakukan dari model yang telah dibuat.

Daftar Pustaka

- Abubakar, I., (2011), Moda Transportasi, http://id.wikibooks.org/wiki/moda_Transportasi/. diakses pada tanggal 25 Oktober 2018.
- Ginting, N., (2006), Komunikasi Pribadi Tentang Penyusutan Bobot Badan Pada Sapi Potong Akibat Pengangkutan
- Ilham, N., Yusdja, Y., (2004), *Sistem Transportasi Perdagangan Ternak Sapi dan Implikasi Kebijakan di Indonesia*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Bogor.
- Junaedi, L., Suryani, E., (2013), Menilai Dampak Penerapan RFID Terhadap Kegiatan Penjualan Bisnis Retail PT Caladi Lima Sembilan Dengan Pendekatan Sistem Dinamik, *Jurnal Sistem Informasi*, Vol 4 (4).pp. 253-264

- Muhammadi, et al., (2001), *Analisis Sistem Dinamik, Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen*, UMJ Press, Jakarta.
- Nurdiansyah, Y., (2014), Model Dinamika Sisem Untuk Analisis Kebijakan Pengembangan Biodiesel Jathropa Curcas di Indonesia, *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, p. 273-284
- Santosa, U., (2004), *Aplikasi Manajemen Pemilihan Bibit Induk Sapi Potong pada Peternakan Tradisional*. Dinas Peternakan Propinsi Daerah Tingkat I, Bandung.
- Sudiyono, A., (2004), *Pemasaran Pertanian*, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang
- Woodward, F.H., (1986), *Manajemen Transport*, PT. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.

EVALUASI PENGGUNAAN JUMLAH MODA TRANSPORTASI UNTUK DISTRIBUSI SEMEN DENGAN MENGGUNAKAN METODE SAVING MATRIX PADA PT INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA Tbk CIREBON

Nailul Huda¹ , Pramono D Fewidarto² , Hendri Wijaya³

¹Manajemen Industri, Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor
Email: nailul167@gmail.com

²Manajemen Industri, Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor
Email: pramdfev@yahoo.com

³Manajemen Industri, Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor
Email: hendri17tin@gmail.com

Abstract

PT ITP Tbk Cirebon uses 23 trucks in the delivery of cement to 23 destination stores around Cirebon with customized truck capacity for each store. So, that one truck only distributes cement in one store. This is considered not to minimize the mileage and efficiency of truck capacity. Therefore, the purpose of this work is evaluate the use of transportation modes in the distribution of cement by saving matrix method. Saving matrix method can optimize the route, get the right amount of vehicles needed by minimizing the length and efficiency of truck capacity. This work also considers the amount of weight permitted capacity of the truck and distribution time. The data analyzed in this work are primary data and secondary data. Primary data is obtained from interviews with Delivery Section Plant Cirebon. While secondary data is obtained from historical data on cement distribution in January – March 2018, as well as real distance data on Google Maps application. The results of the evaluation selection of truck capacity used based on the amount of weight permitted and the classification of road classes, the "engkel" type truck with a capacity of 16 tons. While the results of the evaluation calculations with the saving matrix method resulted in the efficiency of using 16 tons of truck as a means of distribution. The distribution of cement to 23 store around Cirebon can be achieved using only 14 truck. In addition to saving the amount of vehicles, PT ITP Tbk Cirebon also could save the distance of the distribution of cement.

Key word : Distribution, efficiency, minimizing distance, route optimization, saving matrix

Pendahuluan

Kompetisi industri semen di Indonesia saat ini semakin ketat, seiring dengan munculnya pabrik-pabrik semen baru. Kehadiran pabrik-pabrik semen baru menyebabkan produksi semen bertambah sehingga pasar kelebihan kapasitas dari jumlah kebutuhannya. Dampaknya, harga jual semen berangsur-angsur mulai turun. Oleh karena itu, perusahaan dituntut untuk meningkatkan efisiensi di semua lini agar dapat mempertahankan pangsa pasar sehingga tetap bisa meraih keuntungan ditengah menurunnya harga jual.

Perusahaan ditantang untuk mampu meningkatkan persaingan secara strategis khususnya dalam pengendalian manajemen rantai pasok dan logistik yang baik dan benar. Pokok bahasan manajemen rantai pasok dan logistik yaitu permintaan konsumen dapat dipenuhi dengan biaya yang seminimal mungkin, baik biaya persediaan, biaya transportasi dan pengiriman tepat waktu.

Transportasi merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam pergerakan rantai pasok, dimana kegiatan transportasi dapat berdampak dalam menciptakan ketepatan waktu dan biaya (Chopra 2010). Transportasi barang merupakan kegiatan proses perpindahan, pergerakan, pengangkutan, dan pengalihan barang (produk) atau muatan (kargo) yang memerlukan alat dan peralatan pendukung yang sesuai untuk menjamin kelancaran operasional dan ketepatan waktu *supply* (Siahaya 2013). Pemilihan penggunaan moda transportasi ditentukan oleh :

1. Jenis pelayanan
2. Keselamatan dalam perjalanan

3. Biaya
4. Jarak tempuh
5. Kecepatan
6. Fleksibilitas
7. Penggunaan bahan bakar

PT Indocement Tunggul Prakarsa (PT ITP) Tbk adalah salah satu produsen semen terbesar di Indonesia. PT ITP Tbk Cirebon mengirimkan produk jadinya ke gudang ITP, gudang wilayah, proyek-proyek atau pabrik-pabrik serta toko-toko. Batasan pekerjaan ini adalah pendistribusian semen yang dilakukan dari PT ITP Tbk Cirebon menuju 23 toko tujuan di sekitar Cirebon. Saat ini PT ITP Tbk Cirebon menggunakan 23 truk dalam pengiriman semen menuju 23 toko tujuan di sekitar Cirebon dengan kapasitas truk disesuaikan permintaan setiap toko. Sehingga satu truk hanya melakukan distribusi semen pada satu toko saja. Oleh karena itu, rumusan masalah yang dapat diambil dalam situasi perusahaan saat ini adalah penentuan jumlah moda transportasi dalam pendistribusian semen agar lebih efisien.

Pekerjaan ini bertujuan untuk memaksimalkan penggunaan jumlah moda transportasi yaitu truk dan penentuan rute distribusi terpendek dengan mempertimbangkan jumlah berat yang diizinkan dalam pemilihan kapasitas truk serta lamanya waktu pendistribusian. Evaluasi penggunaan jumlah moda transportasi ini menggunakan metode *saving matrix*. Metode *Saving Matrix* merupakan metode untuk meminimumkan jarak atau waktu atau ongkos dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada (Pujawan dan Mahendrawathi 2017).

Metode

Jenis data yang dikumpulkan dalam pekerjaan ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung, berupa interview atau wawancara dengan pihak *Delivery Section Plant* Cirebon. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber yang sudah ada, biasanya sumbernya tidak langsung, seperti laporan dari perusahaan, internet, dan dokumentasi perusahaan. Data yang didapat yaitu:

1. Ukuran order setiap toko dan kapasitas truk yang digunakan diperoleh dari data historis pengiriman semen pada bulan Januari-Maret 2018 dan wawancara dengan pihak *Delivery Section Plant Cirebon*.
2. Jarak antara toko dengan PT ITP Tbk Cirebon, jarak antar toko, dan lebar jalan didapat dari pencarian jarak *real* menggunakan aplikasi *Google Map*.

Evaluasi penggunaan jumlah moda transportasi untuk distribusi semen ini menggunakan metode *saving matrix*. Metode *saving matrix* adalah metode yang digunakan untuk menentukan rute distribusi produk ke wilayah pemasaran dengan cara menentukan rute distribusi yang harus dilalui dan jumlah kendaraan berdasarkan kapasitas kendaraan agar diperoleh rute terpendek dan biaya transportasi yang minimal. Metode *saving matrix* juga merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menjadwalkan sejumlah kendaraan terbatas dari fasilitas yang memiliki kapasitas maksimum (Erlina, 2009). Penggunaan metode *saving matrix* dipilih dan dikuatkan dari beberapa penelitian mengenai optimasi distribusi menggunakan metode ini, antara lain yaitu:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi, Mawardi K, dan Nalhadi A (2017) mendapatkan hasil bahwa metode *savings matrix* mampu meminimalkan total jarak tempuh untuk distribusi produk minuman dari 53.37 kilometer menjadi 41.37 kilometer. Penggunaan metode *savings matrix* juga dapat menghemat pengeluaran perusahaan tersebut sebesar Rp 93,312 /hari atau Rp 2,799,360 /bulan dalam distribusi produk minuman.
2. Suparjo (2017) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa Penggunaan metode *saving matrix* dapat meminimalkan biaya transportasi/distribusi pada perusahaan-perusahaan angkutan kayu gelondongan di bawah Bunga Bangsa Co.Group dapat direduksi menjadi sejumlah 10 rute dari 20 rute semula.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Ikhsan AN, Oesman TI, dan Yusuf M (2013) menghasilkan Rute transportasi yang paling optimal dalam distribusi produk gula terbagi menjadi 7 rute. Penggunaan metode *Saving Matrix* dapat menghemat biaya sebesar Rp 244,370/ hari.
4. Ikfan N dan Masudin I (2014) dalam penelitiannya menghasilkan kesimpulan dengan menggunakan metode *saving matrix* terdapat 6 rute distribusi yang seharusnya dilakukan oleh PT. XYZ dengan

mempertimbangkan kapasitas kendaraan dan *demand* setiap *distribution centre*. Selain itu, diperoleh penghematan biaya sebesar 10.94 % setelah dilakukan perbaikan rute distribusi dengan menggunakan metode *saving matrix*.

5. Hasil Skripsi dari Hasan MF (2016) menyebutkan bahwa hasil pengolahan data menggunakan metode *saving matrix* dapat membentuk 4 rute distribusi produk nutrisi PT Herbalife Indonesia dari sebelumnya 26 rute, dan jarak yang ditempuh untuk menjangkau seluruh konsumen adalah 2,295.9 kilometer serta jumlah biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp 6,195,651 lebih hemat 76.52% dibanding biaya semula.
6. Hidayat TP dan Kristinawati A (2014) dalam hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan dalam penelitiannya menyebutkan usulan metode *saving matrix distance – knapsack* dapat memberikan penghematan biaya distribusi produk spont sebesar 22%.
7. Erlina P (2009) dalam penelitiannya menghasilkan kesimpulan bahwa penerapan metode *saving matrix* diperoleh efisiensi jarak dan biaya yang optimal dalam pendistribusian produk daging sapi. Penerapan metode ini menghasilkan 4 rute pendistribusian dari 9 rute awal dan diperoleh penghematan biaya transportasi sebesar Rp 81,173/hari atau 39,7%.
8. Penelitian yang dilakukan oleh Indrawati, Eliyati N, dan Lukowi A (2016) menyebutkan bahwa penggunaan metode *saving matrix* dapat menghemat total jarak kendaraan pengangkut sampah di kota Palembang sebesar 181.8 kilometer atau 2.8%.
9. Skripsi Taufiq T (2013) menggunakan pendekatan metode *saving matrix* menghasilkan kesimpulan rute pengiriman produk yang paling tepat untuk meminimalkan biaya transportasi di PT BTR hanya sejumlah 21 rute dari 45 rute semula. Perusahaan juga dapat menghemat jarak sebesar 50.91% atau 5,022 kilometer dan dapat mengurangi biaya distribusi pengiriman produk hingga mencapai 52.78% atau sebesar Rp 34,538,550.
10. Guslan D dan Ariestasari P (2015) dalam penelitian kondisi setelah menggunakan metode *saving matrix* selain memperbaiki proses *receiving*, perusahaan juga mendapatkan dua rute optimal dengan total penghematan biaya pendistribusian Rp 955.690,
11. Hasil Skripsi Yunitasari A (2014) menyebutkan dalam kesimpulannya total jarak penghematan setelah menggunakan metode *saving matrix* untuk seluruh kendaraan Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan kabupaten sleman dalam pengangkutan sampah sebesar 2,569.67 kilometer atau 29.33% serta biaya bahan bakar yang dihemat Rp 2,217,669 atau 36,82%.

Menurut Pujawan dan Mahedrawathi (2017) langkah-langkah perhitungan metode *saving matrix* sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi matriks jarak

Jarak juga dapat diasumsikan sebagai pengganti untuk biaya perjalanan antara pasangan lokasi. Contohnya lokasi A dan lokasi B, jarak distribusi (A,B) pada titik koordinat antara titik A dengan koordinat (X_A, Y_A) dan titik B dengan koordinat (X_B, Y_B) dievaluasi sebagai berikut :

$$\text{Jarak (A,B)} = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2}$$

A = Toko A

B = Toko B

X_A = Titik Koordinat X toko A

X_B = Titik Koordinat X toko B

Y_A = Titik Koordinat Y toko A

Y_B = Titik Koordinat Y toko B

2. Mengidentifikasi matriks penghematan

Penghematan bisa dievaluasi dalam istilah jarak, waktu, atau uang. Matriks penghematan dilambangkan dengan huruf “S” dan gudang dilambangkan dengan huruf “G”. Matriks penghematan lokasi A dan lokasi B, dapat dikalkulasikan dengan mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$S (A,B) = \text{jarak (G,A)} + \text{jarak (G,B)} - \text{jarak (A,B)}$$

A = Toko A

B = Toko B

G = Gudang atau pabrik

S = Jarak

3. Mengalokasikan toko atau distributor kedalam rute atau kendaraan
4. Mengurutkan toko tujuan berdasarkan rute yang sudah teridentifikasi
Metode yang digunakan untuk mengurutkan rute pengiriman produk adalah *Nearest Insert*. Metode *Nearest Insert* adalah metode dengan memilih *retailer* yang juga dimasukkan dalam rute yang sudah ada menghasilkan tambahan jarak yang minimum.

Hasil dan Pembahasan

Perhitungan penentuan rute *saving matrix* dilakukan pada pendistribusian semen dari PT ITP Tbk Cirebon ke toko-toko tujuan di sekitar Cirebon. Ukuran order yang dikirimkan diketahui dan diharapkan semua order terdistribusikan pada hari itu juga. Lokasi tujuan dan ukuran order setiap toko tujuan di sekitar Cirebon dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Daftar toko tujuan di sekitar Cirebon

No	Toko	Kode toko	Jarak real dari PT ITP Tbk Cirebon (Km)	Lebar jalan (M)	Ukuran order (Ton)
1	Aman Sentosa	T1	54	4.67	16
2	Bintang Mas	T2	20	4.45	8
3	Hj.Siti Rokayah, Tk.	T3	45	3.50	8
4	Korem 063 Sunan Gunung Jati	T4	18	4.45	8
5	Meteor Gegesik	T5	18	3.82	8
6	Program Depot Semen Tiga Roda	T6	0.19	4.38	8
7	Pt.Purimega Saranaland	T7	13	3.77	16
8	Tb.Acung Robby	T8	28	3.54	8
9	Tb.Berkat Syukur	T9	20	4.18	8
10	Tb.Debu Laut (Yasmin)	T10	22	3.55	8
11	Tb.Lancar	T11	13	3.90	8
12	Tb.Sumber Karya	T12	28	3.31	8
13	Tb.Timbul	T13	50	2.15	8
14	Tiga Saudara	T14	54	3.58	8
15	Tk.Agung Jaya	T15	54	4.67	24
16	Tk.An Nur	T16	19	4.18	8
17	Tk.Karya Logam	T17	40	3.42	8
18	Tk.Kios Kita	T18	48	4.02	8
19	Tk.Losari Jaya Putra	T19	56	4.00	8
20	Tk.Sumber Rejeki	T20	54	3.50	8
21	Tk.Tegal Baru	T21	54	4.67	16
22	Ud.Sudin Jaya	T22	28	3.20	8
23	Sumber Rejeki / Bp. Andrian	T23	23	3.43	8
Rata-rata			33	3.93	9.74

Sumber : *Delivery Section*, PT ITP Tbk Cirebon

Hasil rata-rata lebar jalan dari 23 toko di sekitar Cirebon, berdasarkan beban muatan sumbu termasuk ke dalam pengelompokkan jalan II dan jalan III. Jalan II dan jalan III yaitu jalan yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 M, panjang tidak melebihi 18 M, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan untuk jalan II yaitu 10 Ton dan jalan III yaitu 8 Ton. Peta toko tujuan di sekitar Cirebon dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta toko tujuan di sekitar Cirebon

Pengiriman menuju toko tujuan di sekitar Cirebon sebelumnya menggunakan truk yang dengan kapasitas yang disesuaikan permintaan setiap toko namun tetap melihat jumlah berat yang diizinkan (JBI) jalan II dan jalan III. Oleh karena itu, dilakukan analisa perhitungan optimasi rute dengan *saving matrix* untuk mendapatkan jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk mengirimkan semen ke toko-toko dengan meminimumkan jarak tempuh dan efisiensi kapasitas truk. Berikut ini adalah penjelasan untuk perhitungan optimasi rute dengan *saving matrix* pengiriman menuju toko tujuan di sekitar Cirebon. Langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi matriks jarak

Langkah ini bertujuan untuk mengetahui jarak setiap toko dari PT ITP Tbk Cirebon sebagai titik pusat dan untuk mengetahui jarak antar toko satu dengan toko lainnya. Alokasi jarak antar toko dan toko dengan PTITP Tbk (dalam Km) dapat dilihat pada Lampiran 1.

2. Mengidentifikasi matriks penghematan

Langkah ini diperoleh dengan menggabungkan dua atau lebih rute menjadi 1 (satu). Rumus untuk menghemat rute dari ke toko n ke toko m yaitu:

$$X(n,m) = (\text{jarak pabrik ke toko } n) + (\text{jarak pabrik ke toko } m) - (\text{jarak toko } n \text{ ke toko } m).$$

Contoh untuk penghematan rute ke toko 1 dan rute ke toko 2 adalah sebagai berikut :

$$X(1,2) = (\text{jarak PT ITP ke toko } 1) + (\text{jarak PT ITP ke toko } 2) - (\text{jarak toko } 1 \text{ ke toko } 2).$$

$$X(1,2) = (54 + 20 - 67) = 7$$

Perhitungan matriks penghematan rute toko tujuan di sekitar Cirebon lainnya dapat dilihat pada Lampiran 2. Hasil perhitungan matriks penghematan *saving matrix* toko tujuan di sekitar Cirebon dapat dilihat pada Lampiran 3.

3. Mengalokasikan toko kedalam rute atau kendaraan

Terdapat 3 tahap dalam mengalokasikan toko, sebagai berikut:

- 1) Mencari nilai yang paling tinggi dari tabel identifikasi matriks penghematan digunakan untuk mengetahui toko yang diprioritaskan dalam pengelompokan rute distribusi atau kendaraan. Matriks penghematan toko tujuan di sekitar Cirebon berdasarkan nilai tertinggi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Urutan prioritas toko tujuan dalam pengelompokan rute dan kendaraan

No	Toko tujuan	Jarak (Km)	No	Toko tujuan	Jarak (Km)
1	T1 - T15	108	9	T4 - T17	39
2	T15 - T21	108	10	T9 - T16	39
3	T14 - T20	106	11	T2 - T8	38
4	T3 - T18	88	12	T5 - T12	31
5	T18 - T19	67	13	T7 - T10	30
6	T13 - T14	66	14	T10 - T11	29
7	T8 - T22	56	15	T12 - T13	25
8	T17 - T23	44	16	T6 - T9	0.2

- 2) Alokasikan toko dalam satu rute dengan syarat ordernya tidak melebihi kapasitas truk. Pemilihan truk didapat dari wawancara dengan pihak *Delivery Section Plant* Cirebon yang mengatakan bahwa jalur yang bisa dilalui untuk toko-toko biasanya hanya bisa dilalui oleh truk portal, engkel, dan tronton. Pemilihan truk juga melihat JBI berdasarkan kelas jalan yang sudah dikelompokkan. JBI menurut kelas jalan nya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3 JBI menurut pengelompokan kelas jalan

Jenis	Panjang (M) × lebar (M) muatan	Beban muatan sumbu (Ton)	JBI kelas II (Ton)	JBI kelas III (Ton)
Truk Portal	3 × 2	8	12	12
Truk Engkel	5 × 2	10	16	14
Truk Tronton	7.5 × 2.5	10	22	20

Semua jalan toko-toko di sekitar Cirebon menurut pengelompokan jalan II dan jalan III dapat dilalui oleh ketiga truk. Namun dilihat dari lebar jalan yang dapat dilalui hanya truk portal dan truk engkel saja yang memungkinkan masuk ke jalan-jalan tersebut. Tujuan awal perhitungan ini adalah untuk mengoptimasikan jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk mengirimkan semen ke toko-toko dengan meminimumkan jarak tempuh dan efisiensi kapasitas truk. Sehingga truk yang dipilih adalah truk engkel dengan JBI 16 Ton.

Syarat lain dari alokasi toko dalam satu rute yaitu jika toko sudah pernah dipasangkan dengan toko lain dirute tertentu maka tidak boleh dipasangkan lagi. Pengelompokan rute toko tujuan sekitar Cirebon dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Pengelompokan rute dan kendaraan toko tujuan di sekitar Cirebon

No	Rute	Toko	Ukuran Order (Ton)	Jumlah Order (Ton)	Waktu pendistribusian
1	Rute 1	T1	16	16	4'33"
2	Rute 2	T15	16	16	4'33"
3	Rute 3	T15 + T14	8 + 8	16	5'00"
4	Rute 4	T21	16	16	4'33"
5	Rute 5	T20 + T3	8 + 8	16	5'07"
6	Rute 6	T18 + T19	8 + 8	16	5'20"
7	Rute 7	T13 + T8	8 + 8	16	6'06"
8	Rute 8	T22 + T 17	8 + 8	16	5'05"
9	Rute 9	T23 + T4	8 + 8	16	4'18"
10	Rute 10	T9 + T16	8 + 8	16	4'32"
11	Rute 11	T2 + T5	8 + 8	16	4'53"
12	Rute 12	T12 + T10	8 + 8	16	4'07"
13	Rute 13	T7	16	16	2'06"
14	Rute 14	T11 + T6	8 + 8	16	4'30"

Pengirimkan semen ke toko-toko tujuan di sekitar Cirebon terdapat 14 rute dan semua toko dalam satu rute dapat terdistribusikan pada hari itu juga. Jumlah kebutuhan kendaraan efisien yang harus disediakan oleh PT ITP Tbk Cirebon sejumlah 14 kendaraan truk engkel untuk pengiriman semen ke toko-toko di sekitar Cirebon.

4. Mengurutkan toko tujuan berdasarkan rute yang sudah teridentifikasi bertujuan untuk meminimumkan jarak tempuh setiap rute. Pengurutan toko tujuan berdasarkan rute yang sudah teridentifikasi menggunakan metode *nearest insert* atau melihat jarak terkecil dari setiap toko dalam satu rute. Berikut penjelasan setiap rutenya :
 - 1) Rute 1
Rute 1 hanya terdapat satu toko yaitu T1. Artinya kendaraan pertama rute pengirimannya yaitu dari PT ITP Tbk Cirebon – Toko Aman Sentosa – PT ITP Tbk Cirebon dengan jarak tempuh 108 Km.
 - 2) Rute 2
Pendistribusian semen ke toko tujuan di sekitar Cirebon pada rute 2 yaitu ke T15. T15 memiliki ukuran order 24 Ton, namun karena JBI jalan II hanya 16 Ton, maka untuk 8 Ton yang tersisa dialokasikan pada rute 3. Kendaraan kedua rute pengirimannya yaitu dari PT ITP Tbk Cirebon – Toko Tiga Saudara – PT ITP Tbk Cirebon dengan jarak tempuh 108 Km.
 - 3) Rute 3
Pendistribusian semen ke toko tujuan di sekitar Cirebon untuk rute 3 yaitu T14 dan T15. Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 3 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 3

Alokasi tujuan	Jarak (Km)	Toko
G-T14-G	$2 \times 54 = 108$	T14 atau T15
G-T15-G	$2 \times 54 = 108$	T14 atau T15
G-T14-T15-G	$54 + 4 + 54 = 112$	T14 atau T15
G-T15-T14-G	$54 + 4 + 54 = 112$	T14 atau T15

T14 dan T15 memiliki jarak yang sama maka dapat diperoleh urutan toko tujuan yaitu G-T14-T15-G atau G-T15-T15-G. Rute pengiriman kendaraan ketiga yaitu dari PT ITP Tbk Cirebon - Toko Tiga Saudara – Toko Agung Jaya – PT ITP Tbk Cirebon atau dari PT ITP Tbk Cirebon – Toko Agung Jaya – Toko Tiga Saudara – PT ITP Tbk Cirebon dengan jarak tempuh 112 Km.

4) Rute 4

Rute 4 hanya terdapat satu toko yaitu T21. Artinya kendaraan keempat rute pengirimannya yaitu dari PT ITP Tbk Cirebon – Toko Tegal Baru – PT ITP Tbk Cirebon dengan jarak tempuh 108 Km.

5) Rute 5

Terdapat 2 toko dalam rute 5 yaitu T3, dan T20. Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 5 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 5

Alokasi tujuan	Jarak (Km)	Toko
G-T3-G	$2 \times 45 = 90$	T3
G-T20-G	$2 \times 54 = 108$	T20
G-T3-T20-G	$45 + 21 + 54 = 120$	T20

Jarak terefisien untuk rute 5 yaitu G-T3-T20-G. Kendaraan kelima memiliki rute pengiriman yang efisien yaitu dari PT ITP Tbk Cirebon – Toko Hj.Siti Rokayah – Toko Sumber Rejeki –PT ITP Tbk Cirebon dengan jarak tempuh 120 Km.

6) Rute 6

Rute 6 pendistribusian semen ke toko tujuan di sekitar Cirebon yaitu T18, dan T19. Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 6 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 6

Alokasi tujuan	Jarak (Km)	Toko
G-T18-G	$2 \times 48 = 96$	T18
G-T19-G	$2 \times 56 = 112$	T19
G-T18-T19-G	$48 + 37 + 56 = 141$	T23

Jarak terefisien dari rute 6 yaitu G-T18-T19-G. Kendaraan keenam rute pengirimannya yaitu dari PT ITP Tbk Cirebon –Toko Kios Kita – Toko Losari Jaya Putra – PT ITP Tbk Cirebon dengan jarak tempuh 141 Km.

7) Rute 7

Terdapat 2 toko dalam rute 7 untuk pendistribusian semen ke toko tujuan di sekitar Cirebon yaitu T8, dan T13. Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 7 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 7

Alokasi tujuan	Jarak (Km)	Toko
G-T8-G	$2 \times 28 = 56$	T8
G-T13-G	$2 \times 50 = 100$	T13
G-T8-T13-G	$28 + 53 + 50 = 131$	T13

Jarak terkecil dari rute 7 yaitu G-T8-T13-G. Kendaraan ketujuh memiliki rute pengiriman yang efisien yaitu dari PT ITP Tbk Cirebon – Toko Acung Robby - Toko Timbul – PT ITP Tbk Cirebon dengan jarak tempuh 131 Km.

8) Rute 8

Terdapat 2 toko dalam rute 8 pendistribusian semen ke toko tujuan di sekitar Cirebon yaitu T17, dan T22. Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 8 dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 8

Alokasi tujuan	Jarak (Km)	Toko
G-T17-G	$2 \times 40 = 80$	T22
G-T22-G	$2 \times 28 = 56$	T12
G-T22-T17-G	$28 + 36 + 40 = 104$	

Jarak terkecil dari rute 8 yaitu G-T22-T17-G. Kendaraan kedelapan memiliki rute pengiriman yang efisien yaitu dari PT ITP Tbk Cirebon – Toko UD Sudin Jaya - Toko Karya Logam – PT ITP Tbk Cirebon dengan jarak tempuh 104 Km.

9) Rute 9

Rute 9 pendistribusian semen ke toko tujuan di sekitar Cirebon yaitu ke T4 dan T23. Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 9 dapat dilihat pada Tabel 10 sebagai berikut :

Tabel 10 Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 9

Alokasi tujuan	Jarak (Km)	Toko
G-T4-G	$2 \times 18 = 36$	T4
G-T23-G	$2 \times 23 = 46$	T23
G-T4-T23-G	$18 + 4 + 23 = 45$	

Urutan toko tujuan yaitu G-T4-T23-G. Rute pengiriman kendaraan kesembilan yaitu dari PT ITP Tbk Cirebon - Toko Korem 063 Sunan Gunung Jati Cirebon – Toko Sumber Rejeki / Bp. Andrean – PT ITP Tbk Cirebon dengan jarak tempuh 45 Km.

10) Rute 10

Terdapat 2 toko dalam rute 10 pendistribusian semen ke toko tujuan di sekitar Cirebon yaitu T9, dan T16. Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 10 dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 10

Alokasi tujuan	Jarak (Km)	Toko
G-T9-G	$2 \times 20 = 40$	T16
G-T16-G	$2 \times 19 = 38$	T9
G-T16-T9-G	$19 + 0 + 20 = 39$	

Jarak terkecil dari rute 10 yaitu G-T16-T9-G. Kendaraan kesepuluh memiliki rute pengiriman yang efisien yaitu dari PT ITP Tbk Cirebon – Toko An Nur - Toko Berkas Syukur – PT ITP Tbk Cirebon dengan jarak tempuh 39 Km.

11) Rute 11

Rute 11 pendistribusian semen ke toko tujuan di sekitar Cirebon yaitu T2, dan T5. Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 11 dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 11

Alokasi tujuan	Jarak (Km)	Toko
G-T2-G	$2 \times 20 = 40$	T5
G-T5-G	$2 \times 18 = 36$	T2
G-T5-T2-G	$18 + 4 + 20 = 42$	

Jarak terefisien dari rute 11 yaitu G-T5-T2-G. Kendaraan kesebelas rute pengirimannya yaitu dari PT ITP Tbk Cirebon –Toko Meteor Gegesik – Toko Bintang Mas – PT ITP Tbk Cirebon dengan jarak tempuh 42 Km.

12)Rute 12

Pendistribusian semen ke toko tujuan di sekitar Cirebon untuk rute 12 yaitu T10 dan T12. Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 12 dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 12

Alokasi tujuan	Jarak (Km)	Toko
G-T10-G	$2 \times 22 = 44$	T10
G-T12-G	$2 \times 28 = 56$	T12
G-T10-T12-G	$22 + 38 + 28 = 88$	T12

urutan toko tujuan yaitu G-T10-T12-G. Rute pengiriman kendaraan kedua belas yaitu dari PT ITP Tbk Cirebon - Toko Debu Laut (Yasmin) – Toko Sumber Karya – PT ITP Tbk Cirebon dengan jarak tempuh 88 Km.

13)Rute 13

Rute 13 hanya terdapat satu toko yaitu T7. Artinya kendaraan ketiga belas rute pengirimannya yaitu dari PT ITP Tbk Cirebon – Toko Purimega Saranaland – PT ITP Tbk Cirebon dengan jarak tempuh 26 Km.

14)Rute 14

Terdapat 2 toko dalam rute 14 pendistribusian semen ke toko tujuan di sekitar Cirebon yaitu T6, dan T11. Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 10 dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14 Perhitungan penentuan urutan kunjungan toko pada rute 14

Alokasi tujuan	Jarak (Km)	Toko
G-T6-G	$2 \times 0.19 = 0.38$	T6
G-T11-G	$2 \times 13 = 26$	T11
G-T6-T11-G	$0.19 + 13 + 13 = 26.19$	T11

Jarak terkecil dari rute 14 yaitu G-T6-T11-G. Kendaraan keempat belas memiliki rute pengiriman yang efisien yaitu dari PT ITP Tbk Cirebon – Program Depot Semen Tiga Roda - Toko Lancar – PT ITP Tbk Cirebon dengan jarak tempuh 26.19 Km.

PT ITP Tbk Cirebon melakukan pengiriman semen menuju toko tujuan di sekitar Cirebon sebelumnya menggunakan truk dengan kapasitas yang disesuaikan permintaan setiap toko. Hasil perhitungan optimasi rute dengan *saving matrix* menghemat kendaraan yang harus disediakan oleh PT ITP Tbk Cirebon. PT ITP Tbk Cirebon lebih efisien menggunakan 14 kendaraan saja untuk 23 toko di sekitar Cirebon. Selain menghemat jumlah kendaraan, PT ITP Tbk Cirebon juga menghemat jarak tempuh pendistribusian semen ke toko-toko di sekitar Cirebon.

Kesimpulan

Evaluasi pendistribusian semen dengan menggunakan metode *saving matrix* pada PT ITP Tbk Cirebon menghasilkan penghematan jumlah kendaraan, rute dan total jarak yang ditempuh. Sebelumnya PT ITP Tbk Cirebon menggunakan 23 kendaraan untuk melayani 23 toko tujuan di sekitar Cirebon. Setelah dilakukan perhitungan metode *saving matrix*, PT ITP Tbk Cirebon lebih efisien menggunakan 14 kendaraan dengan 14 rute untuk melayani 23 toko tujuan di sekitar Cirebon. Dengan begitu, PT ITP Tbk Cirebon menghemat penggunaan 9 kendaraan dan total jarak yang ditempuh dalam pendistribusian semen.

Evaluasi ini dilakukan dengan keterbatasan waktu dalam pengambilan data, sehingga perhitungan hanya menghasilkan penghematan jumlah moda transportasi yang digunakan, rute yang didapat dan total jarak yang ditempuh. Evaluasi ini akan lebih baik lagi jika mempertimbangkan biaya transportasi dan biaya penghematan bahan bakar. Selain itu, dengan menghemat penggunaan jumlah moda transportasi dapat dipertimbangkan pengurangan sumbangan emisi gas CO₂.

Daftar Pustaka

- Chopra S, Meindl, Peter, (2010), "*Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*", Fourth Edition.
- Erlina P., (2009), "*Mengoptimalkan Biaya Transportasi Untuk Penentuan Jalur Distribusi Produk 'X' dengan Metode Saving Matrix*" *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, Vol. 9 (2) pp. 143-150.
- Guslan D, Ariestasari P., (2015), "*Analisis Rute Pendistribusian Part Supplier Outhouse PT Sugity Creatives dengan Metode Saving Matrix*" *Jurnal Logistik Bisnis*, Vol. 5 (2) pp. 36-41.
- Hasan MF. (2016), "*Penentuan Rute Distribusi Terpendek Menggunakan Metode Saving Matrix dan Cluster First-Route Second*", Skripsi, Departemen Teknik Industri, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, pp. 66.
- Hidayat TP, Kristinawati A., (2014), "*Usulan Penentuan Strategi Pendistribusian yang Optimal*" *Jurnal Metris*, Vol. 15 (1) pp. 111-118.
- Ikfan N, Masudin I., (2014), "*Saving Matrix Untuk Menentukan Rute Distribusi*" *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 2 (1) pp. 14-17.
- Ikhsan AN, Oesman TI, Yusuf M., (2013), "*Optimalisasi Distribusi Produk Menggunakan Daerah Penghubung Dan Metode Saving Matrix*" *Jurnal REKAVASI*, Vol. 1 (1) pp. 1-10.
- Indrawati, Eliyati N, Lukowi A., (2016), "*Penentuan Rute Optimal pada Pengangkutan sampah di Kota Palembang dengan Menggunakan Metode Saving Matrix*" *Jurnal Penelitian Sains*, Vol. 18 (3) pp. 105-110.
- Pujawan IN, Mahendrawathi ER, (2017), "*Supply Chain Management*", Andi.
- Siahaya W, (2013), "*Sukses Supply Chain Management Akses Demand Chain Management*", In Media.
- Suparjo, (2017), "*Metode Saving Matrix Sebagai Metode Alternatif Untuk Efisiensi Biaya Distribusi*" *Media Ekonomi dan Manajemen*, Vol. 32 (2) pp. 137-153.
- Supriyadi, Mawardi K, Nalhadi A., (2017), "*Minimasi Biaya Dalam Penentuan Rute Distribusi Produk Minuman Menggunakan Metode Savings Matrix*" *Seminar Nasional Institut Supply chain dan Logistik Indonesia (ISLI) ke-1*, Vol. 1 (18) pp. 1-7.
- Taufiq T. (2013), "*Analisa Rute Distribusi Guna Penjadwalan Sistem Transportasi Produk x dengan Pendekatan Metode Saving Matrix*", Skripsi, Departemen Teknik Industri, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, pp. 74.
- Yunitasari A. (2014), "*Optimalisasi Rute Pengangkutan Sampah di Kabupaten Sleman Menggunakan Metode Saving Matrix*", Skripsi, Departemen Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, pp. 75

Lampiran 1 Alokasi jarak antar toko dan toko dengan PT ITP Tbk Cirebon

	PT/ITP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
T1	54	-																							
T2	20	67	-																						
T3	45	18	56	-																					
T4	18	35	30	23	-																				
T5	18	64	4	55	36	-																			
T6	0.19	55	20	46	19	18	-																		
T7	13	47	25	38	9	23	13	-																	
T8	28	52	10	40	20	15	28	23	-																
T9	20	41	21	29	12	18	20	15	10	-															
T10	22	47	25	38	11	23	22	5	36	12	-														
T11	13	46	22	37	12	20	13	6	19	14	6	-													
T12	28	52	10	40	20	15	28	23	0	17	38	23	-												
T13	50	35	61	29	35	59	50	36	53	47	44	42	53	-											
T14	54	3	64	21	39	61	54	46	54	48	46	44	54	38	-										
T15	54	0	66	19	41	64	54	48	49	43	48	47	49	36	4	-									
T16	19	47	20	33	12	18	19	15	10	0	11	17	10	50	44	39	-								
T17	40	17	52	5	19	49	40	34	34	28	34	29	34	34	20	17	28	-							
T18	48	23	59	5	27	57	48	42	42	36	42	40	42	25	26	23	36	9	-						
T19	56	20	68	34	38	65	56	50	53	47	50	48	53	54	18	19	47	30	37	-					
T20	54	6	64	21	34	65	54	47	49	48	46	44	49	38	2	10	48	25	33	14	-				
T21	54	0.5	66	19	41	64	54	48	49	43	48	47	49	50	4	0	43	17	22	19	10	-			
T22	28	52	10	40	20	15	28	23	0	15	38	23	0	54	56	51	15	36	44	55	50	51	-		
T23	23	35	35	23	4	32	23	17	23	17	17	15	23	34	39	33	17	19	26	37	33	33	23	-	

Lampiran 2 Perhitungan matriks penghematan toko tujuan di sekitar Cirebon

No	Toko Penghematan	Perhitungan	No	Toko Penghematan	Perhitungan
1	T1 ke T2	$X(1,2) = 54 + 20 - 67 = 7$	66	T4 ke T6	$X(4,6) = 18 + 0.19 - 19 = -0.81$
2	T1 ke T3	$X(1,3) = 54 + 45 - 18 = 81$	67	T4 ke T7	$X(4,7) = 18 + 13 - 9 = 22$
3	T1 ke T4	$X(1,4) = 54 + 18 - 35 = 37$	68	T4 ke T8	$X(4,8) = 18 + 28 - 20 = 26$
4	T1 ke T5	$X(1,5) = 54 + 18 - 64 = 8$	69	T4 ke T9	$X(4,9) = 18 + 20 - 12 = 26$
5	T1 ke T6	$X(1,6) = 54 + 0.19 - 55 = -0.81$	70	T4 ke T10	$X(4,10) = 18 + 22 - 11 = 29$
6	T1 ke T7	$X(1,7) = 54 + 13 - 47 = 20$	71	T4 ke T11	$X(4,11) = 18 + 13 - 12 = 19$
7	T1 ke T8	$X(1,8) = 54 + 28 - 52 = 30$	72	T4 ke T12	$X(4,12) = 18 + 28 - 20 = 26$
8	T1 ke T9	$X(1,9) = 54 + 20 - 41 = 33$	73	T4 ke T13	$X(4,13) = 18 + 50 - 35 = 33$
9	T1 ke T10	$X(1,10) = 54 + 22 - 47 = 29$	74	T4 ke T14	$X(4,14) = 18 + 54 - 39 = 33$
10	T1 ke T11	$X(1,11) = 54 + 13 - 46 = 21$	75	T4 ke T15	$X(4,15) = 18 + 54 - 41 = 31$
11	T1 ke T12	$X(1,12) = 54 + 28 - 52 = 30$	76	T4 ke T16	$X(4,16) = 18 + 19 - 12 = 25$
12	T1 ke T13	$X(1,13) = 54 + 50 - 35 = 69$	77	T4 ke T17	$X(4,17) = 18 + 40 - 19 = 39$
14	T1 ke T14	$X(1,14) = 54 + 54 - 3 = 105$	78	T4 ke T18	$X(4,18) = 18 + 48 - 27 = 39$
15	T1 ke T15	$X(1,15) = 54 + 54 - 0 = 108$	79	T4 ke T19	$X(4,19) = 18 + 56 - 38 = 36$
16	T1 ke T16	$X(1,16) = 54 + 19 - 47 = 26$	80	T4 ke T20	$X(4,20) = 18 + 54 - 34 = 38$
17	T1 ke T17	$X(1,17) = 54 + 40 - 17 = 77$	81	T4 ke T21	$X(4,21) = 18 + 54 - 41 = 31$
18	T1 ke T18	$X(1,18) = 54 + 48 - 23 = 79$	82	T4 ke T22	$X(4,22) = 18 + 28 - 20 = 26$
19	T1 ke T19	$X(1,19) = 54 + 56 - 20 = 90$	83	T4 ke T23	$X(4,23) = 18 + 23 - 4 = 37$
20	T1 ke T20	$X(1,20) = 54 + 54 - 6 = 102$	84	T5 ke T6	$X(5,6) = 18 + 0.19 - 18 = 0$
21	T1 ke T21	$X(1,21) = 54 + 54 - 0.5 = 107.5$	85	T5 ke T7	$X(5,7) = 18 + 13 - 23 = 8$
22	T1 ke T22	$X(1,22) = 54 + 28 - 52 = 30$	86	T5 ke T8	$X(5,8) = 18 + 28 - 15 = 31$
23	T1 ke T23	$X(1,23) = 54 + 23 - 35 = 42$	87	T5 ke T9	$X(5,9) = 18 + 20 - 18 = 20$
24	T2 ke T3	$X(2,3) = 20 + 45 - 56 = 9$	88	T5 ke T10	$X(5,10) = 18 + 22 - 23 = 17$
25	T2 ke T4	$X(2,4) = 20 + 18 - 30 = 8$	89	T5 ke T11	$X(5,11) = 18 + 13 - 20 = 11$
26	T2 ke T5	$X(2,5) = 20 + 18 - 4 = 34$	90	T5 ke T12	$X(5,12) = 18 + 28 - 15 = 31$
27	T2 ke T6	$X(2,6) = 20 + 0.19 - 20 = 0.19$	91	T5 ke T13	$X(5,13) = 18 + 50 - 59 = 9$
28	T2 ke T7	$X(2,7) = 20 + 13 - 25 = 8$	92	T5 ke T14	$X(5,14) = 18 + 54 - 61 = 11$
29	T2 ke T8	$X(2,8) = 20 + 28 - 10 = 38$	93	T5 ke T15	$X(5,15) = 18 + 54 - 64 = 8$
30	T2 ke T9	$X(2,9) = 20 + 20 - 21 = 19$	94	T5 ke T16	$X(5,16) = 18 + 19 - 18 = 19$
31	T2 ke T10	$X(2,10) = 20 + 22 - 25 = 17$	95	T5 ke T17	$X(5,17) = 18 + 40 - 49 = 9$
32	T2 ke T11	$X(2,11) = 20 + 13 - 22 = 11$	96	T5 ke T18	$X(5,18) = 18 + 48 - 57 = 9$
33	T2 ke T12	$X(2,12) = 20 + 28 - 10 = 38$	97	T5 ke T19	$X(5,19) = 18 + 56 - 65 = 9$
34	T2 ke T13	$X(2,13) = 20 + 50 - 61 = 9$	98	T5 ke T20	$X(5,20) = 18 + 54 - 65 = 7$
35	T2 ke T14	$X(2,14) = 20 + 54 - 64 = 10$	99	T5 ke T21	$X(5,21) = 18 + 54 - 64 = 8$
36	T2 ke T15	$X(2,15) = 20 + 54 - 66 = 8$	100	T5 ke T22	$X(5,22) = 18 + 28 - 15 = 31$
37	T2 ke T16	$X(2,16) = 20 + 19 - 20 = 19$	101	T5 ke T23	$X(5,23) = 18 + 23 - 32 = 9$
38	T2 ke T17	$X(2,17) = 20 + 40 - 52 = 8$	102	T6 ke T7	$X(6,7) = 0.19 + 13 - 13 = 0.19$
39	T2 ke T18	$X(2,18) = 20 + 48 - 59 = 9$	103	T6 ke T8	$X(6,8) = 0.19 + 28 - 28 = 0.19$
40	T2 ke T19	$X(2,19) = 20 + 56 - 68 = 8$	104	T6 ke T9	$X(6,9) = 0.19 + 20 - 20 = 0.19$
41	T2 ke T20	$X(2,20) = 20 + 54 - 64 = 10$	105	T6 ke T10	$X(6,10) = 0.19 + 22 - 22 = 0.19$
42	T2 ke T21	$X(2,21) = 20 + 54 - 66 = 8$	106	T6 ke T11	$X(6,11) = 0.19 + 13 - 13 = 0.19$
43	T2 ke T22	$X(2,22) = 20 + 28 - 10 = 38$	107	T6 ke T12	$X(6,12) = 0.19 + 28 - 28 = 0.19$
44	T2 ke T23	$X(2,23) = 20 + 23 - 35 = 8$	108	T6 ke T13	$X(6,13) = 0.19 + 50 - 50 = 0.19$
45	T3 ke T4	$X(3,4) = 45 + 18 - 23 = 40$	109	T6 ke T14	$X(6,14) = 0.19 + 54 - 54 = 0.19$
46	T3 ke T5	$X(3,5) = 45 + 18 - 55 = 8$	110	T6 ke T15	$X(6,15) = 0.19 + 54 - 54 = 0.19$
47	T3 ke T6	$X(3,6) = 45 + 0.19 - 46 = -0.81$	111	T6 ke T16	$X(6,16) = 0.19 + 19 - 19 = 0.19$
48	T3 ke T7	$X(3,7) = 45 + 13 - 38 = 20$	112	T6 ke T17	$X(6,17) = 0.19 + 40 - 40 = 0.19$
49	T3 ke T8	$X(3,8) = 45 + 28 - 40 = 33$	113	T6 ke T18	$X(6,18) = 0.19 + 48 - 48 = 0.19$
50	T3 ke T9	$X(3,9) = 45 + 20 - 29 = 36$	114	T6 ke T19	$X(6,19) = 0.19 + 56 - 56 = 0.19$
51	T3 ke T10	$X(3,10) = 45 + 22 - 38 = 29$	115	T6 ke T20	$X(6,20) = 0.19 + 54 - 54 = 0.19$
52	T3 ke T11	$X(3,11) = 45 + 13 - 37 = 21$	116	T6 ke T21	$X(6,21) = 0.19 + 54 - 54 = 0.19$
53	T3 ke T12	$X(3,12) = 45 + 28 - 40 = 33$	117	T6 ke T22	$X(6,22) = 0.19 + 28 - 28 = 0.19$
54	T3 ke T13	$X(3,13) = 45 + 50 - 29 = 66$	118	T6 ke T23	$X(6,23) = 0.19 + 23 - 23 = 0.19$
55	T3 ke T14	$X(3,14) = 45 + 54 - 21 = 78$	119	T7 ke T8	$X(7,8) = 13 + 28 - 23 = 18$
56	T3 ke T15	$X(3,15) = 45 + 54 - 19 = 80$	120	T7 ke T9	$X(7,9) = 13 + 20 - 15 = 18$
57	T3 ke T16	$X(3,16) = 45 + 19 - 33 = 31$	121	T7 ke T10	$X(7,10) = 13 + 22 - 5 = 30$
58	T3 ke T17	$X(3,17) = 45 + 40 - 5 = 80$	122	T7 ke T11	$X(7,11) = 13 + 13 - 6 = 20$
59	T3 ke T18	$X(3,18) = 45 + 48 - 5 = 88$	123	T7 ke T12	$X(7,12) = 13 + 28 - 23 = 18$
60	T3 ke T19	$X(3,19) = 45 + 56 - 34 = 67$	124	T7 ke T13	$X(7,13) = 13 + 50 - 36 = 27$
61	T3 ke T20	$X(3,20) = 45 + 54 - 21 = 78$	125	T7 ke T14	$X(7,14) = 13 + 54 - 46 = 21$
62	T3 ke T21	$X(3,21) = 45 + 54 - 19 = 80$	126	T7 ke T15	$X(7,15) = 13 + 54 - 48 = 19$
63	T3 ke T22	$X(3,22) = 45 + 28 - 40 = 33$	127	T7 ke T16	$X(7,16) = 13 + 19 - 15 = 17$
64	T3 ke T23	$X(3,23) = 45 + 23 - 23 = 45$	128	T7 ke T17	$X(7,17) = 13 + 40 - 34 = 19$
65	T4 ke T5	$X(4,5) = 18 + 18 - 36 = 0$	129	T7 ke T18	$X(7,18) = 13 + 48 - 42 = 19$

Lampiran 2 Perhitungan matriks penghematan toko tujuan di sekitar Cirebon (lanjutan)

No	Toko Penghematan	Perhitungan	No	Toko Penghematan	Perhitungan
130	T7 ke T19	$X(7,19) = 13 + 56 - 50 = 19$	192	T12 ke T16	$X(12,16) = 28 + 19 - 10 = 37$
131	T7 ke T20	$X(7,20) = 13 + 54 - 47 = 20$	193	T12 ke T17	$X(12,17) = 28 + 40 - 34 = 34$
132	T7 ke T21	$X(7,21) = 13 + 54 - 48 = 19$	194	T12 ke T18	$X(12,18) = 28 + 48 - 42 = 34$
133	T7 ke T22	$X(7,22) = 13 + 28 - 23 = 18$	195	T12 ke T19	$X(12,19) = 28 + 56 - 53 = 31$
134	T7 ke T23	$X(7,23) = 13 + 23 - 17 = 19$	196	T12 ke T20	$X(12,20) = 28 + 54 - 49 = 33$
135	T8 ke T9	$X(8,9) = 28 + 20 - 10 = 38$	197	T12 ke T21	$X(12,21) = 28 + 54 - 49 = 33$
136	T8 ke T10	$X(8,10) = 28 + 22 - 36 = 14$	198	T12 ke T22	$X(12,22) = 28 + 28 - 0 = 56$
137	T8 ke T11	$X(8,11) = 28 + 13 - 19 = 22$	199	T12 ke T23	$X(12,23) = 28 + 23 - 23 = 28$
138	T8 ke T12	$X(8,12) = 28 + 28 - 0 = 56$	200	T13 ke T14	$X(13,14) = 50 + 54 - 38 = 66$
139	T8 ke T13	$X(8,13) = 28 + 50 - 53 = 25$	201	T13 ke T15	$X(13,15) = 50 + 54 - 36 = 68$
140	T8 ke T14	$X(8,14) = 28 + 54 - 54 = 28$	202	T13 ke T16	$X(13,16) = 50 + 19 - 50 = 19$
141	T8 ke T15	$X(8,15) = 28 + 54 - 49 = 33$	203	T13 ke T17	$X(13,17) = 50 + 40 - 34 = 56$
142	T8 ke T16	$X(8,16) = 28 + 19 - 10 = 37$	204	T13 ke T18	$X(13,18) = 50 + 48 - 25 = 73$
143	T8 ke T17	$X(8,17) = 28 + 40 - 34 = 34$	204	T13 ke T19	$X(13,19) = 50 + 56 - 54 = 52$
144	T8 ke T18	$X(8,18) = 28 + 48 - 42 = 34$	206	T13 ke T20	$X(13,20) = 50 + 54 - 38 = 66$
145	T8 ke T19	$X(8,19) = 28 + 56 - 53 = 31$	207	T13 ke T21	$X(13,21) = 50 + 54 - 50 = 54$
146	T8 ke T20	$X(8,20) = 28 + 54 - 49 = 33$	208	T13 ke T22	$X(13,22) = 50 + 28 - 54 = 24$
147	T8 ke T21	$X(8,21) = 28 + 54 - 49 = 33$	209	T13 ke T23	$X(13,23) = 50 + 23 - 34 = 39$
148	T8 ke T22	$X(8,22) = 28 + 28 - 0 = 56$	210	T14 ke T15	$X(14,15) = 54 + 54 - 4 = 104$
149	T8 ke T23	$X(8,23) = 28 + 23 - 23 = 28$	211	T14 ke T16	$X(14,16) = 54 + 19 - 44 = 29$
150	T9 ke T10	$X(9,10) = 20 + 22 - 12 = 30$	212	T14 ke T17	$X(14,17) = 54 + 40 - 20 = 74$
151	T9 ke T11	$X(9,11) = 20 + 13 - 14 = 19$	213	T14 ke T18	$X(14,18) = 54 + 48 - 26 = 76$
152	T9 ke T12	$X(9,12) = 20 + 28 - 17 = 31$	214	T14 ke T19	$X(14,19) = 54 + 56 - 18 = 92$
153	T9 ke T13	$X(9,13) = 20 + 50 - 47 = 23$	215	T14 ke T20	$X(14,20) = 54 + 54 - 2 = 106$
154	T9 ke T14	$X(9,14) = 20 + 54 - 48 = 26$	216	T14 ke T21	$X(14,21) = 54 + 54 - 4 = 104$
155	T9 ke T15	$X(9,15) = 20 + 54 - 43 = 31$	217	T14 ke T22	$X(14,22) = 54 + 28 - 56 = 26$
156	T9 ke T16	$X(9,16) = 20 + 19 - 0 = 39$	218	T14 ke T23	$X(14,23) = 54 + 23 - 39 = 38$
157	T9 ke T17	$X(9,17) = 20 + 40 - 28 = 32$	219	T15 ke T16	$X(15,16) = 54 + 19 - 39 = 34$
158	T9 ke T18	$X(9,18) = 20 + 48 - 36 = 32$	220	T15 ke T17	$X(15,17) = 54 + 40 - 17 = 77$
159	T9 ke T19	$X(9,19) = 20 + 56 - 47 = 29$	221	T15 ke T18	$X(15,18) = 54 + 48 - 23 = 79$
160	T9 ke T20	$X(9,20) = 20 + 54 - 48 = 26$	222	T15 ke T19	$X(15,19) = 54 + 56 - 19 = 91$
161	T9 ke T21	$X(9,21) = 20 + 54 - 43 = 31$	223	T15 ke T20	$X(15,20) = 54 + 54 - 10 = 98$
162	T9 ke T22	$X(9,22) = 20 + 28 - 15 = 33$	224	T15 ke T21	$X(15,21) = 54 + 54 - 0 = 108$
163	T9 ke T23	$X(9,23) = 20 + 23 - 17 = 26$	225	T15 ke T22	$X(15,22) = 54 + 28 - 51 = 31$
164	T10 ke T11	$X(10,11) = 22 + 13 - 6 = 29$	226	T15 ke T23	$X(15,23) = 54 + 23 - 33 = 44$
165	T10 ke T12	$X(10,12) = 22 + 28 - 38 = 12$	227	T16 ke T17	$X(16,17) = 19 + 40 - 28 = -49$
166	T10 ke T13	$X(10,13) = 22 + 50 - 44 = 28$	228	T16 ke T18	$X(16,18) = 19 + 48 - 36 = -65$
167	T10 ke T14	$X(10,14) = 22 + 54 - 46 = 30$	229	T16 ke T19	$X(16,19) = 19 + 56 - 47 = -84$
168	T10 ke T15	$X(10,15) = 22 + 54 - 48 = 28$	230	T16 ke T20	$X(16,20) = 19 + 54 - 48 = -83$
169	T10 ke T16	$X(10,16) = 22 + 19 - 11 = 30$	231	T16 ke T21	$X(16,21) = 19 + 54 - 43 = -78$
170	T10 ke T17	$X(10,17) = 22 + 40 - 34 = 28$	232	T16 ke T22	$X(16,22) = 19 + 28 - 15 = -24$
171	T10 ke T18	$X(10,18) = 22 + 48 - 42 = 28$	233	T16 ke T23	$X(16,23) = 19 + 23 - 17 = -21$
172	T10 ke T19	$X(10,19) = 22 + 56 - 50 = 28$	234	T17 ke T18	$X(17,18) = 40 + 48 - 9 = 79$
173	T10 ke T20	$X(10,20) = 22 + 54 - 46 = 30$	235	T17 ke T19	$X(17,19) = 40 + 56 - 30 = 66$
174	T10 ke T21	$X(10,21) = 22 + 54 - 48 = 28$	236	T17 ke T20	$X(17,20) = 40 + 54 - 25 = 69$
175	T10 ke T22	$X(10,22) = 22 + 28 - 38 = 12$	237	T17 ke T21	$X(17,21) = 40 + 54 - 17 = 77$
176	T10 ke T23	$X(10,23) = 22 + 23 - 17 = 28$	238	T17 ke T22	$X(17,22) = 40 + 28 - 36 = 32$
177	T11 ke T12	$X(11,12) = 13 + 28 - 23 = 18$	239	T17 ke T23	$X(17,23) = 40 + 23 - 19 = 44$
178	T11 ke T13	$X(11,13) = 13 + 50 - 42 = 21$	240	T18 ke T19	$X(18,19) = 48 + 56 - 37 = 67$
179	T11 ke T14	$X(11,14) = 13 + 54 - 44 = 23$	241	T18 ke T20	$X(18,20) = 48 + 54 - 33 = 69$
180	T11 ke T15	$X(11,15) = 13 + 54 - 47 = 20$	242	T18 ke T21	$X(18,21) = 48 + 54 - 22 = 80$
181	T11 ke T16	$X(11,16) = 13 + 19 - 17 = 15$	243	T18 ke T22	$X(18,22) = 48 + 28 - 44 = 32$
182	T11 ke T17	$X(11,17) = 13 + 40 - 29 = 24$	244	T18 ke T23	$X(18,23) = 48 + 23 - 26 = 45$
183	T11 ke T18	$X(11,18) = 13 + 48 - 40 = 21$	245	T19 ke T20	$X(19,20) = 56 + 54 - 14 = 96$
184	T11 ke T19	$X(11,19) = 13 + 56 - 48 = 21$	246	T19 ke T21	$X(19,21) = 56 + 54 - 19 = 91$
185	T11 ke T20	$X(11,20) = 13 + 54 - 44 = 23$	247	T19 ke T22	$X(19,22) = 56 + 28 - 55 = 29$
186	T11 ke T21	$X(11,21) = 13 + 54 - 47 = 20$	248	T19 ke T23	$X(19,23) = 56 + 23 - 37 = 42$
187	T11 ke T22	$X(11,22) = 13 + 28 - 23 = 18$	249	T20 ke T21	$X(20,21) = 54 + 54 - 10 = 98$
188	T11 ke T23	$X(11,23) = 13 + 23 - 15 = 21$	250	T20 ke T22	$X(20,22) = 54 + 28 - 50 = 32$
189	T12 ke T13	$X(12,13) = 28 + 50 - 53 = 25$	251	T20 ke T23	$X(20,23) = 54 + 23 - 33 = 44$
190	T12 ke T14	$X(12,14) = 28 + 54 - 54 = 28$	252	T21 ke T22	$X(21,22) = 28 + 28 - 51 = 31$
191	T12 ke T15	$X(12,15) = 28 + 54 - 49 = 33$	253	T21 ke T23	$X(21,23) = 28 + 23 - 33 = 44$

Lampiran 3 Matriks penghematan *saving matrix* toko di sekitar Cirebon

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	
T1	-																							
T2	7	-																						
T3	81	9	-																					
T4	37	8	40	-																				
T5	8	34	8	0	-																			
T6	-0.81	0.19	-0.81	-0.81	0.19	-																		
T7	20	8	20	22	8	0.19	-																	
T8	30	38	33	26	31	0.19	18	-																
T9	33	19	36	26	20	0.19	18	38	-															
T10	29	17	29	29	17	0.19	30	14	30	-														
T11	21	11	21	19	11	0.19	20	22	19	29	-													
T12	30	38	33	26	31	0.19	18	56	31	12	18	-												
T13	69	9	66	33	9	0.19	27	25	23	28	21	25	-											
T14	105	10	78	33	11	0.19	21	28	26	30	23	28	66	-										
T15	108	8	80	31	8	0.19	19	33	31	28	20	33	68	104	-									
T16	26	19	31	25	19	0.19	17	37	39	30	15	37	19	29	34	-								
T17	77	8	80	39	9	0.19	19	34	32	28	24	34	56	74	77	-49	-							
T18	79	9	88	39	9	0.19	19	34	32	28	21	34	73	76	79	-65	79	-						
T19	90	8	67	36	9	0.19	19	31	29	28	21	31	52	92	91	-84	66	67	-					
T20	102	10	78	38	7	0.19	20	33	26	30	23	33	66	106	98	-83	69	69	96	-				
T21	107.5	8	80	31	8	0.19	19	33	31	28	20	33	54	104	108	-78	77	80	91	98	-			
T22	30	38	33	26	31	0.19	18	56	33	12	18	56	24	26	31	-24	32	32	29	32	31	-		
T23	42	8	45	37	9	0.19	19	28	26	28	21	28	39	38	44	-21	44	45	42	44	44	28	-	

**BIDANG PIRANTI CERDAS, RANTAI PASOK
BERKELANJUTAN, HUMANITARIAN
LOGISTIK, PIRANTI LUNAK**

**PERANCANGAN SISTEM PENELUSURAN PRODUKSI BAN KARET
MENGUNAKAN MODUL MANUFACTURING ERP DI PT XYZ TIRE (STUDI
TERAPAN)**

Widya Fauziah¹ , Hendri Wijaya² , Sesar Husen Santosa³

¹Manajemen Industri, Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor
Email: wdyfauziah@gmail.com

²Manajemen Industri, Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor
Email: hendri17tin@gmail.com

³Manajemen Industri, Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor
Email: sesarsantosa@gmail.com

Abstrak

Penerapan sistem penelusuran ini menggunakan software Odoo versi 8 dengan melalui empat tahap yaitu persiapan penerapan sistem, membangun sistem penelusuran produksi pada software, installasi modul addons, serta simulasi sistem penelusuran produksi. Penerapan sistem ERP menggunakan software Odoo versi 8 untuk sistem penelusuran produksi menggunakan beberapa modul addons. Modul addons yang ditambahkan untuk menunjang penerapan tersebut terdiri dari empat modul addons yaitu Modul Capacity Planning, Modul MRP Production Machine Location, Modul Product Expiry Ext dan Modul Operation Traceability. Modul addons tersebut bisa didapatkan dari website resmi Odoo secara gratis. Proses penelusuran produksi menggunakan software Odoo versi 8 dengan menambahkan beberapa modul addons memberikan informasi terkait penelusuran produksi. Modul manufacturing dapat digunakan untuk menelusuri proses produksi yang telah dilakukan. Data simulasi penelusuran produksi yaitu menggunakan data Jadwal Induk Produksi (JIP) harian dari produk tube. Hasil simulasi penerapan modul manufacturing pada software Odoo versi 8 dapat mengidentifikasi nomor lot produk yang dihasilkan, nomor lot bahan baku yang digunakan, mesin yang digunakan dalam proses produksi, tanggal kedatangan bahan baku, supplier bahan baku, expiry date produk dan expiry date bahan baku.

Kata kunci: software odoo versi 8; sistem penelusuran produksi; modul addons; Jadwal Induk Produksi (JIP)

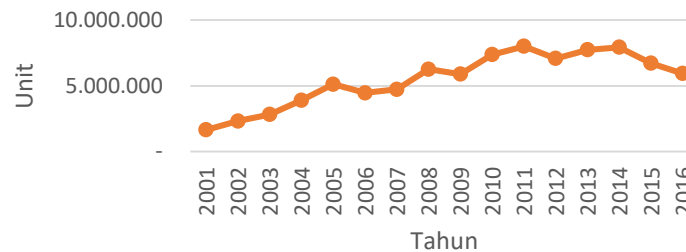
Abstract

The implementation of this tracking system uses Odoo version 8 software through four stages, namely the preparation of system implementation, building a production tracking system on software, installing addons modules and tracking production system simulation. The implementation of ERP systems using Odoo version 8 software for production tracking system uses several addons modules. Addons module added to support the application consists of four addon modules, namely Capacity Planning Module, MRP Production Machine Location Module, Product Expiry Ext Module and Operation Traceability Module. The addons module can be obtained from the official Odoo website for free. The production search process uses Odoo version 8 software by adding several addons modules to provide information related to production tracking. Manufacturing modules can be used to trace the production process that has been carried out. Production search simulation data is using daily Master Production Schedule data from tube products. The simulation results of the application of manufacturing module in the Odoo software version 8 can identify the product lot numbers produced, the number of raw materials used, the machines used in the production process, the date of arrival of raw materials, raw material suppliers, expiry date of products and expiry date of raw materials.

Keywords: Odoo version 8 software; tracking production system; addons modules; Master Production Schedule (MPS)

Pendahuluan

Produksi kendaraan bermotor dalam negeri tahun 2001 sampai 2016 menurut data dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO) dan Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (ASI) mengalami peningkatan dan penurunan produksi setiap tahunnya. Rata-rata produksi sepeda motor dari tahun 2001 sampai 2016 mengalami peningkatan produksi sebesar 8%. Data produksi sepeda motor dalam negeri ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Produksi sepeda motor dalam negeri

PT XYZ TIRE merupakan salah satu anak perusahaan dari PT AAM. PT XYZ TIRE bergerak di bidang industri ban luar dan ban dalam khusus motor. Ban luar dan ban dalam produksi PT XYZ TIRE selain dipasarkan di Indonesia juga telah diekspor ke negara Eropa, Asia dan Afrika. *Enterprise Resource Planning system* (ERP system) merupakan upaya untuk menciptakan integrasi produk yang mengelola sebagian besar operasi di perusahaan. Perbedaan ERP system adalah mengintegrasikan seluruh fungsi untuk menciptakan sistem tunggal dan terpadu (Fougatsaro, 2009). PT XYZ TIRE sendiri telah menggunakan sistem ERP OracleEBS dalam mempermudah aliran informasi internal perusahaan. OracleEBS merupakan *software* Perencanaan Sumberdaya Perusahaan (Enterprise Resources Planning/ERP) berbayar baik untuk *software*, *hardware*, maupun *maintenance*. Terdapat beberapa *software* Perencanaan Sumberdaya Perusahaan (Enterprise Resources Planning/ERP) yaitu salah satunya *software* ERP Odoo. Odoo merupakan *software* ERP yang telah digunakan oleh lebih dari dua juta perusahaan baik kecil, menengah, maupun besar seperti Danone, Euchan, Singer, Lena, dan masih banyak lagi. Penggunaan *software* ERP tersebut berfungsi untuk mengintegrasikan sistem informasi internal.

PT XYZ TIRE melakukan perencanaan produksi dengan menghitung prakiraan permintaan. Perhitungan prakiraan permintaan tersebut digunakan untuk membuat Jadwal Induk Produksi (JIP). Perhitungan dilakukan dengan alat bantu lain sedangkan untuk *software* Oracle-EBS digunakan sebagai alat bantu dalam aliran informasi internal perusahaan mengenai jumlah produksi yang akan dihasilkan. Sistem penelusuran produksi merupakan sistem penelusuran untuk membantu perusahaan dalam melakukan penelusuran permasalahan proses produksi dalam waktu yang singkat. Jika produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar, maka perusahaan dapat menerapkan sistem penelusuran produksi untuk mengidentifikasi sumber kerusakan. Sistem penelusuran produksi yang dibangun dimulai dari jumlah produk yang harus dihasilkan dari Jadwal Induk Produksi (JIP) produk tube. Sistem penelusuran berfungsi untuk mengidentifikasi nomor lot produk yang dihasilkan, nomor lot bahan baku yang digunakan, mesin yang digunakan dalam proses produksi, tanggal kedatangan bahan baku, *supplier* bahan baku, *expiry date* produk dan *expiry date* bahan baku.

PT XYZ TIRE sedang membangun sistem Perencanaan Sumberdaya Perusahaan (Enterprise Resources Planning/ERP) menggunakan *software* Odoo versi 8. Salah satu modul yang digunakan untuk membangun sistem Perencanaan Sumberdaya Perusahaan (Enterprise Resources Planning/ERP) adalah modul *manufacturing*. Modul *manufacturing* yang dibangun adalah sistem penelusuran produksi.

Metode

Penelitian dilakukan pada produk Tube yang diproduksi PT XYZ TIRE. Metode yang digunakan dalam perancangan sistem adalah metode *Rapid Application Development* (RAD). *Rapid Application Development* (RAD) adalah suatu pendekatan berorientasi objek terhadap pengembangan sistem yang mencakup suatu metode pengembangan serta perangkat-perangkat lunak (Kendall, 2010). Langkah-langkah yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Perencanaan Syarat-Syarat (Requirements Planning)

Fase perencanaan syarat-syarat ini dilakukan identifikasi tujuan-tujuan aplikasi atau sistem serta untuk mengidentifikasi syarat-syarat informasi yang ditimbulkan dari tujuan-tujuan tersebut. Orientasi dalam fase ini adalah menyelesaikan masalah-masalah perusahaan. Meskipun teknologi informasi dan sistem bisa mengarahkan sebagian dari sistem yang diajukan, fokusnya akan tetap pada upaya pencapaian tujuan-tujuan perusahaan (Kendall, 2010)

2. *Workshop* Desain RAD (RAD Design Workshop)

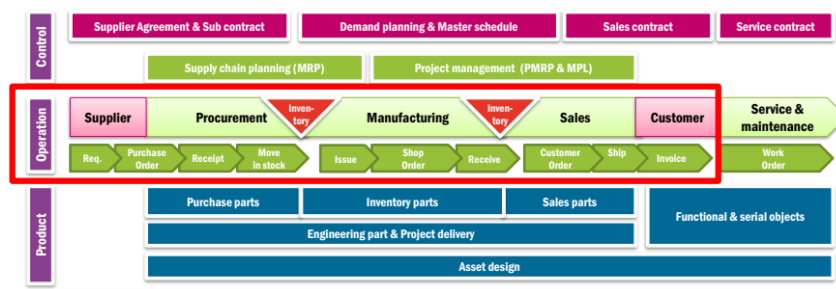
Fase ini adalah fase untuk merancang dan memperbaiki yang bisa digambarkan sebagai *workshop*. Penganalisis dan pemrogram dapat bekerja membangun dan menunjukkan representasi visual desain dan pola kerja kepada pengguna. *Workshop* desain ini dapat dilakukan selama beberapa hari tergantung dari ukuran aplikasi yang akan dikembangkan. Selama *workshop* desain RAD, pengguna merespon prototype yang ada dan penganalisis memperbaiki modul-modul yang dirancang berdasarkan respon pengguna (Kendall, 2010).

3. Implementasi (Implementation)

Fase implementasi ini, penganalisis bekerja dengan para pengguna secara intens selama *workshop* dan merancang aspek-aspek bisnis dan nonteknis perusahaan. Setelah aspek-aspek ini disetujui dan sistem-sistem dibangun dan disaring, sistem-sistem baru atau bagian dari siste diujicoba kemudian diperkenalkan kepada organisasi (Kendall, 2010)

Proses Bisnis

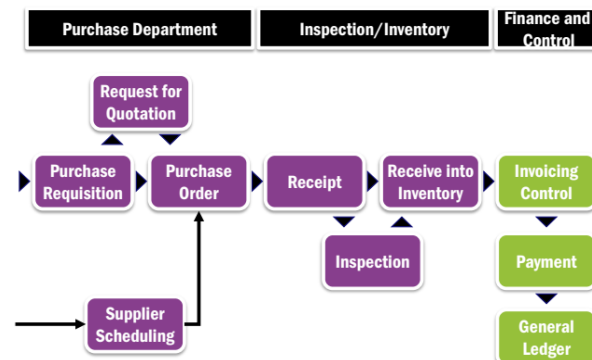
Menurut PT Delta Excellencia Performa (2013), proses bisnis dilakukan dari proses pembelian bahan baku hingga proses penjualan barang jadi. Alur proses bisnis ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Alur proses bisnis operation

Proses Bisnis *Purchase*

Purchase merupakan proses dimana perusahaan melakukan pembelian bahan baku untuk proses produksi. Pembelian bahan baku pada proses *purchase* dilakukan sesuai dengan kebutuhan untuk proses produksi. Pada proses *purchasing* selain menentukan jumlah kebutuhan bahan baku yang akan dibeli dilakukan proses penerimaan bahan baku dari *supplier*. Proses tersebut biasa disebut proses *quality control* bahan baku sebelum bahan baku disimpan di gudang bahan baku sebagai *inventory*. Menurut PT Delta Excellencia Performa (2013), alur proses bisnis *purchase* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Alur proses bisnis purchase

Proses bisnis *purchase* dimulai dari permintaan pembelian hingga bahan baku yang dibeli sampai ke gudang bahan baku dan disimpan sebagai *inventory*. Penjelasan dari alur proses bisnis *purchase* yaitu sebagai berikut:

1. *Purchase Requisition* atau permintaan pembelian merupakan formulir untuk *internal* perusahaan, yang berfungsi untuk mencatat permintaan pembelian barang kepada bagian pembelian. Pencatatan aktivitas ini belum mempengaruhi posisi keuangan.
2. *Request for Quotation* merupakan dokumen yang berisi permintaan penawaran harga kepada *supplier* atau yang lebih dikenal dengan surat permintaan penawaran.
3. *Purchase Order* merupakan dokumen yang berfungsi sebagai daftar pesanan atas pembelian yang dilakukan.
4. *Receipt* merupakan proses penerimaan bahan baku yang dibeli dari *supplier*.
5. *Inspection* merupakan kegiatan pengecekan kualitas dari bahan baku yang dibeli apakah sesuai dengan yang diminta oleh perusahaan.
6. *Receive Into Inventory* merupakan proses penyimpanan bahan baku yang dibeli saat bahan baku tersebut telah melewati proses *inspection*.

Proses Bisnis *Manufacturing*

Manufacturing merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menambah nilai suatu barang. Pembuatan *manufacturing order* atau *shop order* dilakukan untuk menentukan jumlah produk yang akan diproduksi. Kegiatan *manufacturing order* atau *shop order* berfungsi sebagai langkah awal dalam proses produksi yang juga menentukan jumlah kebutuhan bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi. Menurut PT Delta Excellencia Performa (2013), alur proses bisnis *manufacturing* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Alur proses bisnis manufacturing

Prose bisnis *manufacturing* dimulai dari penerimaan bahan baku yang telah melewati proses *inspection* sampai dengan pengeluaran bahan baku untuk digunakan dalam proses produksi. penjelasan dari alur proses bisnis *manufacturing* yaitu sebagai berikut:

1. *Create Shop Order* merupakan proses pembuatan data produksi yang akan dilakukan,
2. *Release Shop Order* merupakan tahapan dimana *shop order* yang dibuat telah disetujui untuk dilakukan proses produksi.
3. *Reserve Materials* merupakan proses pemesanan atau pencatatan bahan baku yang dibutuhkan untuk proses produksi.
4. *Issue Materials* merupakan proses penerimaan bahan baku yang dibutuhkan untuk proses produksi.
5. *Report Operations* merupakan proses produksi dari *shop order* yang telah dibuat sebelumnya.
6. *Receive Products* merupakan tahapan penerimaan produk dari hasil proses produksi.
7. *Close Shop Order* merupakan tahap akhir dari proses produksi dimana data *shop order* yang dibuat sebelumnya telah dilakukan proses produksi dan menghasilkan produk sesuai dengan data pada *shop order* tersebut.

Menurut Saputra D, et all (2014), penelitian yang dilakukan di PT Indotaichen Textile Industry membantu dalam mengatasi masalah tingginya total lead time proses produksi yang mengakibatkan waktu pengiriman tidak sesuai dengan waktu yang ditentukan sehingga ketepatan waktu (*delivery on time*) terhadap pengiriman produk ke pelanggan menjadi tinggi. Penelitian ini membantu PT Indotaichen Textile Industry untuk membuat system tracking report proses produksi yang dapat menelusuri dan melaporkan tahapan proses produksi sebagai bahan evaluasi lead time proses produksi dan ketepatan waktu (*delivery on time*) pengiriman produk pada pelanggan. Penelitian ini merancang sistem dalam sebuah rancangan fungsional berbentuk use case, activity dan class diagram dan mengimplementasikannya dengan membuat sebuah aplikasi berbasis web dengan Bahasa pemrograman PHP dan database MySQL.

Hasil dan Pembahasan

Sistem penelusuran produksi adalah sistem yang digunakan untuk memperoleh data mengenai produksi yang telah dilakukan. Penelusuran ini digunakan untuk mencari penyebab produk yang dihasilkan mengalami penurunan

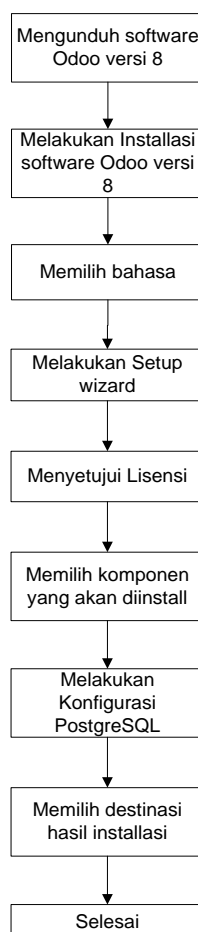
kualitas dari standar yang telah ditetapkan. Implementasi sistem penelusuran ini menggunakan *software* Odoo versi 8 dengan melalui empat tahap yaitu persiapan penerapan sistem, membangun sistem penelusuran produksi pada *software*, instalasi modul *addons*, serta simulasi sistem penelusuran produksi.

1. Proses persiapan penerapan sistem

Proses persiapan penerapan sistem diawali dengan proses instalasi *software* Odoo versi 8. Proses selanjutnya setelah dilakukan instalasi yaitu proses *backup database* dari *Server Odoo Magang (SOM)* yang kemudian dilanjutkan lagi dengan proses *restore database* pada *Server Odoo Local (SOL)*. Penjelasan dari tahapan proses persiapan penerapan sistem yaitu sebagai berikut:

a. Instalasi *Software* Odoo

Penerapan sistem penelusuran produksi yang akan dilakukan membutuhkan *Software* Odoo sebagai alat bantu dalam mempermudah proses penerapan sistem tersebut *Software* Odoo merupakan aplikasi tidak berbayar sehingga aplikasi ini mudah didapatkan dengan cara mengunduh melalui *website* resmi Odoo. *Software* Odoo juga memiliki modul tambahan dengan berbagai fungsi yang bisa digunakan sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Alur proses instalasi *Software* Odoo veris 8 ditunjukkan pada Gambar 5.

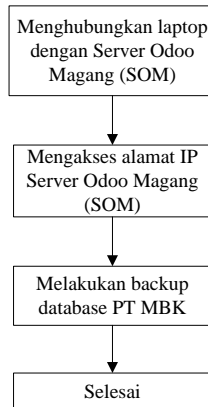


Gambar 5 Alur proses instalasi *software* Odoo versi 8

Software Odoo versi 8 digunakan sebagai media implementasi sistem penelusuran produksi pada penerapan *Enterprise Resource Planning* di PT XYZ TIRE. Tahap instalasi merupakan tahap awal dari penerapan *Enterprise Resource Planning* menggunakan *software* Odoo.

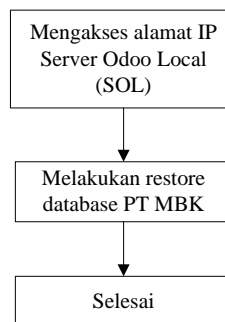
b. *Backup* dan *Restore Database* PT MBK

Proses selanjutnya setelah instalasi *Software* Odoo pada laptop pribadi, kemudian diperlukan *database* dari PT MBK yang telah dibuat oleh mahasiswa magang sebelumnya, untuk dijadikan sarana percobaan. *Database* PT MBK tersebut terdapat pada *Server Odoo Magang (SOM)*. Alur proses *backup database* PT MBK dari *Server Odoo Magang (SOM)* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Alur proses backup database dari Server Odoo Magang (SOM)

Database PT MBK yang terdapat pada *Server Odoo Magang (SOM)* dapat diakses dengan cara menghubungkan dengan *Server Odoo Magang (SOM)* melalui koneksi server tersebut. *Database* PT MBK yang terdapat pada *Server Odoo Magang (SOM)* merupakan data yang akan digunakan untuk simulasi penerapan sistem penelusuran produksi yang akan dilakukan pada *software* Odoo versi 8. Langkah awal dalam proses *backup database* PT MBK dari *Server Odoo Magang (SOM)* dilakukan dengan mengakses alamat IP 192.168.137.100:8008/web/database/manager?action=database_manager. Setelah melakukan *backup database* PT MBK dari *Server Odoo Magang (SOM)*, kemudian *restore database* pada *Server Odoo Local (SOL)*. Alur proses *restore database* pada *Server Odoo Local (SOL)* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Alur proses restore database pada Server Odoo Local (SOL)

Database PT MBK yang didapat dari *Server Odoo Magang (SOM)* kemudian di-*restore* pada *Server Odoo Local (SOL)*. *Database* PT MBK yang telah di-*restore* dapat digunakan untuk simulasi penerapan sistem penelusuran produksi pada *software* Odoo versi 8. Langkah awal dalam proses *restore database* PT MBK pada *Server Odoo Local (SOL)* dilakukan dengan mengakses alamat IP localhost:8069/web/database/manager.

2. Membangun sistem penelusuran produksi pada software

Sistem penelusuran produksi pada penerapan *Enterprise Resource Planning* dilakukan menggunakan *software* Odoo versi 8. Penelusuran produksi dilakukan untuk mempermudah perusahaan dalam melakukan pengecekan produksi agar sesuai dengan yang telah ditentukan baik dari segi kualitas maupun kuantitas. PT XYZ TIRE menggunakan *software* Oracle-EBS dalam mempermudah aliran informasi *internal*. *Software* Oracle-EBS tersebut memberikan fasilitas untuk penerapan sistem penelusuran produksi yang terbatas. Sehingga perusahaan mempertimbangkan *software* lain untuk penerapan sistem penelusuran produksi.

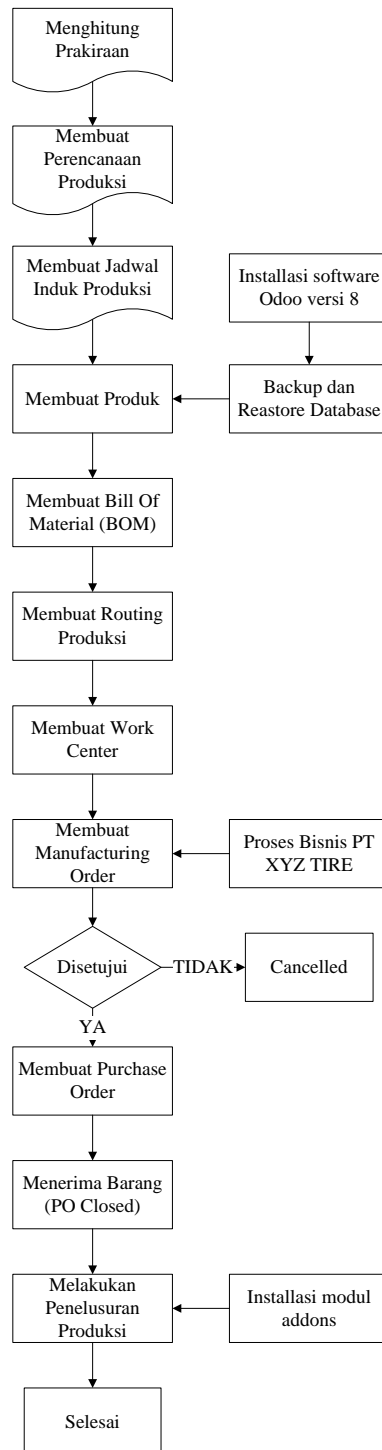
Sistem penelusuran produksi membutuhkan beberapa data untuk menunjang proses penerapan sistem serta alur proses penerapan sistem itu sendiri. Setelah dilakukan proses penerapan sistem maka akan didapat

hasil dari penerapan sistem tersebut. *Input*, proses dan *output* untuk penerapan sistem penelusuran produksi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 *Input, proses dan output sistem penelusuran produksi*

<i>Input</i>	Proses	<i>Output</i>
Jadwal Induk Produksi (JIP)	Data Jadwal Induk Produksi (JIP) menjadi jumlah produk yang dihasilkan	Jumlah produksi sesuai dengan data Jadwal Induk Produksi (JIP)
<i>Software</i> Odoo versi 8	Instalasi <i>software</i> Odoo versi 8	<i>Software</i> Odoo versi 8
Data untuk penerapan sistem penelusuran produksi	Penyetelan pada <i>software</i> Odoo untuk sistem penelusuran produksi	Data penelusuran produksi pada <i>software</i> Odoo
Modul <i>addons</i> yang disesuaikan dengan kebutuhan	Instalasi modul <i>addons</i>	Fitur dari modul <i>addons</i> yang menunjang dalam penerapan sistem penelusuran produksi
Penelusuran pada proses produksi dengan data Jadwal Induk Produksi (JIP)	Transaksi proses produksi dengan data Jadwal Induk Produksi (JIP)	Hasil penelusuran berdasarkan produksi yang dilakukan

Data *input*, proses dan *output* tersebut merupakan data yang dibutuhkan dalam proses implementasi sistem penelusuran produksi menggunakan *software* Odoo versi 8 di PT XYZ TIRE. Data Jadwal Induk Produksi (JIP) didapat dengan melalui beberapa tahapan yaitu tahap *forecasting*, tahap perencanaan agregat, serta tahap pembuatan JIP mingguan. Alur implementasi sistem penelusuran produksi pada penerapan *Enterprise Resource Planning* ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Alur implementasi sistem penelusuran produksi

Penerapan sistem penelusuran produksi dapat memudahkan dalam penelusuran akar permasalahan khususnya pada proses produksi. Penggunaan nomor lot dalam penerapan sistem penelusuran produksi dilakukan sesuai dengan sistem yang digunakan oleh perusahaan PT XYZ TIRE itu sendiri. Tahapan penerapan sistem penelusuran produksi yaitu sebagai berikut:

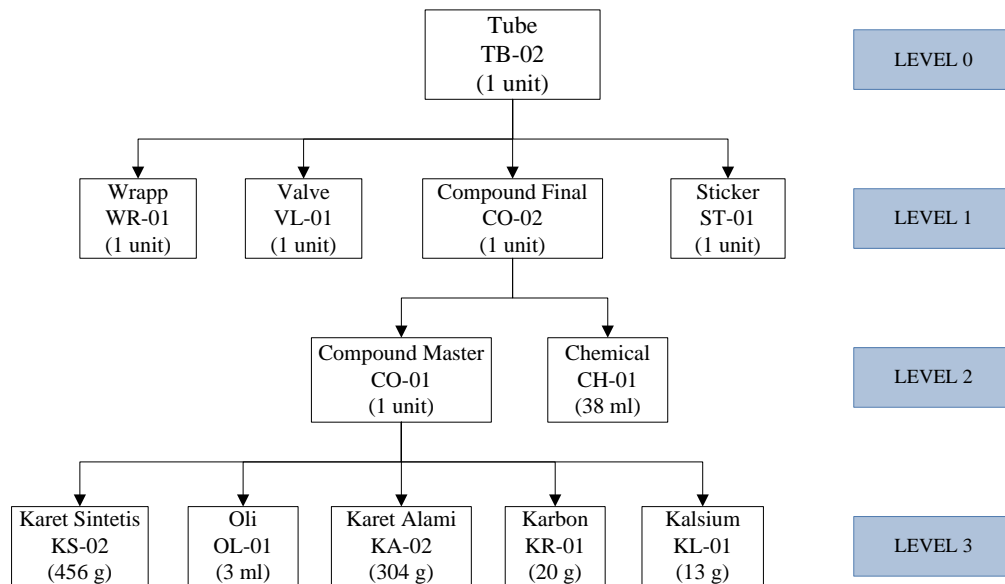
a. Menentukan Produk

Produk merupakan hasil dari proses produksi. Data produk pada *software* Odoo berfungsi sebagai informasi hasil produksi dari suatu perusahaan. Selain itu data produk juga digunakan sebagai media dalam proses produksi. Data produk digunakan pada saat pembuatan *manufacturing order* sebagai hasil produksi apa

yang hasus dihasilkan. Langkah yang dilakukan untuk membuat data produk yaitu dengan mengklik **top menu Manufacturing > set menu Products > klik Create.**

b. Membuat *Bill Of Material* (BOM)

Bill Of Material (BOM) adalah jenis dan jumlah bahan baku yang dibutuhkan untuk produk tertentu. *Bill Of Material* (BOM) dalam sistem penelusuran produksi berfungsi sebagai salah satu informasi yang membantu dalam proses produksi menggunakan *software* Odoo. *Bill Of Material* (BOM) dari produk yang digunakan dalam simulasi sistem penelusuran produksi ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 *Bill Of Material* (BOM) produk tube

Implementasi *Bill Of Material* (BOM) pada *software* Odoo terdapat pada *top menu manufacturing*. Pada *top menu manufacturing* terdapat beberapa set menu salah satunya yaitu *set menu bill of material*. *Set menu bill of material* merupakan *set menu* yang berisikan informasi mengenai kebutuhan bahan baku suatu produk pada *software* Odoo. *Bill Of Material* (BOM) Produk Tube yang ditunjukkan pada Gambar 16 jika dimasukkan pada *software* Odoo akan memiliki tiga *Bill Of Material* yaitu BOM Produk Tube, BOM WIP 1 dan BOM WIP 2. Langkah yang dilakukan untuk membuat data *bill of materials* yaitu dengan mengklik **top menu Manufacturing > set menu Bill Of Materials > klik Create.**

c. Membuat *Routing* Produksi

Routing produksi merupakan tahapan proses produksi dari suatu produk. *Routing* itu sendiri berfungsi sebagai informasi terhadap tahapan produksi dari suatu produk. *Routing* produksi dari Produk Tube yang akan digunakan sebagai contoh pada simulasi sistem penelusuran produksi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 *Routing* produksi produk tube

Urutan	Proses	Work Center
1	Pembuatan Tube	Pembuatan Tube
2	Pembuatan Compound Final	Pembuatan Compound Final
3	Pembuatan Compound Master	Pembuatan Compound Master

Implementasi *Routing* Produksi pada *software* Odoo terdapat pada *top menu manufacturing*. Pada *top menu manufacturing* terdapat beberapa set menu salah satunya yaitu *set menu routing*. *Set menu routing* merupakan *set menu* yang berisikan informasi tahapan proses produksi suatu produk pada *software* Odoo. *Routing* Produksi Produk Tube pada *software* Odoo akan memiliki tiga *routing* yaitu *routing* Produk Tube, *routing* compound master dan *routing* compound final. Langkah yang dilakukan untuk membuat data *routings* yaitu dengan mengklik **top menu Manufacturing > set menu Routings > klik Create.**

d. Membuat Work Center

Work center merupakan tempat dimana suatu proses produksi dilakukan. Penentuan *work center* dilakukan untuk memberikan informasi mengenai tempat dimana produk tersebut diproses. PT XYZ TIRE memiliki

tiga *work center* untuk memproduksi Produk Tube. *Work center* yang dimiliki PT XYZ TIRE untuk proses produksi Produk Tube ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Work center produksi produk tube

No	Work Center
1	Pembuatan Tube
2	Pembuatan Compound Final
3	Pembuatan Compound Master

Implementasi *work center* pada *software* Odoo terdapat pada *top menu manufacturing*. Pada *top menu manufacturing* terdapat beberapa set menu salah satunya yaitu *set menu work center*. *Set menu work center* merupakan *set menu* yang berisikan informasi mengenai tempat proses produksi dilakukan, kapasitas produksi serta informasi mengenai mesin produksi yang digunakan pada *software* Odoo. *Work center* Produk Tube pada *software* Odoo akan memiliki tiga *work center* yaitu *work center* Produk Tube, *work center* compound master dan *work center* compound final. Langkah yang dilakukan untuk membuat data *work centers* yaitu dengan mengklik **top menu Manufacturing > set menu Work Centers > klik Create**.

e. Membuat Manufacturing Order

Manufacturing Order merupakan suatu *form* berisi informasi mengenai produk yang akan diproduksi. *Manufacturing order* pada sistem penelusuran produksi ini berfungsi sebagai media untuk penerapan sistem ini. Simulasi penerapan sistem penelusuran produksi ini dilakukan dengan menggunakan data Jadwal Induk Produksi (JIP) yang telah dihitung. Data Jadwal Induk Produksi (JIP) ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Jadwal Induk Produksi (JIP) produk tube

		April		Mei		
		4	1	2	3	4
GR			206 742	206 742	206 742	206 742
CO						
OH	40 000		40 000	40 000	40 000	40 000
JIP-R			206 742	206 742	206 742	206 742
JIP-S		206 742	206 742	206 742	206 742	204 624

Jadwal Induk Produksi (JIP) pada Tabel 21 merupakan Jadwal Induk Produksi (JIP) Mingguan. Pembuatan *manufacturing order* pada *software* Odoo menggunakan data Jadwal Induk Produksi (JIP) Harian, sehingga data yang digunakan untuk *manufacturing order* yaitu sebagai berikut:

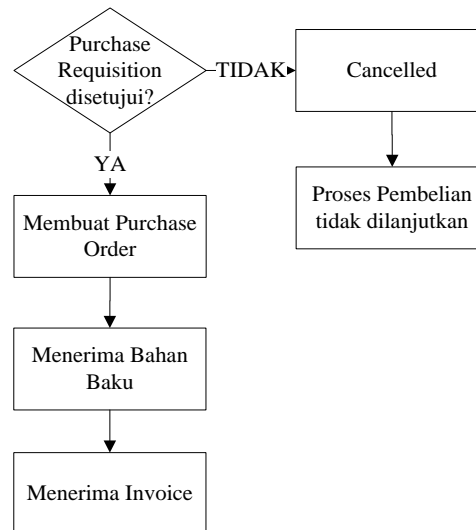
$$\text{JIP Minggu-1} = \frac{206\,742}{5 \text{ Hari Kerja}} = 41\,349 \text{ unit/hari}$$

Implementasi *manufacturing order* pada *software* Odoo terdapat pada *top menu manufacturing*. Pada *top menu manufacturing* terdapat beberapa set menu salah satunya yaitu *set menu manufacturing order*. *Set menu manufacturing order* merupakan *set menu* yang berisikan form mengenai jumlah produk yang akan diproduksi pada *software* Odoo. Langkah yang dilakukan untuk membuat *manufacturing orders* yaitu dengan mengklik **top menu Manufacturing > set menu Manufacturing Order > klik Create**.

Proses bisnis merupakan kegiatan atau aktivitas-aktivitas perusahaan mulai dari penyediaan bahan baku, proses produksi, hingga proses penjualan barang jadi ke konsumen akhir. Kegiatan atau aktivitas-aktivitas perusahaan dalam memenuhi kebutuhan konsumen melibatkan seluruh bagian dari perusahaan. Bagian perusahaan yang berperan penting dalam proses tersebut yaitu *departement purchase*, *departement manufacturing* dan *departement sales*.

i. Proses Bisnis Departement Purchase

Departement Purchase merupakan bagian dari perusahaan yang bertanggung jawab dalam melakukan pembelian bahan baku untuk proses produksi. Pembelian bahan baku yang dilakukan oleh *departement purchase* disesuaikan dengan kebutuhan produksi. Permintaan kebutuhan bahan baku dari bagian produksi harus dilakukan pengecekan sebelum disetujui untuk dilakukan proses pembelian kepada pihak *supplier*. Pengecekan permintaan kebutuhan bahan baku dilakukan untuk menghindari kelebihan maupun kekurangan bahan baku yang dibeli. Selain itu pengecekan tersebut juga dilakukan untuk melihat apakah *supplier* dari bahan baku yang dibutuhkan sesuai dengan kriteria perusahaan atau tidak. Alur proses bisnis *departement purchase* pada *software* Odoo ditunjukkan pada Gambar 10.

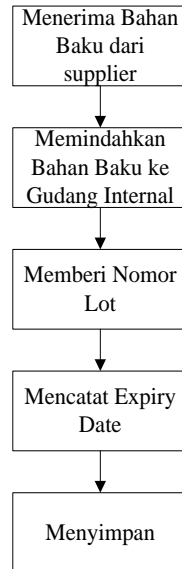


Gambar 10 Alur proses bisnis departement purchase

Proses pembelian dilakukan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku yang dibutuhkan pada saat proses produksi. Kegiatan pembelian juga membutuhkan persetujuan dari *departement purchasing* apakah bahan baku yang diminta bagian produksi sesuai dengan yang dibutuhkan untuk produksi atau tidak. Proses pembelian dilakukan ketika perusahaan akan melakukan proses produksi, maka *purchase requisition* didapat dari kebutuhan bahan baku untuk produksi yang akan dilakukan. *Purchase requisition* pada kasus ini akan terbuat secara otomatis ketika dilakukan pembuatan *manufacturing order* sehingga pada *purchase requisition* tersebut terdapat informasi mengenai *source document* yang berarti *purchase requisition* tersebut berasal dari dokumen *manufacturing order*. Langkah persetujuan *purchase requisition* yaitu dengan memilih **top menu purchase > set menu Request for Quotation > klik purchase requisition** yang telah terbuat secara otomatis kemudian lakukan proses persetujuan ataupun penolakan proses *purchase order*.

ii. Proses Bisnis Departement Warehouse

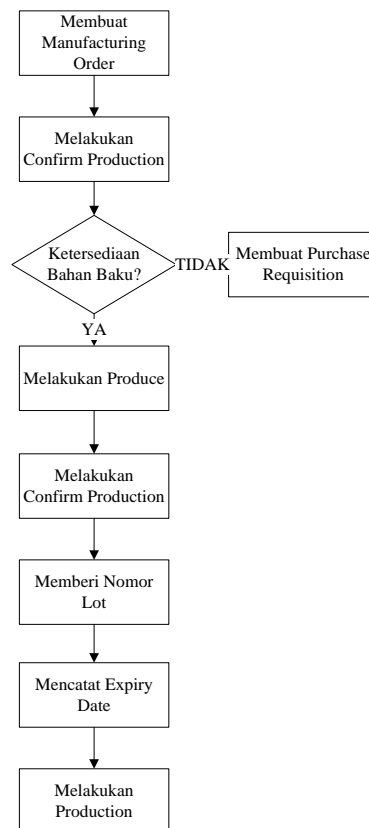
Departemen warehouse merupakan bagian perusahaan yang bertugas untuk menyimpan bahan baku berserta data dari bahan baku tersebut. *Departemen warehouse* juga yang menjamin ketersediaan bahan baku terjaga kualitasnya untuk proses produksi. proses pengendalian bahan baku pada *departemen warehouse* menggunakan nomor lot sebagai alat bantu dalam penelusuran produksi serta pencatatan *expiry date* untuk menjaga kualitas bahan baku yang disimpan. Alur proses bisnis *departement warehouse* pada *software* odoo ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11 Alur proses bisnis departement warehouse

iii. Proses Bisnis Departement Manufacture

Departement Manufacture merupakan bagian perusahaan yang berperan dalam proses produksi. peran *departement manufacture* dalam proses produksi salah satunya yaitu pencatatan proses produksi yang dilakukan. Pencatatan ini berfungsi sebagai dokumen perusahaan mengenai produksi yang dilakukan dan berfungsi dalam proses penelusuran produksi ketika terjadi pengembalian barang jadi oleh konsumen. Alur proses bisnis *departemen manufacture* pada *software* odoo ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12 Alur proses bisnis departement manufacture

Proses produksi berfungsi untuk menambah nilai guna barang yang disesuaikan dengan kebutuhan konsumen. *Departemen manufacture* bertugas mencatat kegiatan produksi yang dilakukan sebagai

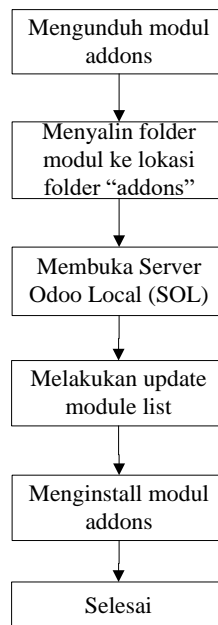
dokumen yang disimpan untuk mengatasi permasalahan pengembalian barang jadi yang disebabkan oleh proses produksi.

3. Instalasi modul *addons*

Implementasi sistem penelusuran produksi pada *Software* dilakukan dengan menambahkan beberapa modul *addon*. Modul *addon* yang dibutuhkan memiliki fungsi masing-masing yang mendukung pencatatan proses produksi. Modul *addon* yang mendukung implementasi sistem penelusuran produksi pada Odoo dan *link* untuk mengunduh modul tersebut yaitu sebagai berikut:

1. Modul MRP Production Capacity dapat diunduh pada [link](https://www.Odoo.com/apps/modules/8.0/mrp_production_capacity/)
2. Modul MRP Operation Traceability dapat diunduh pada [link](https://www.Odoo.com/apps/modules/8.0/mrp_operations_traceability/)
3. Modul Product Expiry Ext dapat diunduh pada [link](https://www.odoo.com/apps/modules/8.0/product_expiry_ext/)
4. Modul MRP Production Machine Location dapat diunduh pada [link](https://www.Odoo.com/apps/modules/8.0/mrp_production_machine_location/)

Setelah mengunduh modul yang dibutuhkan pada *website* resmi Odoo dengan menggunakan *link* diatas, kemudia dapat dilakukan instalasi modul *addons* tersebut pada *database* yang telah di-*restore*. Alur proses instalasi modul *addons* ditunjukkan pada Gambar 13.

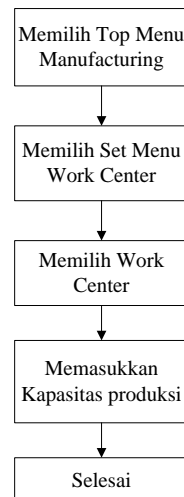


Gambar 13 Alur proses instalasi modul *addons* pada Server Odoo Local (SOL)

Instalasi modul *addons* dilakukan untuk menyesuaikan kebutuhan penggunaan modul terhadap sistem yang akan diterapkan menggunakan *software* Odoo versi 8. Jenis modul *addons* disesuaikan sesuai dengan kebutuhan perusahaan, sehingga setiap implementasi sistem pada setiap perusahaan dapat berbeda penambahan jenis modul *addons* meskipun sistem yang diterapkan sama.

a. Modul Addon Capacity Planning

Modul *addon Capacity Planning* merupakan modul tambahan pada *software* Odoo yang memberikan batasan mengenai jumlah produk yang akan diproduksi pada setiap *work center*. Batasan jumlah produksi tersebut disesuaikan dengan kapasitas produksi dari mesin yang digunakan pada proses produksi. Alur penerapan jumlah kapasitas produksi pada *software* Odoo ditunjukkan pada Gambar 14.



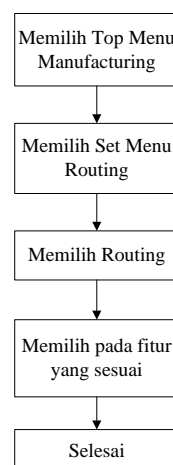
Gambar 14 Alur penerapan kapasitas produksi

Kapasitas produksi pada setiap *work center* tersebut disesuaikan dengan kapasitas produksi dari mesin yang ada pada *work center* tersebut. Kapasitas produksi dari mesin yang digunakan untuk proses produksi disesuaikan dengan *cycle time* produksi. Berikut adalah perhitungan kapasitas produksi mesin ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 2 Kapasitas produksi mesin

No	Mesin	Cycle Time (m)	Jumlah Mesin	Kapasitas Per Jam Per Mesin
1	Pembuatan Compound Master	1.00	12	41 349
2	Pembuatan Compound Final	1.00	6	41 349
3	Pembuatan Produk Tube	1.00	4	41 349

Fitur tambahan dari modul *addon capacity planning* selain kapasitas produksi pada *work center* terdapat *boolean flag* “*limited production capacity*” dan *boolean flag* “*produce here*” pada *set menu routing*. Fitur *boolean flag* “*limited production capacity*” merupakan fitur yang memberikan informasi mengenai proses produksi yang memiliki kapasitas produksi, sedangkan fitur *boolean flag* “*produce here*” merupakan fitur yang memberikan informasi mengenai proses produksi serta pergerakan barang jadi berakhir pada operasi tersebut. Alur penerapan fitur *boolean flag* “*limited production capacity*” dan *boolean flag* “*produce here*” pada *software* Odoo ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15 Alur penerapan fitur boolean flag “limited production capacity” dan “produce here”

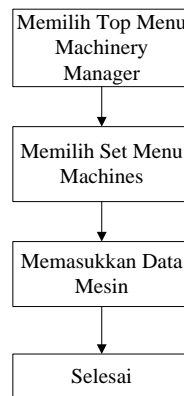
b. Modul Addon MRP Production Machine Location

Modul *addon MRP Production Machine Location* merupakan modul tambahan pada *software* Odoo yang memberikan fitur tambahan berupa *top menu Machinery Manager*. Pada *top menu machinery manager* terdapat *set menu machines*. *Set menu machines* merupakan fitur yang memberikan informasi mengenai spesifikasi mesin yang dimiliki perusahaan untuk proses produksi. Data mesin yang dimiliki PT XYZ TIRE ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 3 Data mesin di PT XYZ TIRE

No	Mesin	Produk Yang Dihasilkan
1	Pembuatan Tube	Tube
2	Pembuatan Compound Final	Compound Final
3	Pembuatan Compound Master	Compound Master

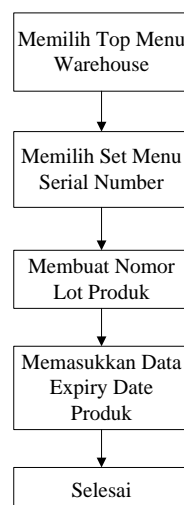
Data mesin yang dimiliki PT XYZ TIRE tersebut kemudian dimasukkan pada *set menu machines* pada *top menu machinery manager* yang merupakan *set menu* yang berisikan informasi mengenai jenis mesin yang dimiliki perusahaan untuk proses produksi. Alur pencatatan data mesin pada *software* Odoo ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16 Alur pencatatan data mesin pada software Odoo

c. Modul Addon Product Expiry Ext

Modul *addon Product Expiry Ext* merupakan modul yang memberikan fitur tambahan berupa form mengenai *expiry date* pada *set menu serial number* yang terdapat pada *top menu warehouse*. Alur pencatatan data *expiry date* pada *software* Odoo ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17 Alur pencatatan data expiry date pada software Odoo

Form expiry date pada *set menu serial number* memiliki empat informasi mengenai *expiry date* suatu produk. Keempat informasi yang terdapat pada *form expiry date* yaitu *alert date*, *removal date*, *best before date* dan *end of life date*. Penjelasan dari keempat informasi pada *form expiry date* tersebut yaitu sebagai berikut:

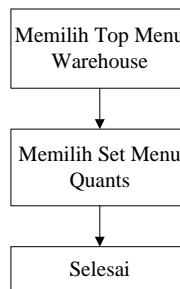
- i. *Alert Date* yaitu tanggal dimana peringatan harus diberitahukan tentang barang dengan nomor seri ini.
- ii. *Removal Date* yaitu tanggal dimana barang dengan nomor seri ini dikeluarkan dari *stock*.
- iii. *Best Before Date* yaitu tanggal dimana barang dengan nomor seri ini mulai memburuk, tetapi tidak berbahaya.
- iv. *End Of Life date* yaitu tanggal dimana barang dengan nomor seri ini mungkin berbahaya dan tidak boleh dikonsumsi.

Keempat informasi tersebut memberikan perbedaan tanda dari keadaan produk tersebut. Tanda tersebut berupa perbedaan warna pada informasi *stock* produk. Perbedaan warna-warna untuk peringatan tersebut ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 4 Warna peringatan untuk keadaan produk

Keadaan Produk	Warna Peringatan
Normal	Hijau
<i>In alert</i>	Biru
<i>To remove</i>	Kuning
<i>After the best before</i>	Orange
<i>Expired</i>	Merah

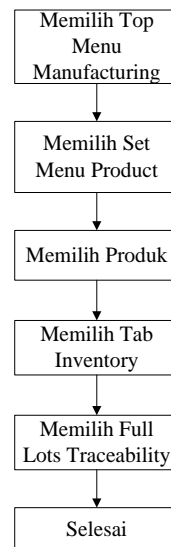
Perbedaan warna untuk peringatan keadaan barang yang ada pada *stock* memiliki warna yang berbeda untuk mempermudah pengguna dalam proses pengendalian bahan baku maupun produk jadi agar tidak melewati *expiry date* dari bahan baku atau produk. Alur pengecekan kondisi bahan baku atau produk berdasarkan *expiry date* pada *software* Odoo ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18 Alur pengecekan kondisi bahan baku atau produk berdasarkan expiry date pada software Odoo

d. Modul Addon MRP Operation Traceability

Modul *addon MRP Operation Traceability* merupakan modul yang memberikan fitur tambahan pada *top menu warehouse* berupa *set menu track lot production*. Penggunaan *set menu track lot production* membutuhkan nomor lot sebagai media dalam membantu proses *traceability* serta dibutuhkan penyetelan mengenai penggunaan nomor lot pada setiap bahan baku yang digunakan maupun barang jadi yang dihasilkan. Penyetelan tersebut dilakukan dengan mengklik *top menu manufacturing* kemudian memilih *set menu product*. Pada *set menu product* kemudian selanjutnya dipilih produk yang akan disetel mengenai penggunaan nomor lot nya. Penyetelan penggunaan nomor lot pada produk terletak pada *tab inventory*. Alur penyetelan mengenai penggunaan nomor lot ditunjukkan pada Gambar 169



Gambar 19 Alur penyeteran mengenai nomor lot pada software Odoo

Setelah dilakukan penyeteran mengenai penggunaan nomor lot pada produk dan bahan baku, kemudian dilakukan penentuan nomor lot yang digunakan untuk bahan baku dan produk. Penentuan nomor lot untuk produk jadi ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 5 Nomor lot produk jadi

No	Produk	Part Name	Nomor Lot Produksi	Jumlah Per Lot
1	Compound Master	CO-01	CO-01-Tanggal Produksi-Nomor Pallet	41 349
2	Compound Final	CO-02	CO-02-Tanggal Produksi-Nomor Pallet	41 349
3	Produk Tube	TB-02	TB-02-Tanggal Produksi-Nomor Pallet	41 349

Selanjutnya yaitu penentuan nomor lot bahan baku. Penentuan nomor lot bahan baku berfungsi sebagai tanda bahan baku yang digunakan pada proses produksi sehingga memudahkan dalam proses penelusuran. Penentuan nomor lot bahan baku ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 6 Nomor lot bahan baku

No	Bahan Baku	Part Name	Nomor Lot Pembelian	Jumlah Per Lot
1	Compound Final	CO-02	CO-02-Tanggal Pembelian-Nomor Pallet	2 100
2	Wrapp	WR-01	WR-01-Tanggal Pembelian-Nomor Pallet	2 100
3	Sticker	ST-01	ST-01-Tanggal Pembelian-Nomor Pallet	2 100
4	Valve	VL-01	VL-01-Tanggal Pembelian-Nomor Pallet	2 100
5	Compound Master	CO-01	CO-01-Tanggal Pembelian-Nomor Pallet	2 100
6	Chemical	CH-01	CH-01-Tanggal Pembelian-Nomor Pallet	79 800
7	Karet Sintetis	KS-02	KS-02-Tanggal Pembelian-Nomor Pallet	957 600
8	Oli	OL-01	OL-01-Tanggal Pembelian-Nomor Pallet	6 300
9	Karbon	KR-01	KR-01-Tanggal Pembelian-Nomor Pallet	42 000
10	Kalsium	KL-01	KL-01-Tanggal Pembelian-Nomor Pallet	27 300
11	Karet Alami	KA-02	KA-02-Tanggal Pembelian-Nomor Pallet	638 400

4. Simulasi sistem penelusuran produksi

Sistem penelusuran produksi merupakan sistem yang dibuat untuk mempermudah perusahaan dalam melakukan pengecekan produksi agar sesuai dengan yang telah ditentukan baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Sistem penelusuran yang dilakukan dengan menggunakan *software* odoo memberikan informasi mengenai beberapa hal yang berkaitan dengan produksi. Informasi yang didapat dengan melakukan sistem penelusuran produksi yaitu sebagai berikut:

1. Nomor lot produk yang dihasilkan
2. Nomor lot bahan baku yang digunakan
3. Mesin yang digunakan dalam proses produksi
4. Tanggal kedatangan bahan baku
5. *Supplier* bahan baku
6. *Expiry date* produk
7. *Expiry date* bahan baku

Terdapat ketidaksesuaian kualitas dari produk yang diproduksi di PT XYZ TIRE. Produk tersebut merupakan Produk Tube dengan nomor *manufacturing order* MO00006. Proses penelusuran produksi dapat dilakukan dengan mencari data produksi dengan nomor *manufacturing order* yang memiliki masalah. Tampilan nomor *manufacturing order* dari MO00006 ditunjukkan pada Gambar 20.

Reference	Scheduled Date	Product	Product Quantity	Product Unit of Measure	Routing	Total Hours	Total Cycles	Source Document	Status
MO00002	08/30/2018 21:05:56	[TB-02] Tube	21.000	Unit(s)	Tube	0.00	0.00		Cancelled
MO00003	08/30/2018 21:12:02	[TB-02] Tube	21.000	Unit(s)	Tube	0.00	4.00		Ready to Produce
MO00004	08/30/2018 21:12:29	[TB-02] Tube	20.349	Unit(s)	Tube	0.00	4.00		Ready to Produce
MO00005	08/30/2018 21:23:24	[TB-02] Tube	21.000	Unit(s)	Tube	0.00	4.00		Done
MO00006	08/30/2018 21:24:29	[TB-02] Tube	20.349	Unit(s)	Tube	0.00	4.00		Done
MO00007	08/30/2018 21:28:00	[CO-01] Compound Master	21.000	Unit(s)	Compound Master	0.00	5.00		Done
MO00008	08/30/2018	[CO-01] Compound	20.349	Unit(s)	Compound	0.00	5.00		Done

Gambar 20 Tampilan manufacturing order dalam simulasi sistem penelusuran

Hasil pencarian data produksi dengan nomor *manufacturing order* MO00013 dapat memberikan beberapa informasi lanjutan untuk dilakukan proses penelusuran produksi. Informasi yang didapat dari sistem penelusuran produksi ini yaitu sebagai berikut:

- a. Nomor lot produk yang dihasilkan
 Nomor lot produk yang dihasilkan pada *software* odoo dapat dilihat pada fitur *track lot production*. Fitur ini memfasilitasi pengguna dalam mengetahui nomor lot produk yang dihasilkan serta nomor lot bahan baku yang digunakan untuk produk tersebut. Fitur *track lot production* tersebut menampilkan nomor lot untuk Produk Tube yang diproduksi yaitu TB-02-30082018-2. Nomor lot tersebut dapat digunakan untuk penelusuran lain seperti *expiry date* produk tersebut.
- b. Nomor lot bahan baku yang digunakan
 Nomor lot yang digunakan untuk produksi pada *software* odoo dapat dilihat pada fitur *track lot production*. Fitur ini memfasilitasi pengguna dalam mengetahui nomor lot produk yang dihasilkan serta nomor lot bahan baku yang digunakan untuk produk tersebut. Fitur *track lot production* tersebut menampilkan nomor lot untuk karet alami yang diproduksi yaitu KA-02-30082018-1. Nomor lot tersebut dapat digunakan untuk penelusuran lain seperti *expiry date* bahan baku tersebut.
- c. Mesin yang digunakan dalam proses produksi
 Informasi mengenai penggunaan mesin yang digunakan menentukan Produk Tubepa yang akan ditelusuri penggunaan mesinnya untuk produksi. setelah diketahui Produk Tubepa yang akan ditelusuri, kemudian mencari *work center* mana yang digunakan untuk proses produksi produk tersebut. Untuk simulasi sistem penelusuran produksi ini, akan dilakukan penelusuran penggunaan mesin pada produksi Produk Tube. Produk Tube diproduksi pada *work center Packaging* Produk Tube sehingga dapat diketahui penggunaan mesin pada *work center* tersebut dengan memilih *top menu manufacturing > set menu work center > klik work center* pembuatan Produk Tube.
- d. Tanggal kedatangan bahan baku dan tanggal produksi
 Pada simulasi sistem penelusuran produksi menggunakan *software* odoo versi 8, digunakan nomor lot sebagai alat bantu dalam proses penelusuran produksi. Nomor lot yang digunakan untuk bahan baku menggunakan *part name*, tanggal kedatang bahan baku serta nomor pallet.
- e. *Supplier* bahan baku
 Bahan baku untuk proses produksi didapatkan dari proses pembelian kepada pihak ketiga atau *supplier*. Informasi mengenai data *supplier* didapat dengan memilih *top menu purchase > set menu supplier > klik supplier* yang sesuai dengan jenis bahan baku yang dijual. Pada simulasi ini dilakukan sistem penelusuran *supplier* untuk bahan baku karet alami. PT Karet Cahaya Alami merupakan *supplier* yang memasok karet alami ke PT XYZ TIRE. Informasi tersebut dapat digunakan ketika ada bahan baku yang lolos pada tahap *quality control* sehingga mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan.

f. *Expiry date* produk

Penelusuran *expiry date* produk yang dihasilkan berfungsi untuk melihat apakah produk tersebut terjual sebelum *expiry date* produk berakhir atau tidak. Informasi mengenai *expiry date* produk dapat dicari menggunakan nomor lot dari produk tersebut. Setelah diketahui nomor lot produk, kemudian dapat dilakukan penelusuran informasi *expiry date* produk dengan memilih *top menu warehouse > set menu serial number* kemudian klik nomor lot produk tersebut. Nomor lot untuk Produk Tube dengan nomor lot TB-02-30082018-2 memiliki *expiry date* pada tanggal 4 September 2018. *Expiry date* tersebut merupakan informasi yang dibutuhkan dalam proses pengendalian untuk keadaan produk yang diproduksi PT XYZ TIRE.

g. *Expiry date* bahan baku

Penelusuran *expiry date* bahan baku yang digunakan untuk produksi berfungsi untuk melihat apakah bahan baku tersebut digunakan untuk proses produksi sebelum *expiry date* bahan baku berakhir atau tidak. Informasi mengenai *expiry date* bahan baku dapat dicari menggunakan nomor lot dari bahan baku tersebut. Setelah diketahui nomor lot bahan baku, kemudian dapat dilakukan penelusuran informasi *expiry date* produk dengan memilih *top menu warehouse > set menu serial number* kemudian klik nomor lot bahan baku tersebut. Nomor lot untuk karet alami dengan nomor lot KA-02-30082018-1 memiliki *expiry date* pada tanggal 30 Agustus 2018. *Expiry date* tersebut merupakan informasi yang dibutuhkan dalam proses pengendalian untuk keadaan bahan baku yang digunakan untuk proses produksi di PT XYZ TIRE.

Hasil simulasi yang dilakukan pada *software* Odoo versi 8 untuk Produk Tube yang diproduksi pada tanggal 30 Agustus 2018 mengalami kerusakan berupa kualitas produk yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Proses penelusuran produksi yang dilakukan untuk Produk Tube yang diproduksi pada tanggal 30 Agustus 2018 menunjukkan bahwa bahan baku yang digunakan telah melewati *expiry date* bahan baku tersebut. Bahan baku yang digunakan pada produksi tersebut adalah karet alami yang memiliki *expiry date* tanggal 30 Agustus 2018, sehingga penurunan kualitas yang terjadi bisa disebabkan karena penggunaan bahan baku yang telah melewati *expiry date*.

Sistem penelusuran yang baik juga memberikan beberapa manfaat bagi perusahaan yaitu sebagai berikut:

1. Mengurangi biaya yang dikeluarkan akibat penarikan produk dari pasaran (product recall).
2. Menyusun langkah-langkah perbaikan untuk menghindari terulangnya *product recall*.
3. Mengidentifikasi masalah dan menghindari terjadinya denda akibat kesalahan produksi.
4. Meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap merek yang diproduksi.
5. Meningkatkan efisiensi proses produksi dan kendali mutu, terutama dalam hal penggunaan bahan baku produksi, karakteristik produk dan data mengenai jumlah persediaan bahan baku.

Kesimpulan

Penerapan sistem penelusuran produksi pada *Software* Odoo versi 8 melalui empat tahap yaitu persiapan penerapan sistem, membangun sistem penelusuran produksi pada *software*, instalasi modul *addons*, serta simulasi sistem penelusuran produksi. Modul *addons* yang ditambahkan untuk penerapan sistem penelusuran produksi yaitu modul *addon capacity planning*, modul *addon MRP Production Machine Location*, modul *addon Product Expiry Ext* dan modul *addon MRP Operation Traceability*.

Modul *addons capacity planning* merupakan modul tambahan yang memberikan batasan maksimal dan minimal jumlah produksi serta memberikan informasi mengenai *work center* yang memiliki kapasitas produksi lebih kecil dari *work center* lain pada satu proses. Modul *addon MRP Production Machine Location* merupakan modul *addons* yang memberikan informasi tambahan mengenai penggunaan mesin pada proses produksi. Informasi mengenai penggunaan mesin tersebut berupa penambahan modul *machinery manager*. Modul *addon Product Expiry Ext* merupakan modul *addons* yang memberikan informasi tambahan mengenai *expiry date* suatu produk pada set menu nomor lot. Informasi *expiry date* tersebut berfungsi dalam proses pengendalian bahan baku agar penggunaan bahan baku tidak melebihi *expiry date raw material* tersebut. Modul *addon MRP Operation Traceability* merupakan modul *addons* yang memberikan informasi tambahan mengenai penggunaan *raw materials* pada proses produksi. Fitur tambahan dari modul tersebut adalah *Track Production Lot* pada tab *traceability* pada modul *warehouse*.

Proses penelusuran produksi menggunakan *software* Odoo versi 8 dengan menambahkan beberapa modul *addons* memberikan informasi terkait penelusuran produksi seperti nomor lot produk yang dihasilkan, nomor lot bahan baku yang digunakan, mesin yang digunakan dalam proses produksi, tanggal kedatangan bahan baku, *supplier* bahan baku, *expiry date* produk dan *expiry date* bahan baku. Simulasi penelusuran produksi untuk Produk Tube menggunakan data Jadwal Induk Produksi (JIP) harian produk tube dengan nomor lot TB-02-30082018-1 yang kualitas dari produk tersebut tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan disebabkan oleh penggunaan bahan

baku karet alami dengan nomor lot KA-02-30082018 yang telah melewati *expiry date* atau digunakan pada saat *expiry date* bahan baku tersebut yaitu pada tanggal 30 Agustus 2018.

Daftar Pustaka

Fougatsaro, V. G. (2009). *A Study of Open Source ERP Systems*. BLEKINGE INSTITUTE OF TECHNOLOGY.

Kendall J E, Kendall S E. 2010. *Analisis dan Perancangan Sistem*. Jakarta: Indeks.

Saputra D, et all. 2014. *Perancangan Sistem Tracking Report Process Production pada PT Indotaichen Textile Industry*. 2089-9813. Yogyakarta (ID).

PT Delta Excellencia Performa. 2013. *Trainning Enterprise Resource Planning (ERP) for Industrial Management*. Jakarta (ID)

BIDANG TOPIK LAIN YANG RELEVAN

ANALISIS PENGARUH METODE PERAMALAN TERHADAP *BULLWHIP EFFECT* PADA SISTEM RANTAI PASOK MULTI-ESELON DENGAN MENGGUNAKAN *BULLWHIP EXPLORER*

R Y H Silitonga¹, Z Tarliman²

¹Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Harapan Bangsa
Email: roland@ithb.ac.id

²Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Harapan Bangsa
Email: zefanyatarliman@yahoo.com

Abstrak

Nilai bullwhip merupakan perbandingan variansi peramalan dibandingkan dengan variansi permintaan aktual. Penelitian ini akan melihat pengaruh metode peramalan di rantai pasok, menggambarkan peningkatan nilai bullwhip dari hilir ke hulu, serta melihat metode peramalan yang memberikan peningkatan nilai bullwhip terkecil. Dalam pengolahan data digunakan aplikasi spreadsheet Bullwhip Explorer. Metode peramalan yang dibandingkan dalam penelitian ini adalah moving average, exponential smoothing, dan demand signal processing. Perbandingan peningkatan nilai bullwhip dari hilir ke hulu dilakukan dengan melihat kemiringan (gradien) garis nilai bullwhip dari hilir ke hulu. Penelitian ini menunjukkan bahwa nilai bullwhip meningkat dari hilir ke hulu rantai pasok, dan metode demand signal processing memberikan peningkatan nilai bullwhip yang terendah.

Kata kunci: *bullwhip effect; metode peramalan*

Pendahuluan

Persaingan di antara para pemasok untuk tetap mempertahankan pelanggan yang setia di setiap industri semakin ketat. Hal ini disebabkan setiap pelanggan tidak terlalu bergantung pada satu pemasok, tapi dengan mudah mendapatkan pemasok pengganti yang dapat memenuhi kebutuhannya, tanpa kendala informasi dan geografis. Untuk itu setiap perusahaan harus dapat bekerjasama dan berkoordinasi dengan rantai pemasoknya untuk dapat melayani dan memenuhi kebutuhan konsumen dengan cepat dan tepat. Dapat dikatakan bahwa pada saat ini persaingan yang terjadi adalah antar rantai pasok yang satu dengan rantai pasok lainnya. Rantai pasok yang dapat bertahan adalah rantai pasok yang selalu mampu menyeimbangkan antara tingkat layanan dan biaya. Keseimbangan ini penting, karena jika menimbun terlalu banyak persediaan untuk mempertahankan pelayanan maka biaya usaha akan tinggi, yang menyebabkan pelanggan beralih ke pemasok lain. Di sisi lain jika persediaan di tiap rantai sangat rendah tanpa memperhitungkan kebutuhan konsumen, akan terjadi kekurangan pasokan yang menurunkan tingkat pelayanan, yang berujung pada hal yang sama, yaitu berkurangnya jumlah konsumen dan permintaannya di masa depan.

Menyeimbangkan tingkat layanan dengan biaya dapat dilakukan dengan mengetahui informasi permintaan secara akurat, sehingga tingkat persediaan dapat diatur dengan optimal. Dengan demikian pada dasarnya setiap rantai pada rantai pasok harus mampu meramal permintaan di rantai hilirnya. Hal ini membutuhkan kerjasama di seluruh rangkaian rantai pasok mulai dari pabrik, gudang, distributor, grosir, pengecer, dan konsumen (Makajić-nikolić et al., 2008). Kurangnya koordinasi yang baik dan peramalan yang tidak akurat akan mengakibatkan terjadinya kelebihan atau kekurangan persediaan. Untuk memastikan bahwa pelanggan tetap mendapatkan permintaannya, pemasok sering menambah jumlah persediaan dari seharusnya. Jika ternyata di periode berikutnya jumlah permintaan lebih kecil dari prakiraan, maka persediaan dikurangi. Jika hal ini terjadi di seluruh rantai, maka akan terjadi fluktuasi permintaan yang meningkat makin tinggi dari hilir ke hulu.

Kondisi semakin meningkatnya fluktuasi persediaan dari hilir ke hulu ini sering disebut sebagai amplifikasi variansi permintaan atau yang lebih dikenal dengan istilah *bullwhip effect* (Lee dkk., 1997). Penelitian Boute dan Lambrecht (2009) telah memodelkan *bullwhip effect* sebagai model matematika dan

grafik dalam program *spreadsheet* bernama *Bullwhip Explorer* dengan masukan metode peramalan dan parameternya. Beberapa metode peramalan yang dapat digunakan adalah *mean demand*, *moving average*, *exponential smoothing*, *demand signal processing*, dan *minimum expected mean squared error*. Luaran yang dihasilkan adalah nilai *bullwhip effect*.

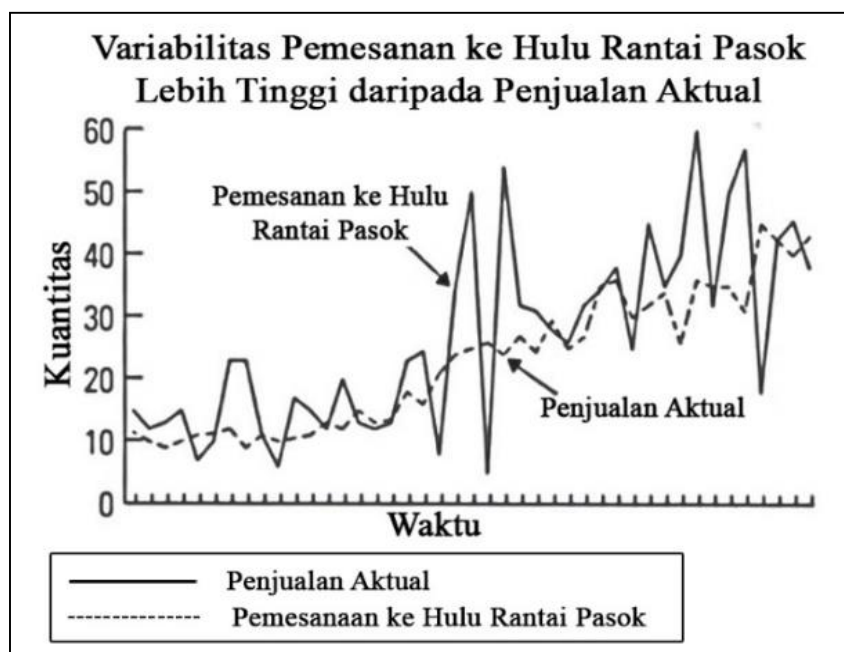
Pada dasarnya fenomena Bullwhip dapat dihindari dengan menggunakan metode peramalan yang tepat. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Silitonga dan Jelly (2018) telah meneliti tentang pengaruh metode peramalan dan parameter peramalan terhadap *bullwhip effect* pada sistem rantai pasok dua eselon, namun hanya melihat efek bullwhip di masing-masing rantai saja. Penelitian ini akan melihat pengaruh metode peramalan di rantai pasok, menggambarkan peningkatan nilai bullwhip dari hilir ke hulu, serta melihat metode peramalan yang memberikan peningkatan terkecil.

Metode Penelitian

Bullwhip Effect

Menurut Lee dkk. (1997), *bullwhip effect* menunjukkan bagaimana pergerakan permintaan dalam rantai pasok. Kuantitas permintaan semakin berfluktuasi dari hulu ke. Hal ini disebabkan retailer, wholesaler, distributor, dan bahkan manufacturer memesan lebih dari seharusnya untuk mengantisipasi permintaan pelanggan di bagian hilir. Perubahan ini menyebabkan distorsi permintaan dari setiap tingkat rantai pasok. Hal ini dapat terjadi karena kurangnya koordinasi rantai pasok atau karena informasi yang mengalir tertunda dan terdistorsi (Chopra dan Meindl, 2010). Lee, Padmanabhan, dan Wang (1997) menyatakan bahwa *bullwhip effect* adalah fenomena di mana pesanan ke pemasok memiliki variansi lebih besar daripada penjualan ke konsumen (distorsi permintaan) dan variansinya semakin besar ke hulu (amplifikasi variansi). Fenomena tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Chen et al. dalam Boute dan Lambrecht (2009) menyatakan nilai bullwhip dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara variansi order ke hulu dibandingkan dengan variansi permintaan aktual sebagai berikut:

$$\text{Bullwhip effect} = \frac{\text{Variance of Orders}}{\text{Variance of Demand}} \quad (1)$$



Gambar 1. Variansi Pemesanan Ke Pemasok Lebih Tinggi dari Penjualan Sesungguhnya

Bullwhip Explorer

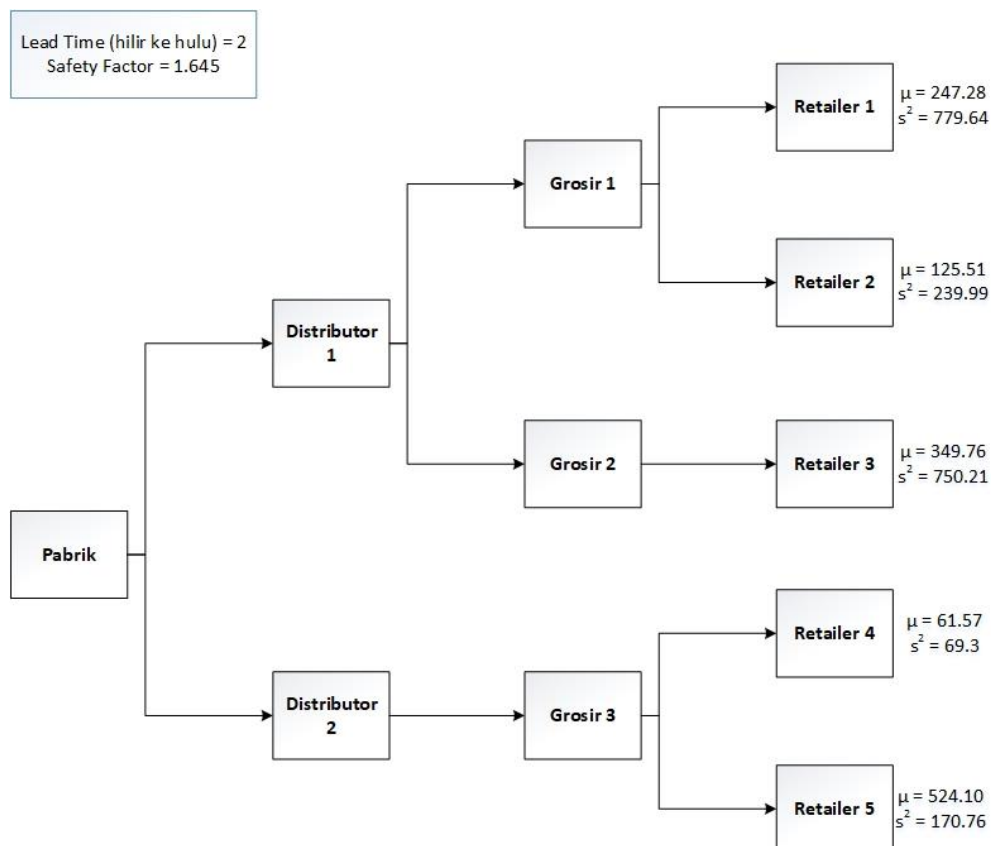
Penelitian yang dilakukan mengikuti penelitian yang telah dilakukan Silitonga dan Jelly (2018) dengan urutan peristiwa yang terjadi pada setiap periode pada *bullwhip explorer* yaitu:

1. Barang yang dipesan pada periode sebelumnya diterima di tiap eselon dan dikirimkan ke gudang.
2. Permintaan aktual diterima dari eselon hilir.
3. Menghitung persediaan bersih (*net stock* atau *stock out*).
4. Melakukan peramalan untuk periode selanjutnya.
5. Hasil dari peramalan dijadikan acuan untuk menentukan persediaan maksimum.
6. Melakukan pemesanan sejumlah persediaan maksimum dikurangi dengan jumlah yang sedang dikirim dan persediaan akhir.

Peramalan pada langkah keempat menggunakan metode *moving average*, *exponential smoothing* dan *demand signal processing*. Untuk *moving average* jumlah periode dipilih 20. Untuk *exponential smoothing* dipilih parameter *smoothing* 0,05 dan untuk *demand signal processing* dipilih *signaling factor* 0,05. Variansi hasil peramalan kemudian dibandingkan dengan variansi permintaan aktual untuk mendapatkan nilai *bullwhip*.

Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hipotetikal berdasarkan pengamatan terhadap suatu usaha, penjualan tepung segitiga biru dari sebuah pabrik. Pabrik mendapat permintaan dari dua distributor, distributor pertama mendapat permintaan dari dua grosir sedangkan distributor dua mendapat permintaan dari satu grosir. Grosir pertama dari distributor pertama mendapat permintaan dari dua retailer. Grosir kedua dari distributor pertama mendapat pesanan dari satu retailer. Sedangkan grosir dari distributor ke dua mendapat pesanan dari dua retailer. Satuan periode yang digunakan dalam penelitian ini adalah hari.



Gambar 2. Diagram Rantai Pasok 3 Eselon

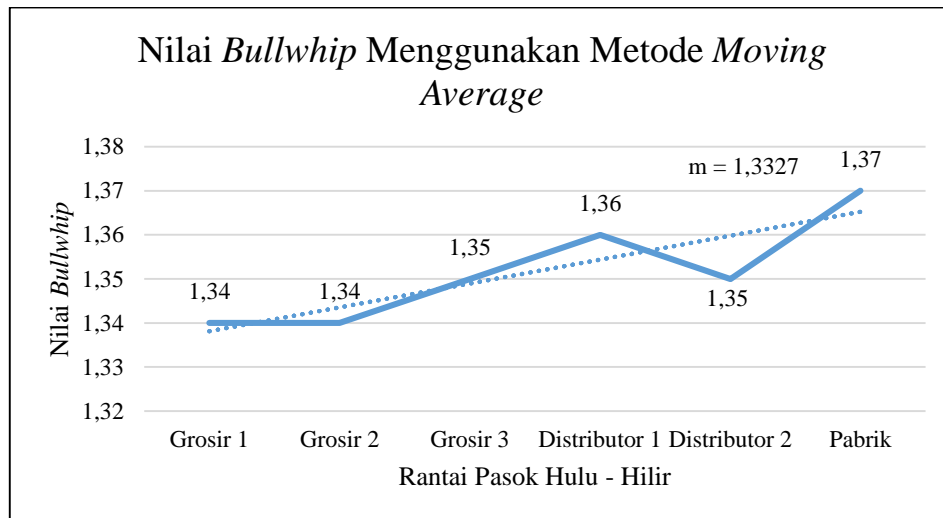
Data permintaan masa lalu yang diambil adalah sebanyak 30 hari. Rantai permintaan dari pabrik hingga *retailer* dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan data permintaan masa lalu dari 5 *retailer* selama 30 hari dapat dilihat pada pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hipotetikal Permintaan

No	Permintaan Retailer 1 (Kg)	Permintaan Retailer 2 (Kg)	Permintaan Retailer 3 (Kg)	Permintaan Retailer 4 (Kg)	Permintaan Retailer 5 (Kg)
1	257,52	149,45	369,04	64,15	530,48
2	208,64	117,37	377,60	64,81	503,04
3	220,63	116,97	373,07	55,29	537,44
4	226,73	116,88	325,17	53,85	519,53
5	230,49	114,73	397,50	50,82	509,33
6	263,32	148,25	329,70	50,23	522,69
7	216,63	123,13	378,19	66,83	529,81
8	292,47	100,19	312,73	74,82	521,27
9	261,70	142,94	393,95	66,19	525,94
10	261,64	118,33	376,23	52,14	502,25
11	285,38	149,65	307,34	59,04	519,71
12	235,16	141,79	394,40	51,18	520,47
13	221,83	111,83	327,17	71,89	513,04
14	258,23	124,15	327,44	50,82	532,85
15	235,28	133,36	337,78	55,44	500,97
16	208,95	145,91	341,79	61,51	519,37
17	248,34	127,37	344,17	52,39	531,96
18	205,71	116,15	370,05	54,60	543,01
19	280,58	124,36	319,57	72,73	548,00
20	219,74	143,61	326,83	52,82	536,97
21	252,41	101,94	345,32	52,66	526,10
22	269,02	113,84	383,31	69,79	513,00
23	219,37	138,74	327,96	65,72	543,64
24	211,79	115,02	325,17	60,07	515,04
25	298,95	107,59	358,44	63,39	540,30
26	280,29	145,95	366,81	74,14	532,08
27	286,85	137,81	307,25	71,65	527,82
28	248,34	115,02	377,60	63,39	513,00
29	258,23	145,91	393,95	52,66	537,44
30	261,64	116,15	370,05	74,82	509,33
Mean	247,28	125,51	349,76	61,57	524,10
Varians	779,64	239,99	750,21	69,30	170,76

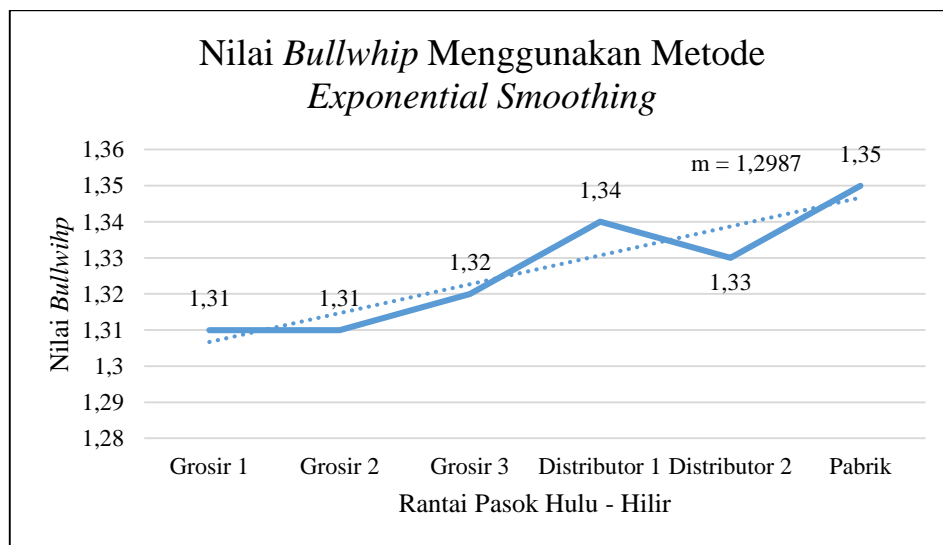
Pembahasan

Nilai *bullwhip* dari hulu ke hilir untuk metode peramalan *moving average* dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai *bullwhip* dari grosir 1 hingga pabrik menjadi semakin besar yang menunjukkan peningkatan distorsi permintaan dari setiap rantai. Nilai *bullwhip* yang pada awalnya hanya 1,34 pada grosir 1 meningkat menjadi 1,37 pada pabrik. Gradien pada grafik tersebut memiliki nilai 1,3327.



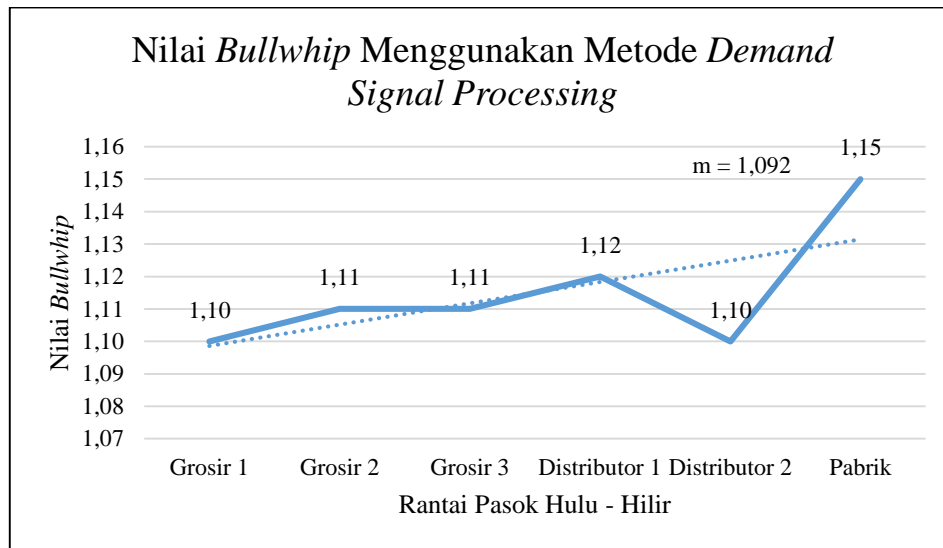
Gambar 3. Nilai *Bullwhip* tiap rantai dengan Metode *Moving Average*

Pada Gambar 4 dapat dilihat nilai *bullwhip* dari hulu ke hilir untuk metode peramalan *exponential smoothing*. Nilai *bullwhip* dari hulu ke hilir juga semakin besar dikarenakan terjadi distorsi permintaan dari setiap rantai. Terlihat bahwa metode *exponential smoothing* memberikan nilai gradien yang lebih kecil dibandingkan dengan metode peramalan *moving average*.



Gambar 4. Nilai *Bullwhip* tiap rantai dengan Metode *Exponential Smoothing*

Nilai *bullwhip* dari hilir ke hulu dengan menggunakan metode *demand signal processing* dapat dilihat pada Gambar 5. Dengan menggunakan metode *demand signal processing* nilai *bullwhip* yang didapatkan dari setiap rantai juga semakin meningkat. Nilai *bullwhip* yang didapat dari grosir 1 hingga pabrik meningkat sebesar 0,05 dari 1,10 hingga 1,15, yang berarti terjadi distorsi permintaan dari hulu dan hilir. Jika dibandingkan dengan kedua metode sebelumnya, nilai *bullwhip* yang dihasilkan memiliki gradien yang terendah.



Gambar 5. Nilai Bullwhip Metode Demand Signal Processing Untuk Seluruh Rantai

Kesimpulan

Dari hasil analisis yang dilakukan, kecenderungan peningkatan nilai *bullwhip* dari hilir ke hulu terbukti. Nilai *bullwhip effect* cenderung akan meningkat dikarenakan terjadinya distorsi permintaan. Distorsi permintaan yang membesar menyebabkan gradien peningkatan nilai *bullwhip* yang positif. Dari hasil penelitian yang dilakukan, nilai *bullwhip* terkecil kasus sistem rantai pasok 3 eselon yang diteliti adalah pada metode peramalan *demand signal processing*. Selain itu, dari hasil penelitian yang sudah dilakukan maka metode peramalan yang menghasilkan nilai *bullwhip* paling minimum untuk setiap rantai pasok adalah metode peramalan *demand signal processing*.

Pada penelitian ini, metoda peramalan di tiap rantai sama, yang dapat dikembangkan lebih lanjut dengan membedakan metode peramalan di tiap rantai dan mencari yang terbaik. Selain itu pada penelitian ini definisi bullwhip terbatas hanya membandingkan variansi peramalan dengan aktual. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk juga memperhatikan apakah terdapat trend tertentu, seperti siklus dan lainnya, dengan terlebih dahulu melihat data awal sebelum dihitung variansinya. Meskipun pada penelitian ini secara implisit perbedaan variansi juga menunjukkan adanya *error*, penelitian lanjutan juga dapat dilakukan dengan memperhatikan besarnya *error* yang terjadi.

Daftar Pustaka

- D. Makajić-nikolić, B. Panić and M. Vujošević, "*Bullwhip Effect and Supply Chain Modelling and Analysis Using CPN*", University of Belgrade, Serbia, 2008.
- H. L. Lee, V. Padmanabhan and S. Whang, "The Bullwhip Effect in Supply Chains", *Sloan Management Review*, pp. 93-98, 1997.
- R. N. Boute and M. R. Lambrecht, "Exploring The Bullwhip Effect by Means of Spreadsheet Simulation", *INFORMS Transaction on Education*, pp. 1-9, 2009.
- R. Y. H. Silitonga, N. Jelly, "An Impact Analysis of Forecasting Methods and Forecasting Parameters on Bullwhip Effect", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol 337, pp 012026, IOP Publishing, 2018.
- S. Chopra and P. Meindl, "Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation", *New Jersey, Pearson Education, Inc*, 2010, pp. 483-485.

**PENERAPAN *GOOD MANUFACTURING PRACTICES* DAN 5S PADA
INDUSTRI TAHU
Studi Kasus: Pabrik Tahu Murni**

Titin Isna Oesman, Joko Susetyo, Dwi Astuti

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

JL. Kalisahak 28 Yogyakarta

Email: . ti_oesman@yahoo.com

ABSTRACT

This study aims to identify the non-conformity of conditions in the tofu factories to the requirements of good food processing guidelines for home industries (CPPB-IRT) issued by BPOM in 2003 which contains 14 scopes. Based on the results of identification there are 2 scopes that are fulfilled is the recording of employee documentation and training. The scope of unmet fulfillment is the problem of cleanliness of production room, equipment and employee habits. The result of conformity assessment showed that prior to the improvement, it was found that there were 31 items (32.29%) and 65 items (67,70%). After the correction using the 5S method obtained results of the corresponding number of items of 50 items (52.08%) and unmatched 46 items (47.91%). After improvement efforts that take account of food safety factors, contamination on processed tofu products can be minimized.

Keywords: CPPB-IRT; Good Manufacturing Practices; 5S; Personal Protection Tool

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi mengenai ketidaksesuaian kondisi di pabrik tahu terhadap persyaratan dari pedoman cara pengolahan pangan yang baik untuk industri rumah tangga (CPPB-IRT) dikeluarkan oleh BPOM tahun 2003 yang berisi 14 ruang lingkup. Berdasarkan hasil identifikasi terdapat 2 ruang lingkup yang terpenuhi yaitu pencatatan dokumentasi dan pelatihan karyawan. Ruang lingkup yang belum terpenuhi didapatkan permasalahan yaitu permasalahan kebersihan ruang produksi, peralatan dan kebiasaan karyawan. Hasil penilaian kesesuaian menunjukkan sebelum dilakukan perbaikan didapatkan hasil jumlah item yang sesuai sebanyak 31 item (32,29%) dan yang tidak sesuai 65 item (67,70%). Setelah dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode 5S didapatkan hasil jumlah item yang sesuai sebanyak 50 item (52,08%) dan yang tidak sesuai 46 item (47,91%). Setelah dilakukan upaya-upaya perbaikan yang memperhatikan faktor keamanan pangan, kontaminasi pada produk olahan tahu dapat diminimalkan.

Kata Kunci : Alat Perlindungan Diri (APD); CPPB-IRT; Good Manufacturing Practices; 5S

PENDAHULUAN

Tahu merupakan makanan dari bahan dasar kacang kedelai yang diproses melalui beberapa tahapan. Tahu sangat populer di masyarakat Indonesia walaupun berasal dari China (Mien, 1990). Saat ini di setiap daerah di Indonesia memiliki karakteristik produk tahu yang dihasilkan antara lain tahu kuning yang dikenal dengan nama tahu Takwa. Tahu Takwa adalah jenis tahu kuning yang lebih padat dari pada tahu putih dan apabila dipotong dipotong tahu jenis ini tidak mudah hancur. Pengolahan atau proses produksi pada tahu Takwa ini sama dengan tahu biasa, hanya terdapat perbedaan dalam perlakuan, terutama pada perendaman kedelai dan pengepresan tahu (Sihombing, 2008).

Seiring dengan banyak pabrik yang memproduksi tahu, belum tentu diikuti dengan kualitas tahu yang aman dan bermutu baik, sedangkan masyarakat atau konsumen memiliki hak untuk memperoleh tahu dengan kualitas dan mutu yang baik. Salah satu hal yang dapat mendukung terwujud keamanan pangan dan peningkatan mutu pangan dengan diterapkannya *good manufacturing practices* (GMP). GMP

merupakan suatu pedoman cara memproduksi pangan dengan tujuan agar produsen memenuhi persyaratan-persyaratan yang ditentukan untuk menghasilkan produk makanan bermutu sesuai dengan keinginan konsumen (Thaheer, 2005).

Pemerintah melalui Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) pada tahun 2003 menetapkan Cara Produksi Pangan yang Baik Untuk Industri Rumah Tangga (CPPB-IRT), Anonim (2003). CPPB-IRT merupakan pedoman yang berisi persyaratan-persyaratan pada setiap ruang lingkup/aspek yang wajib dipenuhi oleh produsen pangan olahan industri rumah tangga untuk menghasilkan pangan olahan yang bermutu, aman, dan layak dikonsumsi. CPPB-IRT memiliki 14 ruang lingkup, yaitu: lingkungan produksi, bangunan dan fasilitas, peralatan produksi, suplai air, fasilitas kegiatan higiene sanitasi, pengendalian hama, kesehatan dan higiene karyawan, pengendalian proses, label pangan, penyimpanan, penanggung jawab, penarikan produk, pencatatan dan dokumentasi dan pelatihan karyawan.

Pada pengamatan awal dilakukan, kondisi kebersihan dan penempatan alat produksi kurang diperhatikan. Hal ini dilihat dari lantai produksi tidak rata (bergelombang), dinding yang kotor dan tidak terawat, banyak terdapat sarang laba-laba, dan peletakan alat produksi tidak teratur dan belum tersedia alat pelindung diri (APD) seperti masker, sarung tangan, penutup kepala (helmet). Hal ini berpotensi terjadi kecelakaan dan tahu yang dihasilkan tidak higienis. Permasalahan yang dikemukakan di atas dievaluasi dengan GMP dan 5S, diharapkan di area produksi yang semula kebersihan, penempatan peralatan kurang diperhatikan dapat diminimalkan. Konsep 5S merupakan metode penyempurnaan tempat kerja yang dilakukan secara berkelanjutan untuk menjadi kondisi yang lebih baik dari kondisi sebelumnya, sasaran terakhir 5S adalah peningkatan produksi. Isi dari 5S antara lain (Gasperz, V, 2001 dan Dewi, M. P., 2013.): a. *Seiri* (ringkas), merupakan kegiatan menyingkirkan barang-barang yang tidak diperlukan sehingga segala barang yang ada dilokasi kerja hanya barang yang benar-benar dibutuhkan dalam aktivitas kerja. (b) *Seiton* (rapi), segala sesuatu harus diletakkan sesuai posisi yang ditetapkan sehingga siap digunakan pada saat diperlukan. (c) *Seiso* (bersih), merupakan kegiatan membersihkan peralatan dan daerah kerja sehingga segala peralatan kerja tetap terjaga dalam kondisi yang baik. (d) *Seiketsu* (rawat), merupakan kegiatan menjaga kebersihan pribadi sekaligus mematuhi ketiga tahap sebelumnya. (e) *Shitsuke* (rajin), pemeliharaan kedisiplinan pribadi masing-masing pekerja dalam menjalankan seluruh tahap 5S.

BAHAN DAN METODE

Objek penelitian ini dilakukan di pabrik tahu Bu Hardi dan subjek penelitian 15 karyawan dan lingkungan proses pembuatan tahu.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

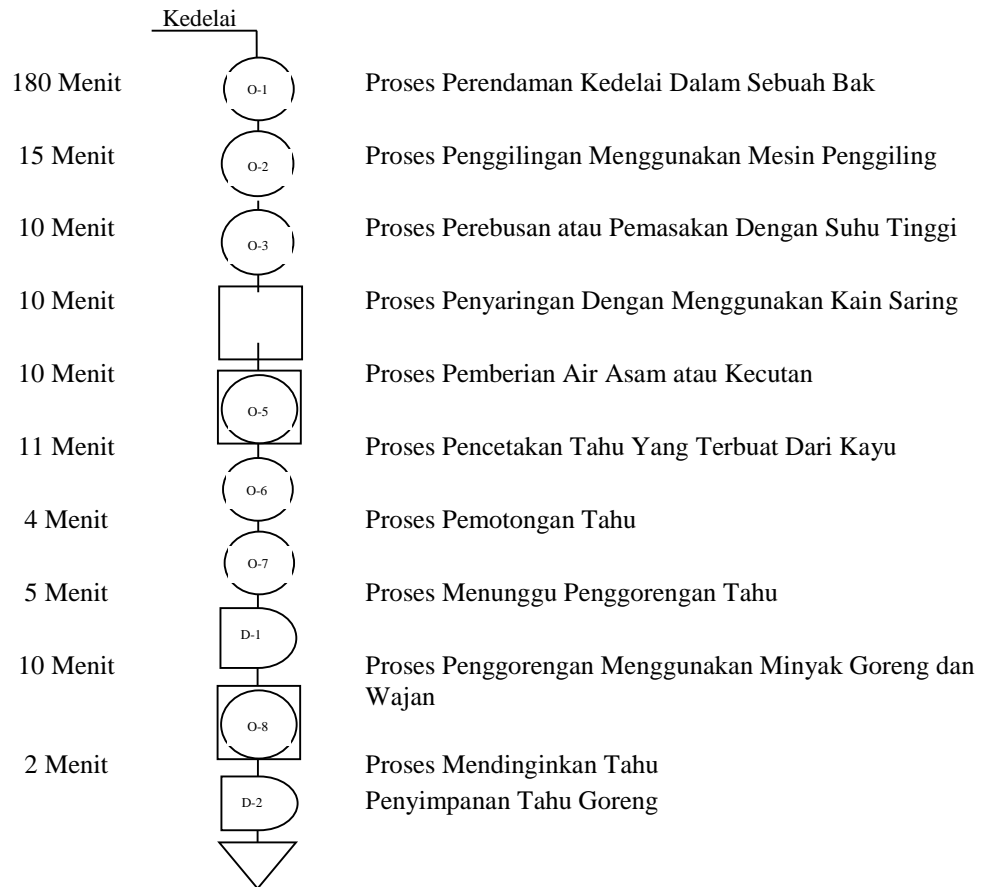
1. Alat Tulis
2. Kamera
3. Kuesioner

Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data dilakukan pengumpulan data proses pembuatan tahu, *operation process chart* (OPC), karakteristik karyawan, data ruang lingkup GMP dan penyebaran kuesioner.

Langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

1. Pengamatan prinsip 5S dan kondisi pabrik sesuai standar GMP (lingkungan produksi, bangunan dan fasilitas, peralatan produksi, suplai air, fasilitas kegiatan higiene sanitasi, pengendalian hama, kesehatan dan higiene karyawan, pengendalian proses, label pangan, penyimpanan, penanggung jawab, penarikan produk, pencatatan dan dokumentasi dan pelatihan karyawan).
2. Pengamatan proses produksi pembuatan tahu.
3. Karyawan melakukan pengisian kuesioner kesesuaian terhadap 14 ruang lingkup GMP.



Gambar 1. Operation Process Chart (OPC) Pembuatan Tahu

1. Data karakteristik karyawan dibagian produksi tahu (N=15) sebagai berikut, dari hasil kuesioner responden.

Tabel 1. Data Karakteristik Responden

Deskripsi	Umur (Tahun)	Jenis Kelamin	Status Tenaga Kerja	Jam Kerja Sehari
R1	30 Tahun	Laki-laki	Harian	8 (Jam)
R2	50 Tahun	Laki-laki	Harian	8 (Jam)
R3	45 Tahun	Laki-laki	Harian	8 (Jam)
R4	40 Tahun	Laki-laki	Harian	8 (Jam)
R5	34 Tahun	Laki-laki	Harian	8 (Jam)
R6	40 Tahun	Perempuan	Harian	8 (Jam)
R7	45 Tahun	Perempuan	Harian	8 (Jam)
R8	23 Tahun	Laki-laki	Harian	8 (Jam)
R9	43 Tahun	Laki-laki	Harian	8 (Jam)
R10	43 Tahun	Laki-laki	Harian	8 (Jam)
R11	43 Tahun	Laki-laki	Harian	8 (Jam)
R12	33 Tahun	Laki-laki	Harian	8 (Jam)
R13	41 Tahun	Laki-laki	Harian	8 (Jam)
R14	60 Tahun	Laki-laki	Harian	8 (Jam)
R15	30 Tahun	Laki-laki	Harian	8 (Jam)

Sumber: Pengumpulan Data

Pengolahan Data

Hasil pengumpulan data dilakukan penilaian kesesuaian terhadap kondisi nyata dengan mengisi kuesioner yang terdapat 14 ruang lingkup GMP. Kemudian dilakukan penilaian kesesuaian dengan membuat daftar *checklist* sesuai dan tidak sesuai terhadap kondisi nyata dengan standar dari ruang lingkup GMP. Dilanjutkan perhitungan jumlah dan presentase terhadap kondisi nyata yang sesuai dan tidak sesuai dengan standar dari ruang lingkup GMP

Data hasil perhitungan kesesuaian GMP pada tabel. Pada tabel 1 dapat dilihat hasil perhitungan kesesuaian ruang lingkup GMP, total item ruang lingkup yang sesuai adalah 31 item sedangkan yang tidak sesuai adalah 65 item dari total item ruang lingkup sebanyak 96 item. Ada 2 ruang lingkup yang sesuai dengan pedoman GMP yaitu pencatatan dokumentasi dan pelatihan karyawan. Perhitungan presentase dari total item ruang lingkup GMP di industri tahu sebagai berikut:

$$\text{Persentase total yang sesuai} = \frac{\text{Total item yang sesuai}}{\text{Total item ruang lingkup}} \times 100\% = 32,29\%$$

$$\text{Persentase total yang tidak sesuai} = \frac{\text{Total item yang tidak sesuai}}{\text{Total item ruang lingkup}} \times 100\% = 67,70\%$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kesesuaian GMP Sebelum Perbaikan

No	Nama Ruang Lingkup	Jumlah Item	Jumlah		Persentase (%)	
			Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai
1	Lingkungan Produksi	7	3	4	42,85%	57,14%
2	Bangunan dan Fasilitas	19	0	19	0%	100%
3	Peralatan Produksi	4	1	3	25%	75%
4	Suplai Air	3	1	2	33,33%	66,67%
5	Fasilitas, Kegiatan Higiene dan Sanitasi	8	2	6	25%	75%
6	Pengendalian Hama	7	2	5	28,57%	71,42%
7	Kesehatan dan Higiene Karyawan	8	4	4	50%	50%
8	Pengendalian Proses	13	5	8	38,46%	61,53%
9	Label Pangan	6	3	3	50%	50%
10	Penyimpanan	11	5	6	45,45%	54,54%
11	Penanggung Jawab	2	1	1	50%	50%
12	Penarikan Produk	4	0	4	0%	100%
13	Pencatatan dan Dokumentasi	2	2	0	100%	0%
14	Pelatihan Karyawan	2	2	0	100%	0%
	Jumlah	96 item	31 item	65 item	32,29%	67,70%

Sumber : Pengolahan Data

Berdasarkan tabel 1 dapat terlihat hasil perhitungan kesesuaian ruang lingkup pedoman GMP. Hasil perhitungan merupakan hasil sesuai dan tidak sesuai dari setiap ruang lingkup pada pedoman GMP sesuai dengan peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan, Pedoman Cara Produksi Pangan yang Baik Untuk Industri Rumah Tangga (CPPB-IRT). Total item ruang lingkup yang sesuai adalah 31 item sedangkan yang tidak sesuai 65 item dari total item ruang lingkup 96 item.

Tabel 3 berikut item-item yang tidak sesuai dengan pedoman GMP antara lain:

Tabel 3. Ketidaksesuaian Berdasarkan Pedoman GMP

No	Ruang Lingkup	Kondisi Nyata
A Lingkungan Produksi		
1	Bebas pencemaran, semak belukar dan genangan air.	Lingkungan diarea produksi masih banyak terlihat genangan air.
2	Bebas dari sarang hama, khususnya serangga dan binatang pengerat.	Di area lingkungan produksi masih ada serangga walaupun jarang terlihat.
3	Sampah harus dibuang dan tidak menumpuk.	Lingkungan pabrik diarea produksi masih terlihat kotor dan masih terjadi penumpukan limbah tahu.
4	Tempat sampah harus selalu tertutup.	Masih ada tempat sampah di area pabrik tidak tertutup dengan baik.
B Bangunan dan Fasilitas IRT		
Kondisi Nyata		
1	Lantai seharusnya dibuat dari bahan kedap air, rata, halus tetapi tidak licin, kuat mudah dibersihkan dan dibuat miring untuk memudahkan pengaliran air.	Kondisi lantai bergelombang (tidak rata), licin, sulit untuk dibersihkan dan masih banyak genangan air dilantai.
2	Lantai harus selalu dalam keadaan bersih dari debu, lendir dan kotoran lainnya.	Lantai masih terlihat kotor dikarenakan ada genangan air dan kacang kedelai yang jatuh-jatuh dilantai.
3	Dinding seharusnya dibuat dari bahan kedap air, rata, halus, berwarna terang, tahan lama, tidak mudah mengelupas, kuat.	Kondisi dinding tidak berwarna terang, dinding sudah ada yang retak atau ada bagian yang mengelupas.
4	Dinding harus selalu dalam keadaan bersih dari debu, lendir, dan kotoran lainnya.	Dinding terlihat kotor dan tidak terawat dikarenakan banyak sarang laba-laba (sawang), adapun coretan-coretan di dinding.
5	Langit-langit harus selalu dalam keadaan bersih dari debu, sarang laba-laba dan kotoran lainnya.	Masih ada sarang laba-laba dilangit-langit dan jarang dibersihkan.
F Pengendalian Hama		
Kondisi Nyata		
1	Lubang-lubang dan selokan yang memungkinkan masuknya hama harus selalu dalam keadaan tertutup.	Kondisi area produksi kurang terawat dan tidak semua selokan tertutup.
2	IRT seharusnya memeriksa lingkungannya dari kemungkinannya timbulnya saranghama.	Kegiatan pemeriksaan lingkungan jarang dilakukan hanya sekali-sekali untuk memeriksa.
G Kesehatan dan Higiene Karyawan		
Kondisi Nyata		
1	Karyawan harus diperiksa dan diawasi kesehatan secara berkala.	Kesehatan Karyawan tidak selalu diperiksa ataupun diawasi secara berkala.
2	Karyawan seharusnya mengenakan pakaian kerja atau celemek lengkap dengan penutup kepala, sarung tangan dan sepatu kerja. Pakaian dan perlengkapan yang dipakai untuk bekerja.	Karyawan tidak menggunakan pakaian kerja ataupun perlengkapan yang lain seperti penutup kepala, sarung tangan dan sepatu kerja.
3	Karyawan tidak boleh bekerja sambil mengunyah, makan dan minum, merokok, tidak boleh meludah, tidak boleh bersin atau batuk ke arah pangan.	Karyawan ada yang merokok saat bekerja.
H Pengendalian Proses		
Kondisi Nyata		
1	Harus membuat bagan alirnya atau urutan-urutan prosesnya secara jelas.	Tidak ada bagan alir atau urutan-urutan proses secara jelas.
2	Harus mencatat dan menggunakan informasi ini untuk pemantauan.	Tidak ada catatan untuk memantau.
3	Harus menentukan tanggal kadaluarsa.	Tidak ada penentuan atau catatan untuk tanggal kadaluarsa.
I Label Pangan		
Kondisi Nyata		
1	Berat bersih atau isi bersih.	Tidak ada berat atau isi bersih pada label pangan.
2	Tanggal, bulan, dan tahun kadaluarsa.	Tidak ada tanggal, bulan dan tahun kadaluarsa pada label pangan.
3	Nomor Sertifikasi Produksi (P-IRT).	Tidak ada nomor sertifikat.
J Penyimpanan		
Kondisi Nyata		
1	Penyimpanan bahan baku dan produk pangan harus sesuai dengan suhu penyimpanannya.	Tidak ada pengatur suhu diruang penyimpanan.
2	Bahan baku, bahan tambahan pangan, bahan penolong dan produk akhir diberi tanda untuk membedakan yang memenuhi syarat dengan yang tidak memenuhi.	Tidak ada tanda untuk membedakan bahan yang tidak memenuhi syarat dengan yang memenuhi syarat.
3	Peralatan yang telah dibersihkan dan disanitasi harus disimpan di tempat bersih. Sebaiknya permukaan peralatan menghadap kebawah, supaya terlindung dari debu, kotoran atau pencemaran lainnya.	Tidak ada tempat khusus untuk penyimpanan peralatan yang telah dibersihkan, hanya diletakkan begitu saja jika sudah dibersihkan.
K Penanggungjawab		
Kondisi Nyata		
1	Kegiatan pengawasan hendaknya dilakukan secara rutin.	Tidak ada kegiatan pengawasan secara rutin diruang produksi.
L Penarikan Produk		
Kondisi Nyata		
1	Pemilik IRT harus menarik produk pangan dari peredaran jika di duga menimbulkan penyakit atau keracunan pangan.	Tidak ada prosedur tentang penarikan produk dari peredaran atau dari pelanggan karena selama ini belum ada pelanggan yang keracunan pangan tersebut.
2	Pemilik IRT harus menghentikan produksinya sampai masalah terkait diatasi.	Belum pernah terjadi kegiatan menghentikan proses produksinya.
3	Pemilik IRT harus melaporkan penarikan produknya ke Pemerintah Kabupaten/Kota setempat.	Konsumen belum pernah komplain tentang keracunan pangan jadi pemilik IRT belum pernah melaporkan penarikan produk.
4	Pangan yang terbukti berbahaya bagi konsumen harus dimusnahkan.	Tidak ada kegiatan pemusnahan karena belum ada pangan yang terbukti berbahaya.

Setelah perbaikan (penerapan GMP dan 5S), maka dilakukan perhitungan dan pengecekan ulang. Perhitungan presentase dari total item ruang lingkup GMP sesudah perbaikan sebagai berikut:

$$\text{Persentase total yang sesuai} = \frac{\text{Total item yang sesuai}}{\text{Total item ruang lingkup}} \times 100\% = 52,08\%$$

$$\text{Persentase total yang tidak sesuai} = \frac{\text{Total item yang tidak sesuai}}{\text{Total item ruang lingkup}} \times 100\% = 47,91\%$$

Tabel 4. Perhitungan Kesesuaian GMP Sesudah Perbaikan

No	Nama Ruang Lingkup	Jumlah Item	Jumlah		Persentase (%)	
			Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai
1	Lingkungan Produksi	7	5	2	71,42%	28,57%
2	Bangunan dan Fasilitas	19	8	11	42,10%	57,89%
3	Peralatan Produksi	4	2	2	50%	50%
4	Suplai Air	3	1	2	33,33%	66,67%
5	Fasilitas dan Kegiatan Higiene dan Sanitasi	8	4	4	50%	50%
6	Pengendalian Hama	7	4	3	57,14%	42,85%
7	Kesehatan dan Higiene Karyawan	8	5	3	62,5%	37,5%
8	Pengendalian Proses	13	7	6	53,84%	46,15%
9	Label Pangan	6	3	3	50%	50%
10	Penyimpanan	11	6	5	54,54%	45,45%
11	Penanggung Jawab	2	1	1	50%	50%
12	Penarikan Produk	4	0	4	0%	100%
13	Pencatatan dan Dokumentasi	2	2	0	100%	0%
14	Pelatihan Karyawan	2	2	0	100%	0%
	Jumlah	96 item	50 item	46 item	52,08%	47,91%

Sumber : Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengecekan ulang didapatkan yang tidak sesuai standar awalnya 65 item (67,70%) turun menjadi 46 item (47,91%).

Gambar-gambar dibawah ini menunjukkan hasil kondisi sebelum dan sesudah penerapan GMP



Gambar 2. Kondisi lantai yang tidak rata sebelum (kiri) dan lantai rata sesudah penerapan (kanan)



Gambar 3. Limbah tahu sebelum (kiri) dan sesudah penerapan (kanan)



Gambar 4 . Kondisi sarang laba-laba sebelum (kiri) dan sesudah penerapan (kanan)
 Hasil uji perbedaan sebelum dan sesudah penerapan GMP diolah dengan bantuan Software SPSS versi 16.0 pada tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis statistik

Pada tabel *paired sample statistics* hipotesis yang diajukan:

H_0 : rata-rata kedua perhitungan GMP (rata-rata sebelum dan sesudah sama/tidak berbeda secara nyata).

H_1 : rata-rata kedua perhitungan GMP (rata-rata sebelum dan sesudah berbeda secara nyata).

Tabel5. *Descriptives Statistics*

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Daviation
Sebelum	14	00	100.00	57.9500	29.49107
Sesudah	14	00	100.00	44.6486	25.02515
Valid N (<i>Listwise</i>)	14				

Tabel 6. *Paired Samples Statistic*

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Sebelum	42.0471	14	29.49141	7.88191
Sesudah	55.3479	14	25.02508	6.68823

Tabel 7. Hubungan / Korelasi Sebelum & Sesudah Perbaikan

	N	Correlations	Sig
Pair 1 Sebelum&Sesudah	14	.875	.000

Tabel 8. Uji Beda Sebelum & Sesudah

Pair 1	Mean	Std. Deviation	Paired Differences		t	df	Sig (2-tailed)
			Std. Error Mean	Lower Upper			
Sebelum dan Sesudah	-1.330E1	14.287.15	3.81840	-21.54987 -5.06156	-3.483	13	.004

Pada tabel *paired samples statistics* menjelaskan 14 data yang dianalisis sebelum dan sesudah perbaikan $p_{\text{value}} = 0,004$. Ini berarti lebih kecil dari alpha yang digunakan (0,05). Hal ini menyatakan bahwa ada perbedaan yang bermakna antara sebelum dan sesudah mengalami perubahan.

Pembahasan

Berdasarkan dari 14 ruang lingkup yang memenuhi persyaratan pedoman GMP ada 2 (dua) ruang lingkup yang terpenuhi yaitu pencatatan dokumentasi dan pelatihan karyawan, namun ada 12 ruang lingkup yang belum terpenuhi. Berikut ketidaksesuaian dari 12 ruang lingkup GMP tersebut.

Uraian Perbaikan Berdasarkan Standar GMP Dan Prinsip 5S

Dari uraian item-item yang tidak sesuai tersebut, maka dilakukan perbaikan berdasarkan GMP dan 5S, yaitu: **Perbaikan berdasarkan GMP**

Pembersihan debu, ventilasi, sarang laba-laba, mengecat tembok di area produksi serta membuat jadwal pembersihan; peralatan produksi dirapikan dan diletakkan sedemikian untuk menjamin mutu dan keamanan pangan yang dihasilkan; peralatan dan barang yang sudah tidak dipakai dipisahkan dari yang masih dipakai; air yang digunakan selama proses produksi harus cukup dan memenuhi persyaratan kualitas air bersih; peraturan terkait dengan larangan makan, minum, merokok, dipasang di area produksi; fasilitas dan kegiatan hygiene dan sanitasi diperlukan untuk menjamin agar bangunan dan peralatan selalu dalam keadaan bersih dan mencegah terjadi kontaminasi silang dari karyawan.

Pengendalian hama dilakukan untuk mengurangi kemungkinan hama masuk ke ruang produksi yang akan mencemari pangan; kesehatan dan hygiene karyawan harus di periksa secara rutin; untuk menghasilkan produk yang bermutu dan aman proses produksi harus dikendalikan dengan benar antara lain spesifikasi bahan baku; komposisi bahan; cara produksi yang baku; jenis, ukuran, dan spesifikasi kemasan; keterangan produk yang dihasilkan termasuk nama produk, tanggal produksi dan tanggal kadaluarsa; label pangan harus jelas; penyimpanan bahan dan produk harus baik agar produk tidak rusak; seorang penanggung jawab diperlukan untuk mengawasi seluruh tahapan proses produksi serta pengendalian untuk menjamin hasil produk pangan yang bermutu dan aman; dan membuat prosedur penarikan produk dengan tujuan mencegah terjadi keracunan terhadap konsumen.

Perbaikan berdasarkan 5S

Seiri (Pemilahan) kegiatan menyingkirkan atau memisahkan barang yang diperlukan dengan barang yang tidak diperlukan di area produksi. Situasinya banyak barang yang tercampur dan yang tidak jelas mana yang penting dan yang tidak penting misalnya cetakan tahu yang tidak terpakai dengan cetakan masih digunakan. Akibatnya: Gerakan kerja terganggu dan merasa tidak nyaman. Pelaksanaan Pemilahan: memisahkan barang yang diperlukan dengan barang yang tidak diperlukan, membuang barang yang tidak diperlukan dan mengelompokkan barang sesuai fungsinya.

Seiton (Penataan) melakukan segala sesuatu harus diletakkan sesuai posisi yang ditetapkan agar mudah ditemukan kembali. Situasi yang sama yaitu semua barang diletakkan asal-asalan tanpa adanya penyusunan. Akibatnya: Sulit menemukan barang saat dibutuhkan, terjadi pemborosan waktu untuk mencari barang. Pelaksanaan penataan: Menata barang sesuai dengan jenis dan fungsinya, meletakkan barang pada tempat yang telah ditentukan dan memeriksa kerapian terhadap barang dan peralatan.

Seiso (Pembersihan) Pembersihan yang dapat dilakukan dengan memberikan aturan untuk membersihkan lantai produksi selesai bekerja tanpa menunggu sore hari, selain itu harus diadakan jadwal pembersihan

secara rutin. Akibatnya yaitu: Terjadi kerusakan peralatan produksi, lingkungan kerja menjadi tidak nyaman. Pelaksanaan kebersihan: Membuang sampah pada tempatnya, membiasakan diri menyediakan waktu untuk membersihkan peralatan dan tempat kerja serta membuat jadwal pembersihan secara rutin.

Seiketsu (Pemantapan) merupakan kegiatan memelihara semua peralatan, pakaian, tempat kerja dan lain-lainnya tetap dalam kondisi bersih dan rapi dan mempertahankan 3S diatas yaitu *seiri*, *seiton*, *seiso*. Pada lantai produksi kegiatan yang dapat dilakukan dalam pemantapan adalah dengan membuat tanda-tanda yang dapat meningkatkan karyawan terhadap pelaksanaan 5S.

Shitsuke (Pembiasaan) kegiatan membentuk sikap untuk memenuhi aturan-aturan dan disiplin mengenai kebersihan dan kerapian terhadap peralatan dan tempat kerja.

Setelah perbaikan, maka dilakukan perhitungan dan pengecekan ulang. Setelah dilakukan pengecekan ulang didapatkan yang tidak sesuai standar awalnya 65 item (67,70%) turun menjadi 46 item (47,91%).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil identifikasi ruang lingkup produksi berdasarkan standar GMP diperoleh 14 ruang lingkup yaitu lingkungan produksi, bangunan dan fasilitas, peralatan produksi, suplai air, fasilitas kegiatan higienis dan sanitasi, pengendalian hama, kesehatan dan higienis karyawan, pengendalian proses, label pangan, penyimpanan, penanggung jawab, penarikan produk, pencatatan dan dokumentasi, pelatihan karyawan dengan jumlah 96 item.
2. Sebelum dilakukan perbaikan didapatkan hasil jumlah item yang sesuai sebanyak 31 item (32,29%) dan yang tidak sesuai sebanyak 65 item (67,70%). Setelah dilakukan perbaikan didapatkan hasil jumlah item yang sesuai sebanyak 50 item (52,08%) dan yang tidak sesuai sebanyak 46 item (47,91%). Dari perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan maka dapat terlihat bahwa terjadi kenaikan sebesar 19%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003, Badan Pengawas Obat dan Makanan, Pedoman Cara Produksi Pangan Yang baik Untuk Industri Rumah Tangga (CPPB-IRT), Jakarta.
- Dewi, M. P., dkk. 2013. "Penerapan *Good Manufacturing Practices* dan 5S Untuk Meningkatkan Produktivitas". Jurnal Ilmu Mahasiswa Universitas Surabaya Vol.2, No.1.
- Gasperz, V., 2001, *Total Quality Management*, Gramedia, Jakarta.
- Mien, Mahmud., K. D. S. Sabita., R.R. Aprianto dan Hermana. 1990. Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia. Depkes RI Direktorat Bina Gizi Masyarakat dan Pusat Pangan Bagian Gizi : Jakarta.
- Sihombing, Veronica Margaret. 2008. Analisa Kadar Zat Pewarna Kuning Pada Tahu Yang Dijual di Pasar-pasar di Medan Tahun 2008. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Thaheer, Hermawan. 2005. Sistem Manajemen HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Points*). Jakarta: PT. Bumi Aksara.

PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK *CHICKEN CORDON BLEU* DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI PT KANEMORY FOOD SERVICE

Ratna Ekawati¹, Nurhayati²

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten
e-mail: ratna.ti@untirta.ac.id

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten
e-mail: nur2614@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu produk yang cacat terbanyak di PT Kanemory Food Service adalah Chicken Cordon Bleu. Berdasarkan dari data pada Januari-Desember tahun 2017 terdapat total jumlah produksi Chicken Cordon Bleu sebanyak 319.920 pcs dengan total produk cacat sebanyak 2.814 pcs. Oleh karena itu dengan adanya masalah cacat produk didalam produksi Chicken Cordon Bleu maka perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah dengan metode konsep Six Sigma dengan tujuan untuk meminimalisir jumlah cacat. Tahapan yang digunakan yaitu tahapan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control). Pada tahap define diketahui bahwa terdapat 4 jenis CTQ pada produk Chicken Cordon Bleu. Kemudian pada tahap measure didapatkan rata-rata nilai sigma cacat produk Chicken Cordon Bleu yang didapatkan sebesar 4,653 dengan rata-rata DPMO sebesar 1199,044. Kemudian dilakukan tahap analisa untuk dilakukan analisis menggunakan diagram pareto dan diagram fishbone. Setelah diketahui akar permasalahan dilakukan usulan perbaikan menggunakan FMEA untuk memberikan usulan perbaikan proses produksi Chicken Cordon Bleu.

Kata Kunci: *Kualitas, Six Sigma, Diagram Pareto, Diagram Fishbone, FMEA*

Pendahuluan

Kualitas merupakan keseluruhan karakteristik dan keistimewaan dari suatu produk atau jasa yang dihasilkan dari kemampuan produk atau jasa untuk memuaskan sebagian atau keseluruhan kebutuhan dari konsumen. Konsumen sebagai pemakai produk atau jasa semakin kritis dalam memilih produk atau jasa, hal ini menyebabkan peranan kualitas menjadi semakin penting. Berbagai metode atau cara dipakai untuk mewujudkan *zero defect* atau tanpa cacat dalam proses produksi (Rukmayadi dan Sugiarti, 2015).

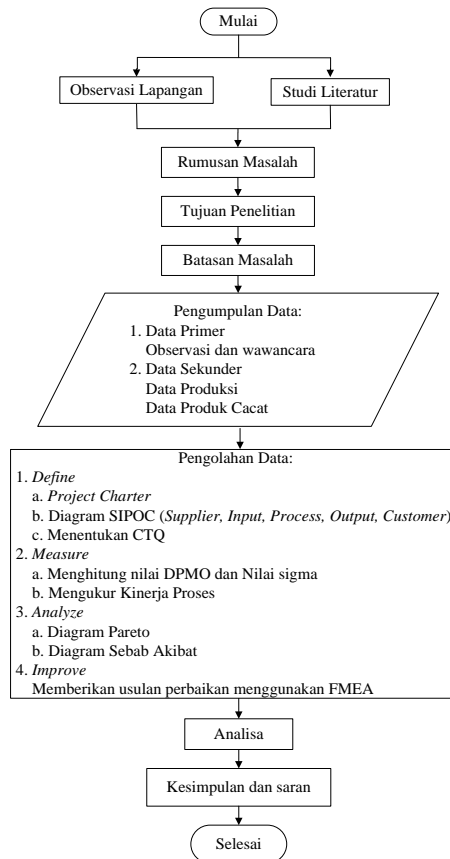
Beberapa konsep metode pengendalian kualitas produksi di antaranya yaitu melalui *Total Quality Management* (TQM), *Statistical Process Control* (SPC) dan Six Sigma. Six Sigma merupakan proses disiplin tinggi yang membantu mengembangkan dan mengantarkan produk mendekati sempurna. Six Sigma adalah cara mengukur proses, tujuan mendekati sempurna, disajikan dengan 3,4 *Defect Per Million Opportunities* (DPMO), sebuah pendekatan untuk mengubah budaya organisasi. Salah satu metodologi dalam upaya peningkatan menuju target *Six Sigma* adalah DMAIC yang memberikan langkah dari menemukan permasalahan, mengidentifikasi penyebab masalah hingga akhirnya menemukan solusi untuk memperbaikinya. Beberapa tahapan dalam DMAIC yaitu *Define* (mendefinisikan masalah), *Measure* (pengukuran), *Analysis* (analisa), *Improve* (pengembangan), *Control* (pengendalian) (Tannady dan Chandra, 2016).

PT Kanemory Food Service adalah perusahaan kerja sama antara Kanematsu Corporation dan Cimory Group yang memusatkan bisnis pada dapur sentral. PT Kanemory Food Service memproduksi makanan setengah jadi yang bervariasi seperti produk olahan daging, olahan ikan, roti, makanan ringan, bento dan saus. Salah satu produk yang cacat terbanyak di PT Kanemory Food Service adalah *Chicken Cordon Bleu*. Berdasarkan dari data pada Januari-Desember tahun 2017 terdapat total jumlah produksi *Chicken Cordon Bleu* sebanyak 319.920 pcs dengan total produk cacat sebanyak 2.814 pcs. Oleh karena itu dengan adanya masalah cacat produk didalam produksi *Chicken Cordon Bleu* maka perlu dilakukan

penelitian untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah dengan metode konsep Six Sigma dengan tujuan untuk meminimalisir jumlah cacat.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari tahun 2018. Jenis data yang digunakan, yaitu data primer dan sekunder. Berikut ini merupakan *flowchart* pemecahan masalah dari penelitian yang dilakukan:



Gambar 1. FlowChart Pemecahan Masalah

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil observasi diketahui selama satu tahun 2017 PT Kanemory Food Service menjalankan proses produksi *Chicken Cordon Bleu* sebanyak 63 kali sesuai dengan permintaan konsumen. Dari 63 kali produksi dihasilkan *Chicken Cordon Bleu* sebanyak 319.920 pcs dengan produk yang cacat sebanyak 2.814 pcs.

Berikut ini adalah pengolahan data produk *Chicken Cordon Bleu* dengan menggunakan metode DMAIC:

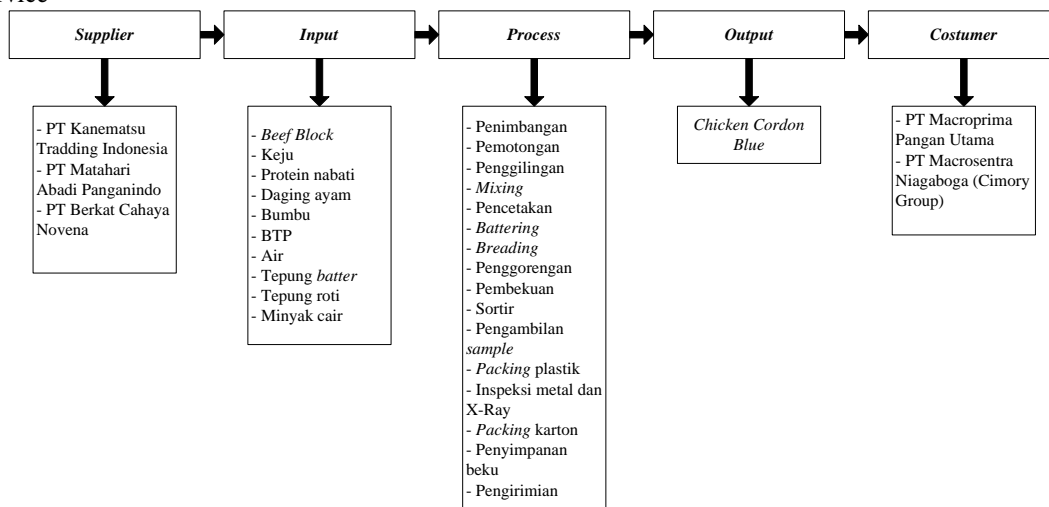
1. Define

Tahap *Define* merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Tahap ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci (Gaspersz, 2005 dalam Muhaemin 2012). Permasalahan yang terjadi di PT Kanemory Food Service dapat didefinisikan dengan menggunakan beberapa alat bantu yaitu *project charter* dan SIPOC, kemudian mengidentifikasi *Critical to Quality* yang ada. Berikut ini merupakan tahap *define* atau identifikasi dari produk *Chicken Cordon Bleu* di PT Kanemory Food Service:

Tabel 1. Project Charter Analisis Six Sigma PT Kanemory Food Service

Informasi Penelitian			
Institusi :	Jurusan Teknik Industri Universitas Sutan Ageng Tirtayasa	Nama Penelitian :	Analisis <i>Six Sigma</i> sebagai Metode Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Cacat Pada Produk <i>Chicken Cordon Bleu</i> pada PT Kanemory Food Service
		Peneliti :	Nurhayati
Mulai :	9 Januari 2018	Inspektor :	Bagus Sukmawan
Selesai :	8 Februari 2018	Pembimbing :	Bagus Sukmawan
Permasalahan		Tujuan dan Lingkup Penelitian	
Dari data produksi produk <i>Chicken Cordon Bleu</i> selama satu tahun yaitu periode Januari 2017 sampai Desember 2017 masih terdapat produk cacat yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh berbagai jenis cacat pada produksi <i>Chicken Cordon Bleu</i> di PT Kanemory Food Service.		Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui CTQ produk cacat <i>Chicken Cordon Bleu</i> pada PT Kanemory Food Service, untuk mengetahui cacat yang sering terjadi (cacat dominan) pada produk <i>Chicken Cordon Bleu</i> , menentukan nilai DPMO dan nilai sigma pada perusahaan, menentukan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya cacat produk <i>Chicken Cordon Bleu</i> , dan juga menentukan upaya apa saja yang dilakukan pada perusahaan untuk mengurangi cacat produk <i>Chicken Cordon Bleu</i> . Lingkup penelitian ini adalah pada kualitas produk, dan tidak menghitung biaya produksi.	

Berikut ini merupakan SIPOC diagram untuk produk *Chicken Cordon Bleu* di PT Kanemory Food Service



Gambar 2. Diagram SIPOC

Berikut ini adalah tabel penentuan CTQ pada produk *Chicken Cordon Bleu*:

Tabel 2. CTQ di PT Kanemory Food Service

No	Karakteristik Kualitas	Jumlah
1	Bentuk	2159
2	Berat	153
3	Ukuran	52
4	Kontaminasi	450
Total		2814

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa terdapat 4 jenis cacat pada data produksi *Chicken Cordon Bleu* yaitu cacat bentuk, berat, ukuran, dan kontaminasi. Cacat bentuk terjadi apabila bentuk *Chicken Cordon Bleu* tidak oval sempurna, cacat berat terjadi apa bila ditimbang lebih dari atau kurang dari 150 gr – 160 gr, cacat ukuran terjadi apabila ukuran *Chicken Cordon Bleu* kurang dari atau lebih dari 9 cm, dan cacat kontaminasi terjadi apa bila terdapat logam dan material asing lain di dalam produk *Chicken Cordon Bleu*.

2. Measure

Setelah melakukan tahapan *define*, tahapan selanjutnya adalah *measure*. Pada tahapan *measure* akan dilakukan pengolahan data perhitungan untuk mendapatkan nilai DPMO (*Defect per Million Opportunity*), nilai *sigma* untuk mengukur kemampuan proses pada perusahaan kinerja perusahaan, dan mengukur kinerja proses dengan menggunakan peta kendali P.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan *Ms. Excel*, dapat diketahui contoh perhitungan DPU, DPO, DPMO dan nilai *sigma* dari data cacat produk *Chicken Cordon Bleu* yang didapatkan. Adapun contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

a) DPU (Cacat Per Unit)

Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai DPU atau Cacat *per Unit* dari karakteristik cacat produk *Chicken Cordon Bleu* yang didapatkan.

$$\begin{aligned} DPU &= \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah Produksi}} \\ &= \frac{6}{3042} = 0,002 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan nilai DPU, maka diketahui bahwa nilai DPU untuk karakteristik cacat sebesar 0,002 kejadian cacat setiap unit produksi.

b) DPO (Deffect Per Opportunities)

DPO (Cacat *per Opportunity*) adalah kegagalan per satu kesempatan. Berikut ini adalah perhitungan nilai DPO atau Cacat *per Opportunity* dari karakteristik cacat produk *cold rolled coil* yang didapatkan.

$$\begin{aligned} DPO &= \frac{DPU}{CTQ} \\ DPO &= \frac{0,002}{4} = 0,0005 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan nilai DPO maka diketahui bahwa kegagalan per satu kesempatan yang dimiliki oleh karakteristik cacat sebesar 0,0005 kecacatan setiap karakteristik.

c) DPMO (Cacat per Million Opportunity)

DPMO (Cacat *per million opportunity*) merupakan ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas Six Sigma yang menunjukkan kegagalan per satu juta kesempatan. Berikut ini adalah perhitungan nilai DPMO atau Cacat *per Million Opportunity* untuk jenis karakteristik cacat produk *Chicken Cordon Bleu* yang didapatkan:

$$\begin{aligned} DPMO &= DPO \times 1,000,000 \\ DPMO &= 0,000493097 \times 1,000,000 = 493,097 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan nilai DPMO maka diketahui bahwa kegagalan per satu juta kesempatan yang dimiliki oleh karakteristik cacat sebesar 493,097 kecacatan setiap karakteristik.

d) Nilai Sigma

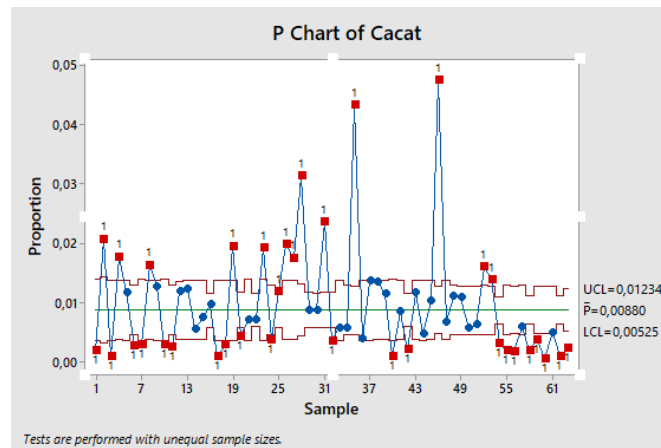
Berikut ini adalah nilai sigma yang dimiliki oleh cacat produk *Chicken Cordon Bleu* yang didapatkan dengan menggunakan formula pada *software microsoft excel*.

$$= \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{DPMO}{1000000} \right) + 1.5$$

$$= \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{493,097}{1000000} \right) + 1.5 = 4,794$$

Berdasarkan nilai *sigma* yang telah didapatkan maka diketahui bahwa nilai *sigma* sebesar 4,794. Adapun rata-rata nilai *sigma* cacat produk *Chicken Cordon Bleu* yang didapatkan sebesar 4,653 dengan rata-rata DPMO sebesar 1199,044. Dari hasil nilai rata-rata DPMO dan nilai *sigma* maka dapat diketahui tingkat pencapaian *sigma* PT Kanemory Food Service pada proses produksi *Chicken Cordon Bleu* yaitu termasuk ke dalam rata-rata Industri USA.

Adapun di bawah ini adalah gambar untuk peta kendali P di unit produksi *Chicken Cordon Bleu* di PT Kanemory Food Service:

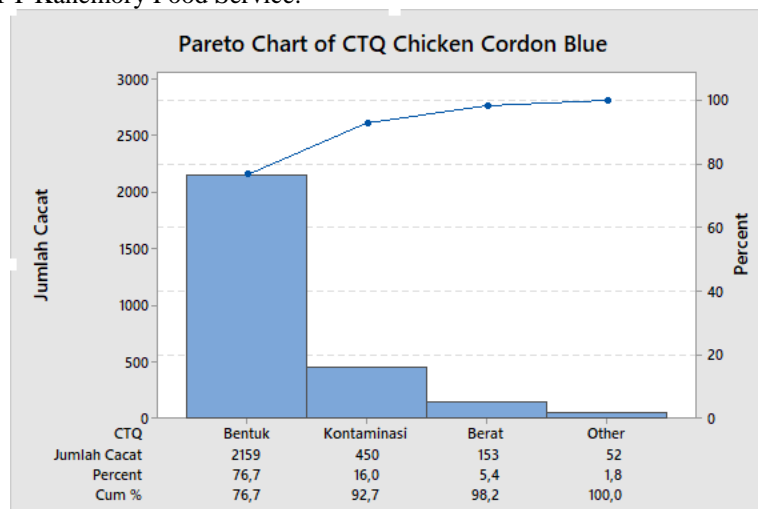


Gambar 3. Peta Kendali P Unit Produksi *Chicken Cordon Bleu* di PT Kanemory Food Service

Berdasarkan gambar grafik peta kendali p dapat dilihat bahwa dalam proses produksi *Chicken Cordon Bleu* selama tahun 2017 masih banyak yang tidak terkendali. Dari 63 data produksi terdapat 35 produksi yang diluar batas terkendali yaitu pada data ke 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 35, 40, 42, 46, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, dan 63. Proses produksi *Chicken Cordon Bleu* dikatakan diluar batas kendali apabila melewati nilai UCL=0,01234 dan LCL=0,00525. Karena dalam satu tahun 2017 banyak sekali proses yang di luar batas kendali maka PT Kanemory Food Service perlu melakukan pengendalian kualitas pada unit produksi *Chicken Cordon Bleu*.

3. *Analyze*

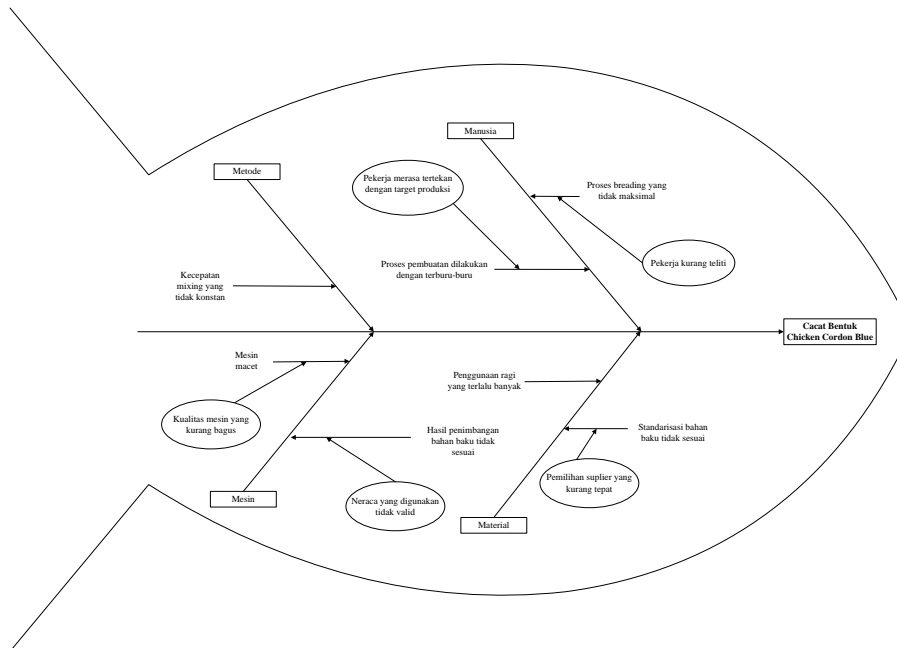
Analyze merupakan tahapan yang dilakukan pada penelitian ini untuk menganalisis prioritas cacat dan akar penyebab cacat pada *Chicken Cordon Bleu* di PT Kanemory Food Service dengan menggunakan diagram pareto dan diagram *fishbone*. Berikut ini merupakan diagram pareto untuk produk *Chicken Cordon Bleu* di PT Kanemory Food Service:



Gambar 4. Diagram Pareto Karakteristik Cacat *Chicken Cordon Bleu* di PT Kanemory Food Service

Dalam diagram pareto berlaku prinsip 20 % dan 80% dalam diagram pareto bahwa agar suatu produk atau jasa dapat terjaga kualitasnya harus melakukan perbaikan terhadap 20% penyebab cacat produk sehingga 80%nya akan tertutupi. Dalam gambar di atas pada diagram pareto karakteristik cacat produk *Chicken Cordon Bleu* di PT Kanemory Food Service 20% penyebab cacat yang merupakan penyebab utama adalah cacat bentuk. Sehingga karakteristik cacat yang paling banyak terjadi yaitu cacat bentuk dengan persentase sebesar 76,7%, maka dari itu jenis cacat yang harus dilakukan perbaikan adalah cacat bentuk.

Berikut ini merupakan diagram *Cause and Effect* pada cacat bentuk pada produk *Chicken Cordon Bleu* di PT Kanemory Food Service:



Gambar 5. Diagram Cause and Effect Cacat Bentuk pada Produk Chicken Cordon Bleu di PT Kanemory Food Service

4. Improve

Pada tahap ini digunakan metode *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi tingkat kegagalan potensial yang ada pada produk berdasarkan pada hasil analisa tahap *analyze*. Tahap ini merupakan tahap keempat dalam peningkatan kualitas Six Sigma. Pada tahap ini akan diberikan solusi bagi masalah yang terjadi. Berikut ini merupakan tabel FMEA dari cacat bentuk *Chicken Cordon Bleu* di PT Kanemory Food Service:

Tabel 3. FMEA Cacat Bentuk Produk Chicken Cordon Bleu di PT Kanemory Food Service

<i>Design FMEA (Item Function) Process FMEA (Function/requirement)</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Cause of Failure</i>	<i>Potential Effects of Failure</i>	<i>Degree of Severity (S)</i>	<i>Frequency of Occurene (O)</i>	<i>Chance of Detection (D)</i>	<i>Risk Priority Number (RPN)</i>	<i>Rank</i>
Cacat bentuk pada produk <i>Chicken Cordon Bleu</i>	Proses <i>breeding</i> yang tidak maksimal	Pekerja kurang teliti		5	2	4	40	2
	Proses pembuatan produk dilakukan dengan terburu-buru	Pekerja merasa tertekan dengan target produksi	Terjadi <i>human error</i>	6	3	3	54	1

Tabel 3. FMEA Cacat Bentuk Produk *Chicken Cordon Bleu* di PT Kanemory Food Service (Lanjutan)

<i>Design FMEA (Item Function) Process FMEA (Function/requirement)</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Cause of Failure</i>	<i>Potential Effects of Failure</i>	<i>Degree of Severity (S)</i>	<i>Frequency of Occurrence (O)</i>	<i>Chance of Detection (D)</i>	<i>Risk Priority Number (RPN)</i>	<i>Rank</i>
Cacat bentuk pada produk <i>Chicken Cordon Bleu</i>	Standarisai bahan baku tidak sesuai	Pemilihan suplier yang kurang tepat		3	5	2	30	4
	Mesin macet	Kualitas mesin yang rendah	Bentuk produk tidak sesuai spesifikasi	2	6	2	24	5
	Hasil penimbangan bahan baku tidak sesuai	Neraca yang digunakan tidak valid		3	6	2	36	3

Setelah menentukan standarisasi nilai RPN, maka tahap selanjutnya adalah implementasi dari *recomanded action* yang telah dibuat. *Action Planning for Failure Modes* dibuat untuk menentukan tindakan yang sesuai untuk dilakukan terutama untuk modus kegagalan yang memiliki nilai resiko kegagalan tertinggi. Berikut ini merupakan tabel *acion planning Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA) untuk pengendalian cacat bentuk produk *Chicken Cordon Bleu* di PT Kanemory Food Service:

Tabel 4 *Action Plan FMEA Cacat Bentuk Produk Chicken Cordon Bleu* PT Kanemory Food Service

<i>Rank</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect of Failure</i>	<i>Potential Cause Mode</i>	<i>Action Planning (Recommended Action)</i>
1	Proses pembuatan produk dilakukan dengan terburu-buru		Pekerja merasa tertekan dengan target produksi	a. Sosialisasi dan motivasi kepada semua karyawan untuk mematuhi SOP. b. Kontrol proses produksi lebih ditingkatkan.
2	Proses breeding yang tidak maksimal	Cacat bentuk pada produk <i>Chicken Cordon Bleu</i>	Pekerja kurang teliti	a. Meningkatkan kepedulian akan produk. b. Peningkatan pengawasan terhadap proses produksi. c. Setiap karyawan harus menjalankan SOP harus dilankan dengan baik.
3	Hasil penimbangan bahan baku tidak sesuai		Neraca yang digunakan tidak valid	Melakukan kalibrasi pada setiap neraca yang digunakan. Serta penggantian neraca jika ada yang sudah rusak.
4	Standarisai bahan baku tidak sesuai		Pemilihan suplier yang kurang tepat	a. Pengawasan terhadap supplier perlu ditingkatkan salah satunya ketika audit. b. Pengecekan bahan baku secara berkala.

Kesimpulan

1. Terdapat 4 jenis cacat pada data produksi *Chicken Cordon Bleu* yaitu cacat bentuk, berat, ukuran, dan kontaminasi. Karakteristik cacat yang paling banyak terjadi yaitu cacat bentuk dengan persentase sebesar 76,7%, maka dari itu jenis cacat yang harus dilakukan perbaikan adalah cacat bentuk.
2. Rata-rata nilai *sigma* cacat produk *Chicken Cordon Bleu* yang didapatkan sebesar 4,653 dengan rata-rata DPMO sebesar 1199,044. Dari hasil nilai rata-rata DPMO dan nilai *sigma* maka dapat diketahui tingkat pencapaian *sigma* PT Kanemory Food Service pada proses produksi *Chicken Cordon Bleu* yaitu termasuk ke dalam rata-rata Industri USA.
3. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya cacat pada produk *Chicken Cordon Bleu* di PT Kanemory Food Service yaitu disebabkan oleh operator yang kurang teliti, pekerja yang merasa tertekan dengan target produksi, pemilihan *supplier* yang kurang tepat, neraca yang digunakan tidak valid dan kualitas mesin digunakan rendah.
4. Usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi jumlah cacat produk *Chicken Cordon Bleu* di PT Kanemory Food Service yaitu dengan cara sosialisai dan motivasi kepada semua karyawan untuk mematuhi SOP, control proses produksi lebih ditingkatkan, meningkatkan kepedulian akan produk, peningkatan pengawasan terhadap proses produksi, setiap karyawan harus menjalankan SOP dengan baik, melakukan kalibrasi pada neraca yang digunakan, dan perawatan serta perbaikan mesin dan peralatan secara berkala.

Daftar Pustaka

- Rukmayadi dan Sugiarti. 2015. Pendekatan Metode Six Sigma (DMAIC) Untuk Peningkatan Kualitas Produk Boncabe Di CV Kobe & Lina Food. *Journal of Industrial Engineering and Management System* Vol. 8 No. 1 Februari 2015. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wisnubroto, dan Rukmana. 2015. Pengendalian Kualitas Produk Dengan Pendekatan Six Sigma Dan Analisis Kaizen Serta *New Seven Tools* Sebagai Usaha Pengurangan Kecacatan Produk. *Jurnal Teknologi* Vol. 8 No.1: FTI IST AKPRIND.
- Tannady dan Chandra. 2016. Analisis Pengendalian Kualitas Dan Usulan Perbaikan Pada Proses *Edging* Di PT Rackindo Setara Perkasa Dengan Metode Six Sigma. *Journal of Industrial Engineering and Management System* Vol.9 No.2 August 2016: Universitas Pelita Harapan.
- Kaban, Rendy. 2014. Pengendalian Kualitas Kemasan Plastik Pouch Menggunakan Statistical Process Control (SPC) Di PT INCASI Raya Padang. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Vol. 13 No.1.
- Muhaemin, A. 2012. Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Six Sigma Pada Harian Tribun Timur. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Safrizal dan Muhajir. 2016. Pengendalian Kualitas dengan Metode Six Sigma. *Jurnal Manajemen dan Keuangan* Vol. 5 No.2 November 2016.
- Wahyani, Widhy, dkk. 2010. Penerapan Metode Six Sigma dengan Konsep DMAIC sebagai Alat Pengendali Kualitas. Surabaya: Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Yuvita, Eva. 2017. Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Six Sigma Pada PT Mahakam Media Grafika Di Balikpapan. *E-Journal Administrasi Bisnis* Vol.5 No.4: Universitas Mulawarman.
- Zaldianto, Eko. 2013. Perbaikan Kualitas Pada Proses Produksi Roti Dengan Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus:Perusahaan Bobo Bakery). Tugas Akhir Teknik Industri Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru.
- Muttaqien dan Rahardjo. 2014. Analisis Pengurangan Kuantitas Produk Cacat Pada Mesin *Decorative Tiles* Dengan Metode Six Sigma (Studi Kasus Pada PT Aster Decorindo Abadi Tangerang). *Dipenogor Journal Of Management* Vol. 3 No.3. Semarang: Universitas Dipenogoro.
- Sartin. 2008. Analisa faktor - faktor Penyebab *Defect* pada Produk Bussing dengan Metode Six Sigma di PT. Madju Warna Steel Surabaya: FTI-UPNV Jatim.
- Wijaya, R.I. 2010 *Analisis Proyek*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Hamza, S. 2008. *Design Process Improvement through the DMAIC Six Sigma Approach: A Case Study from the Middle East*, *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, Vol. 4 No. 1
- Rakasiwi, Hafiedza. P dan Haryono. 2014. *Analisis Six sigma pada Produk Casing Pompa sebagai Metode Perbaikan Kualitas (Studi Kasus: Pt. Zenith Allmart Precisindo)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November

PERANAN UNIVERSITAS DALAM MENGEMBANGKAN *LOCAL ENABLER***Tomy Perdana¹, Fernianda Rahayu Hermiatin², Tetep Ginanjar²**¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Email: tomy.perdana@unpad.ac.id

²Kelompok Riset Logistik dan Rantai Pasok Pertanian (AGRILOGICS), Fakultas Pertanian, Universitas PadjadjaranEmail: tomy.perdana@unpad.ac.id/ferniandarahayu@gmail.com/tetepginanjar@gmail.com**Abstrak**

Perkembangan era digitalisasi menuntut setiap pelaku ekonomi untuk terus berinovasi dan mengembangkan kegiatan usaha. Salah satu kegiatan perekonomian yang dipandang memiliki prospek yang potensial yaitu bisnis pada sektor pertanian. Peranan sektor pertanian memberikan andil yang cukup besar baik untuk perekonomian makro maupun ekonomi tingkat mikro. Sub-sektor pangan Indonesia yaitu komoditas beras memiliki andil yang sangat besar dalam membangun perekonomian di pedesaan dan menjadi tolak ukur dalam penilaian kesejahteraan masyarakat pedesaan serta komoditas beras merupakan komoditas strategis nasional pada perekonomian Indonesia. Artikel ini membahas mengenai pelibatan atau partisipasi *local enabler* dalam pengembangan komoditas beras. Pengembangan *local enabler* dipandang mampu mendongkrak perekonomian berbasis kerakyatan sekaligus dapat menciptakan ekonomi kreatif lain pedesaan dengan memanfaatkan sumberdaya lokal masyarakat. Pelibatan *local enabler* pada pembangunan sektor pertanian di pedesaan ditujukan untuk mengembangkan potensi wilayah, peningkatan daya saing dan nilai tambah produk berbasis wilayah potensial dan sebagai bagian dari pemahaman pelaku usaha pertanian dalam menghadapi era revolusi industri 4. Pengembangan potensi industry pertanian ini memerlukan integrasi dan koordinasi dari seluruh jejaring seperti pemerintah daerah dan pusat, universitas, pihak swasta dan pelaku hilir sektor pertanian.

Kata Kunci: *Local enablers*, komoditas beras, era digitalisasi ekonomi**Pendahuluan**

Pengembangan sektor pertanian di Indonesia didasarkan pada pengembangan ekonomi lokal yang didukung oleh potensi sumber daya manusia dan sumber daya alam. Berdasarkan hasil sensus pertanian tahun 2013, diperoleh bahwa jumlah rumah tangga pertanian pada sub-sektor tanaman pangan mencapai 17.728.185 rumah tangga yang tersebar di seluruh wilayah produksi pangan di Indonesia (BPS, 2013). Jumlah rumah tangga pertanian pada sub-sektor pangan lebih banyak dibandingkan dengan jumlah rumah tangga pada sub-sektor pertanian lainnya dan hal tersebut menunjukkan bahwa sub-sektor pangan memiliki andil yang sangat potensial dalam pemanfaatan sumber daya manusia untuk meningkatkan perekonomian wilayah. Selain itu, sektor pertanian juga didukung oleh sektor industri kecil dan menengah yang menjadi *core competence* (Bahua et al., 2010; Ziggers dan Trienekens, 1999; Harvey dan LUsch, 1997).

Hal tersebut menjadi landasan dalam pengembangan sektor pertanian melalui pengembangan *local enablers* yang memiliki potensi dan keunggulan yang bersaing untuk pembangunan strategi lokal daerah. *Local enablers* dipandang mampu untuk meningkatkan optimisasi ekonomi local sebagai upaya dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat sekitar melalui pembangunan ekonomi berdasarkan pada perspektif daya saing lokal, sinergi dalam pengembangan bisnis sehingga dapat dijalankan secara terintegrasi dan *robust* berdasarkan pada potensi sektor perekonomian masyarakat (Okunoye dan Karsten, 2002; Fleury dan Fleury, 2014; Atela et al., 2015). Hal tersebut sejalan dengan pendapat yang dikemukakan oleh Prahalad dan Hamel (1990) yang menyatakan bahwa pengembangan berbasis *core competence* merupakan sumber daya yang dapat meningkatkan daya saing, integrasi antara pengembangan pengetahuan dan teknologi yang dapat menjadi *learning leading* dalam pengembangan daya saing bisnis dan potensi wilayah.

Pengembangan sektor ekonomi melalui *local enablers* dipandang dapat memberikan manfaat diantaranya yaitu memberikan manfaat nyata baik bagi konsumen maupun pengelola bisnis, konsep bisnis berbasis *local enablers* tidak mudah untuk ditiru dan memiliki banyak keuntungan untuk membuka koneksi bisnis dengan berbagai jejaring mitra kerja. Studi kasus ini dilaksanakan berdasarkan pada hasil observasi dan analisis secara kualitatif yang secara langsung melibatkan peranan seluruh *stakeholder* (petani, kelompok tani, penggilingan beras PK (Pecah Kulit), dan RMU (*Rice Milling Unit*)) serta Universitas sebagai *agent of change* (Perdana et al., 2015; Burton, 2004). Atas dasar tersebut, pengembangan bisnis berbasis *local enabler* menjadi landasan untuk mengembangkan potensi bisnis pada sektor pertanian khususnya untuk komoditas beras di Kabupaten Indramayu yang melibatkan berbagai *stakeholder* dan universitas. Seluruh *stakeholder* tersebut dilibatkan dan diintegrasikan untuk bekerjasama dalam memenuhi kebutuhan pasar sehingga dapat terintegrasi dan memiliki daya saing serta memiliki bisnis yang kompetitif dan *robust*. Universitas berperan sebagai *agen of change* untuk membantu *local enabler* komoditas beras dalam mengembangkan kegiatan bisnis (Cook, 1995).

Pengintegrasian *local enabler* komoditas beras tersebut diharapkan dapat menjadi model strategis dalam pemenuhan komoditas beras yang dianggap sebagai komoditas pangan strategis di Indonesia. *Local enablers* komoditas beras juga sebagai upaya dalam pengembangan ekonomi masyarakat kecil dan menengah sehingga dapat membangun secara bersama tingkat ekonomi masyarakat melalui pengembangan potensi wilayah. Atas hal tersebut, studi kasus pada rantai pasok komoditas besar bertujuan untuk memahami potensi wilayah produksi beras di Kabupaten Indramayu sebagai landasan untuk meningkatkan nilai pada produk dan peningkatan kesejahteraan petani (*local enabler*) dengan pelibatan universitas sebagai pihak akademisi dan agen perubahan.

Metodologi

Penelitian ini merupakan studi kasus pada komoditas beras dengan melibatkan seluruh pelaku yang terlibat pada rantai pasok beras dengan wilayah kajian di Kecamatan Widasari, Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. Sebanyak 35 informan telah diwawancarai sebagai bagian dari penggalian informasi secara mendalam untuk mendapatkan gambaran aktual mengenai kegiatan rantai pasok komoditas beras. Kabupaten Indramayu dipilih menjadi target observasi berdasarkan potensi daerah pada sub-sektor pertanian tanaman pangan. Dimana Kabupaten Indramayu berkontribusi sebanyak 12,66% dari total produksi beras Provinsi Jawa Barat dan sekaligus sebagai produsen utama komoditas beras di Provinsi Jawa Barat.

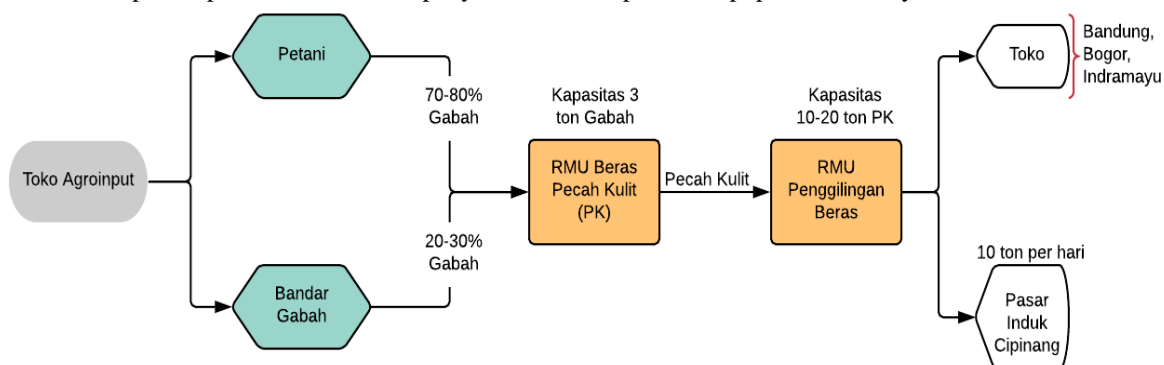
Metode penelitian yang dilakukan yaitu studi kasus, penggalian informasi melalui wawancara dengan alat bantu wawancara berupa kuesioner, observasi dan *literature study*. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif sebagai bagian dari analisis sosial melalui pemahaman mendalam mengenai objek penelitian. Teknik *componential analysis* yang bertujuan untuk menggali informasi dan data mengenai gambaran secara luas mengenai kondisi aktual perekonomian masyarakat di Kabupaten Indramayu, hingga potensi sektor pertanian di wilayah kajian. Analisis ini digunakan sebagai bagian untuk mengkategorisasikan komponen-komponen data yang dianggap dapat mewakili dan relative saling berkaitan untuk dijadikan sebagai pondasi dalam pengembangan analisis (ak. Tingga, 2008; Gay et al., 2009; Boyatzis, 1998).

Pembahasan

Pemahaman mengenai wilayah penelitian menjadi landasan utama dalam menggali dan menganalisis mengenai pengembangan komoditas beras. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Indramayu, dimana pada tahun 2015 Kabupaten Indramayu berkontribusi untuk menghasilkan beras sebanyak 1.294.158 ton dan 36 864,71 ton beras dihasilkan dari Kecamatan Widasari (BPS, 2018). Berdasarkan hasil penelusuran, diperoleh gambaran umum mengenai rantai pasok komoditas beras di Kabupaten Indramayu dan tertera pada gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan adanya keterlibatan berbagai berbagai aktor dengan tujuan untuk melakukan bisnis komoditas beras. Aktor yang terlibat antara lain; penyedia kebutuhan pertanian (toko agroinput) dengan produk yang ditawarkan seperti pestisida, pupuk dan berbagai alat pertanian serta kebutuhan lain pendukung kegiatan pertanian. Pada bagian sisi produksi terdapat dua aktor yaitu petani dan Bandar gabah. Bandar merupakan pelantara atau penghubung antara petani dan RMU (*Rice Milling Unit*) beras PK (Pecah Kulit) untuk memasok gabah hasil panen. Pada umumnya, Bandar tersebut mendapatkan margin keuntungan sebesar Rp 500 per kilogram gabah. Peranan Bandar hanya sebatas pelantara penjual

dan tidak melakukan penambahan nilai pada produk. Sementara itu, petani merupakan aktor utama yang melakukan proses produksi mulai dari penyediaan benih, pestisida, pupuk dan lainnya.



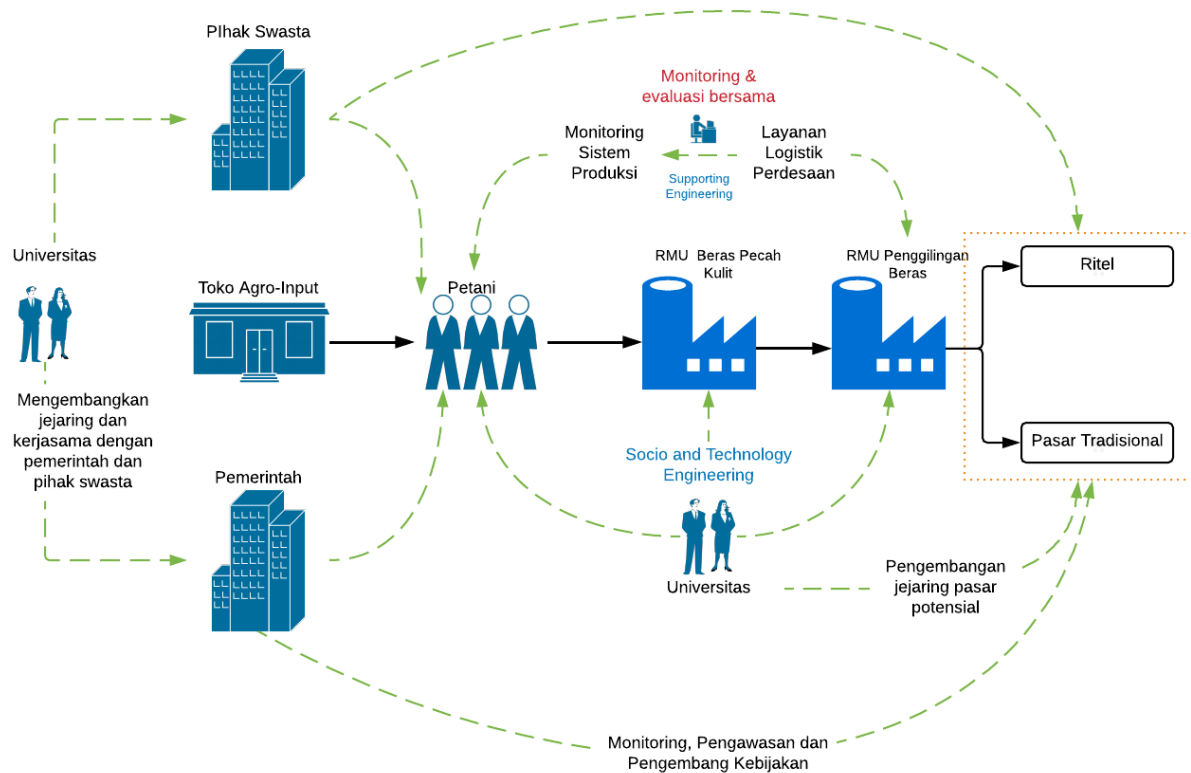
Gambar 21. Alur Rantai Pasok Beras di Kabupaten Indramayu

Pada umumnya, petani hanya bertugas hingga proses panen. Proporsi gabah yang diperoleh oleh RMU beras PK yaitu 70%:30% atau 80% : 20%, dimana 70-80% gabah yang diterima oleh penggilingan beras PK berasal dari petani dan sisanya sebanyak 20% - 30% berasal dari Bandar gabah. Peranan RMU beras PK hanya melakukan pengeringan dan penggilingan dari gabah menjadi beras PK (Pecah Kulit). Setelah itu, beras PK akan ditawarkan kepada RMU penggilingan beras untuk dilakukan proses selanjutnya yaitu berupa poles, *milling* dan pemasaran. RMU penggilingan beras lebih memilih membeli beras PK dikarenakan jaminan kualitas beras PK akan lebih terlihat dibandingkan dengan pembelian gabah dengan risiko kualitas yang kurang baik. Selanjutnya, beras tersebut didistribusikan ke beberapa tempat penjualan, akan tetapi pasar induk caringin masih menjadi tempat tujuan pemasaran beras utama. Hal tersebut dikarenakan volume permintaan yang tergolong besar meskipun harga jual yang masih berfluktuasi.

Akan tetapi, interaksi seluruh aktor tersebut belum dilakukan secara terintegrasi dan bersinergi untuk menciptakan nilai produk secara bersama. Menurut Shreeivasulu (2001) menyatakan bahwa jejaring komunikasi dan integrasi menjadi hal penting dalam upaya pembangunan sektor pertanian. Sejalan dengan Mosoma (2004) yang menyatakan bahwa integrasi pada rantai pasok pangan menjadi hal yang krusial dalam perkembangan perekonomian masyarakat, peningkatan kapasitas produksi dan penerapan teknologi serta memperkuat serta memperluas jejaring mitra menjadi bagian dari integrasi rantai pasok. Pelibatan universitas dalam pengembangan *local enablers* pada sistem rantai pasok beras di Kabupaten Indramayu merupakan salah satu upaya untuk menuju perubahan aktual dan sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat untuk membangun sistem pertanian yang terintegrasi dan sebagai transformasi teknologi yang dibutuhkan oleh para pelaku usaha pertanian (Youtie dan Shapira, 2008). Konsep utama universitas yaitu pengembangan ilmu pengetahuan dan inovasi sehingga dapat membantu masyarakat sekitar dalam mengembangkan ekonomi wilayah (Goddard dan Vallance, 2011; Rutten et al., 2009; Kwiek, 2012).

Peranan universitas dalam memberikan kontribusi keilmuan untuk membangun perekonomian wilayah menjadi kunci kesuksesan bagi pemerintah dalam memberikan dukungan dan fasilitasi kebijakan kepada para pelaku usaha wilayah. Pada umumnya, hasil pengkajian universitas dipergunakan oleh pemerintah pada suatu kawasan klaster. Pengembangan ilmu pengetahuan yang dikembangkan universitas, dapat berpengaruh terhadap perubahan sosial dan ekonomi masyarakat sehingga berdampak pada pengaruh tolak ukur pengembangan kebijakan yang dilakukan oleh pemerintah. Seperti contoh kasus yang terjadi di Polandia, dimana universitas berperan memberikan andil dalam daya saing perekonomian suatu wilayah di sekitar kawasan universitas sehingga berdampak pula terhadap pengembangan perekonomian, pengetahuan, hingga berpengaruh terhadap pemerintah dalam pengambilan suatu kebijakan. Akan tetapi, pelibatan universitas dalam pengembangan suatu kawasan dengan pelibatan *local enablers* akan sangat bergantung kepada universitas tersebut dalam menentukan peranan yang akan diambil ketika melakukan transformasi ilmu pengetahuan dan pengabdian kepada masyarakat (Laton Smith, 2003). Lebih lanjut, peranan universitas dalam pengembangan inovasi pada tingkat regional memberikan keuntungan tidak hanya pada pengembangan inovasi dan teknologi, akan tetapi universitas

dapat menjadi acuan bagi peningkatan ekonomi wilayah dengan membangun hubungan antara universitas dan pihak swasta yang dapat secara bersamaan membangun suatu jejaring ekonomi baru yang lebih kompetitif dan dinamis (Smith dan Ho, 2006). Kontribusi pelibatan universitas dalam membangun perekonomian wilayah dapat dilakukan dengan melakukan praktek pengaplikasian teori melalui pengembangan bisnis *spin-off* pada suatu kawasan dengan memanfaatkan potensi wilayah tersebut.



Gambar 22. Alternatif Pemetaan Peranan Universitas Pada Rantai Pasok Beras di Kabupaten Indramayu dengan melibatkan *Local Enabler* dan Jejaring Kerjasama Terkait

Alternatif pengembangan potensi wilayah yang melibatkan universitas dengan melibatkan *local enablers* pada pengembangan sistem rantai pasok beras di Kabupaten Indramayu yaitu dengan cara mengembangkan integrasi antara pelaku utama (yaitu petani, RMU (Rice Milling Unit), penyedia sarana dan prasarana pertanian, serta pasar dan konsumen) dan pelaku pendukung (pemerintah daerah, pihak swasta dan universitas) dimana model pelibatan tersebut menggunakan *model triple helix*, dimana pelibatan berbagai aktor tersebut merupakan bagian dari pengembangan nilai produk yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan seiring perkembangan perekonomian, pengembangan nilai produk juga memerlukan peranan dari pelaku utama dan pelaku pendukung serta konsumen sebagai pengguna produk (Perdana et al., 2015). Gambar diatas menunjukkan bahwa peranan Universitas sangat memberikan andil cukup besar terhadap perbaikan sistem manajemen rantai pasok beras di Kabupaten Indramayu.

Pada gambar 2, universitas dapat berperan sebagai fasilitator pemerintah dalam mengembangkan berbagai kebijakan dan program pemerintah untuk membangun perekonomian suatu kawasan. Selain itu, universitas juga dapat mengembangkan jejaring kerjasama dengan pihak swasta untuk meningkatkan perekonomian lokal masyarakat. Pada gambar tersebut, berbagai peranan menjadi hal yang sangat krusial serta sebagai bagian dari bentuk integrasi untuk saling menjaga hubungan dan jejaring kerjasama pada suatu kawasan yang melibatkan multi-aktor (Ostrom, 1999; Aitken dan Harrison, 2003). Lebih lanjut, melakukan pengembangan pada suatu unit terkecil akan memberikan peluang pengembangan untuk setiap unit kerja dengan memanfaatkan sumberdaya lokal serta sistem yang dibangun akan lebih fleksibel untuk

menentukan evaluasi dan perbaikan kerja yang dapat melibatkan peranan *local enabler* potensial lainnya (Ostrom, 2001; Ostrom, 2010).

Pengembangan layanan logistik pertanian menjadi bagian dari pengembangan *supporting engineering* dengan melibatkan berbagai hasil kajian dari universitas dan para pemangku kepentingan lain (Reardon dan Timmer, 2007; Devlin dan Yee, 2005; Bolumole, 2001). *Supporting engineering* dapat berupa pengembangan sistem pembiayaan kolektif untuk kegiatan produksi maupun perdagangan, serta berbagai rekayasa pendukung lainnya yang dapat mengatasi permasalahan pada pelaku kegiatan. Monitoring sistem produksi menjadi bagian dari layanan logistik, dimana layanan logistik tersebut terbagi menjadi dua kriteria yaitu layanan logistik untuk di pedesaan dengan cakupan pelayanan sistem produksi pada lingkup petani, layanan penyampaian informasi dan transparansi sistem pemasaran dengan RMU dan berbagai dalam memantau perkembangan kualitas dan kontinuitas pasokan (Marsden et al., 2000). Layanan logistik kedua berupa layanan logistik perkotaan dimana layanan logistik ini membantu untuk melakukan negosiasi dengan pelaku pasar, *forecasting*, strategi *branding* dan *packaging* serta memperluas jejaring kerjasama di wilayah perkotaan (Simatupang dan Sridharan, 2002; Handayati et al., 2015; Utami et al., 2016). Lebih lanjut, peranan universitas juga dapat diibatkan dalam pengembangan *socio engineering* seperti penciptaan nilai produk (*value co-creation*), pemberdayaan *local enabler* usia muda untuk menciptakan lapangan usaha pedesaan dan rekayasa sosial lainnya sebagai bagian dari pelibatan *local enable* dan potensi daerah (Handayati et al., 2015). Pengembangan *technology engineering* atau rekayasa teknologi juga menjadi peranan universitas dalam pengembangan potensi suatu wilayah dan diintegrasikan dengan potensi *local enabler* sehingga pengembangan teknologi tersebut berdasarkan pada potensi dan kebutuhan aktual para pelaku kegiatan (Perdana, 2012). Pengembangan *technology eningeering* tersebut antara lain seperti pengembangan teknologi rain shelter, pengembangan bibit unggul, serta berbagai introduksi sistem pertanian lainnya berdasarkan potensi dan hambatan pada wilayah pengembangan.

Untuk mengintegrasikan seluruh komponen diatas, diperlukan integrasi dan komitmen yang kuat dari berbagai jejaring dan mitra kerjasama baik pelaku pendukung maupun pelaku utama untuk bersama-sama membangun dan mengembangkan model secara terintegrasi serta diperlukan pemahaman dan tujuan yang sama agar dapat melaksanakan kegiatan perbaikan jejaring rantai pasok dengan pelibatan *local enabler* dan Universitas (Perdana 2012; Handayati et al., 2015; Andayani et al., 2016).

Kesimpulan

Artikel ini bertujuan untuk menggali dan memahami mengenai potensi wilayah produsen beras di Kabupaten Indramayu. Studi kasus ini dilakukan di Kecamatan Widasari, Kabupaten Indramayu. Berdasarkan hasil penelusuran, terdapat pelibatan berbagai pemangku kepentingan untuk mengembangkan potensi wilayah dengan melibatkan *local enablers*. Untuk menarik hubungan dengan *local enabler*, diperlukan berbagai strategi pengembangan yang dilakukan universitas, diantaranya yaitu perbaikan sistem pertanian dengan mengembangkan berbagai *technology engineering* seperti pengembangan berbagai teknologi pendukung pertanian yang sesuai dengan kebutuhan wilayah, *supporting engineering* seperti pengembangan pembiayaan pertanian yang bekerjasama dengan pihak swasta ataupun lembaga keuangan pemerintah, serta yang paling mendasar adalah pengembangan *socio engineering* para *local enabler* untuk menciptakan kegiatan usaha yang secara berkesinambungan dapat menciptakan nilai pada produk serta berbagi nilai keuntungan dari penambahan nilai terhadap produk tersebut. Akan tetapi, seluruh komponen tersebut, memerlukan integrasi dan dukungan dari berbagai pemangku kepentingan seperti pemerintah daerah dan pihak swasta serta pelaku utama pada rantai pasok komoditas beras.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menghaturkan terima kasih kepada Universitas Padjadjaran atas pembiayaan penelitian melalui program Internal Hibah (HIU).

Daftar Pustaka

- Aitken, J. and Harrison, A., 2013. *Supply governance structures for reverse logistics systems*. International Journal of Operations and Production Management, 33(6), pp.745-764.
- Andayani, S.A., Sulistyowati, L. and Perdana, T., 2016. The Development Of Red Chili Agribusiness Cluster With Soft System Methodology (Ssm) Approach In Garut, West Java. *Mimbar: Jurnal Sosial dan Pembangunan*, 32(2), pp.302-310.

- Atela, J.O., Minang, P.A., Quinn, C.H. and Duguma, L.A., 2015. Implementing REDD+ at the local level: Assessing the key enablers for credible mitigation and sustainable livelihood outcomes. *Journal of environmental management*, 157, pp.238-249.
- ak Tingga, L.T., 2008. *Students' Perception of Parental Involvement in the Development of the English Language Competency: A Survey of All Boys' School* (Doctoral dissertation, Universiti Malaysia Sarawak).
- Bahua, M.I., Jahi, A., Asngari, P.S., Saleh, A. and Purnaba, I.G.P., 2010. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja penyuluh pertanian dan dampaknya pada perilaku petani jagung di Provinsi Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Agropolitan*, 3(1), pp.293-303.
- Badan Pusat Statistika. 2013. Sensus Pertanian 2013. Dikutip dari <https://st2013.bps.go.id/dev2/index.php>, pada tanggal 02 September 2018.
- Badan Pusat Statistika. 2018. Jawa Barat Dalam Angka. Dikutip dari <https://jabar.bps.go.id/statictable/2016/10/17/135/produksi-padi-menurut-kabupaten-kota-di-jawa-barat-ton-2010-2015.html> diakses pada tanggal 02 September 2018.
- Bercovitz, J. and Feldman, M., 2006. Entrepreneurial universities and technology transfer: A conceptual framework for understanding knowledge-based economic development. *The Journal of Technology Transfer*, 31(1), pp.175-188.
- Bramwell, A. and Wolfe, D.A., 2008. Universities and regional economic development: The entrepreneurial University of Waterloo. *Research policy*, 37(8), pp.1175-1187.
- Burton, R.J., 2004. Reconceptualising the 'behavioural approach' in agricultural studies: a socio-psychological perspective. *Journal of Rural studies*, 20(3), pp.359-371.
- Bolumole, Y.A., 2001. The supply chain role of third-party logistics providers. *The International Journal of Logistics Management*, 12(2), pp.87-102.
- Boyatzis, R.E., 1998. *Transforming qualitative information: Thematic analysis and code development*. sage.
- Cook, M.L., 1995. The future of US agricultural cooperatives: A neo-institutional approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(5), pp.1153-1159.
- Devlin, J. and Yee, P., 2005. Trade logistics in developing countries: The case of the Middle East and North Africa. *World Economy*, 28(3), pp.435-456.
- Doz, Y., Prahalad, C.K., Hamel, G., Bartlett, C.A., Doz, Y. and Hedlund, G., 1990. Control, change and flexibility: the dilemma of transnational collaboration.
- Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L., 1995. The Triple Helix--University-industry-government relations: A laboratory for knowledge based economic development.
- Feldman, M. and Desrochers, P., 2003. Research universities and local economic development: Lessons from the history of the Johns Hopkins University. *Industry and Innovation*, 10(1), pp.5-24.
- Fleury, A. and Fleury, M.T.L., 2014. Local enablers of business models: The experience of Brazilian multinationals acquiring in North America. *Journal of Business Research*, 67(4), pp.516-526.
- Gay, L.R., Mills, G.E. and Airasian, P.W., 2009. *Educational research: Competencies for analysis and applications, student value edition*. Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- Geist, H.J. and Lambin, E.F., 2002. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations. *BioScience*, 52(2), pp.143-150.
- Goddard, J. and Vallance, P., 2011. Universities and regional development. *Handbook of local and regional development*, pp.425-437.
- Hamel, G. and Prahalad, C.K., 1990. Strategic intent. *Harvard Business Review*, 68(3), pp.18-38.
- Handayati, Y., Simatupang, T.M. and Perdana, T., 2015. Agri-food supply chain coordination: the state-of-the-art and recent developments. *Logistics Research*, 8(1), p.5.
- Handayati, Y., Simatupang, T.M. and Perdana, T., 2015. Value co-creation in agri-chains network: an agent-based simulation. *Procedia Manufacturing*, 4, pp.419-428.
- Harvey, M. and Lusch, R., 1997. Protecting the core competencies of a company: intangible asset security. *European Management Journal*, 15(4), pp.370-380.
- Kwiek, M., 2012. Universities, regional development and economic competitiveness: The Polish case. In *Universities and Regional Development* (pp. 89-105). Routledge.

- Lawton Smith, H., 2003. Knowledge organizations and local economic development: the cases of Oxford and Grenoble. *Regional Studies*, 37(9), pp.899-909.
- Marsden, T., Banks, J. and Bristow, G., 2000. Food supply chain approaches: exploring their role in rural development. *Sociologia ruralis*, 40(4), pp.424-438.
- Mosoma, K., 2004. Agricultural competitiveness and supply chain integration: South Africa, Argentina and Australia.
- Okunoye, A. and Karsten, H., 2002. Where the global needs the local: variation in enablers in the knowledge management process. *Journal of Global Information Technology Management*, 5(3), pp.12-31.
- Ostrom, V., 1999. Polycentricity (part 1). In *Polycentricity and local public economies: Readings from the workshop in political theory and policy analysis* (pp. 52-74). Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Ostrom, E., 2001. *Vulnerability and polycentric governance systems*. IHDP Update, 3(01), pp.1-4.
- Ostrom, E., 2010. *Beyond markets and states: polycentric governance of complex economic systems*. *Transnational Corporations Review*, 2(2), pp.1-12.
- Perdana, T., 2012. The Triple Helix Model for fruits and vegetables supply chain management development involving small farmers in order to fulfill the global market demand: A case study in "Value Chain Center (VCC) Universitas Padjadjaran". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 52, pp.80-89.
- Perdana, T., Renaldi, E., Setiawan, I. and Carsono, N., 2015. Triple Helix in Value Co-Creation in Vegetables Cluster Development.
- Reardon, T. and Timmer, C.P., 2007. Transformation of markets for agricultural output in developing countries since 1950: How has thinking changed?. *Handbook of agricultural economics*, 3, pp.2807-2855.
- Rutten, Roel, and Frans Boekema. 2009. "Universities and regional development.": 771-775.
- Simatupang, T.M. and Sridharan, R., 2002. The collaborative supply chain. *The international journal of logistics management*, 13(1), pp.15-30.
- Smith, H.L. and Ho, K., 2006. Measuring the performance of Oxford University, Oxford Brookes University and the government laboratories' spin-off companies. *Research Policy*, 35(10), pp.1554-1568.
- Sreenivasulu, V., 2001. Networking agricultural information systems and services in India. *Inspel*, 35(4), pp.226-235.
- Utami, H.N., Sadeli, A.H. and Perdana, T., 2016. Customer Value Creation of Fresh Tomatoes Through Branding and Packaging as Customer Perceived Quality. *International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences-Philippines*, 22, pp.123-136.
- Youtie, J. and Shapira, P., 2008. Building an innovation hub: A case study of the transformation of university roles in regional technological and economic development. *Research policy*, 37(8), pp.1188-1204.
- Ziggers, G.W. and Trienekens, J., 1999. Quality assurance in food and agribusiness supply chains: Developing successful partnerships. *International journal of production economics*, 60, pp.271-279.

PERENCANAAN TANAM DAN PANEN PADA TAMBAK IKAN BANDENG

**Agustina Eunike^{1*}, Angga Akbar Fanani², Ceria Farela Mada Tantrika³,
Mochamad Choiri⁴**

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Email: agustina.eunike@ub.ac.id

²Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Email: anggafanani@ub.ac.id

³Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Email: ceria_fmt@ub.ac.id

⁴Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Email: moch.choiri76@ub.ac.id

Abstrak

Permasalahan ketahanan pangan dan kemandirian dalam memasok bahan makanan menjadi perhatian baik di negara maju maupun negara berkembang. Upaya mendayagunakan produk-produk lokal banyak pula dilakukan. Salah satu komoditas pangan yang memiliki potensi cukup baik di daerah Jawa Timur adalah Ikan Bandeng. Sentra usaha dan industri Ikan Bandeng dapat di Jawa Timur dapat ditemui di Kabupaten Sidoarjo dan di Kabupaten Gresik. Kabupaten Sidoarjo sangat terkenal sebagai salah satu produsen ikan bandeng terbesar di Indonesia. Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi masalah kurang terorganisirnya waktu panen, sehingga terjadi kelebihan panen di periode tertentu yang mengakibatkan harga ikan bandeng menjadi turun atau sebaliknya di periode tertentu kekurangan pasokan panen dan mengurangi keuntungan petambak. Penelitian ini menggunakan metode Mixed Linear Integer Programming (MILP) untuk melakukan perencanaan produksi para petambak dalam memenuhi permintaan pasar dengan keuntungan yang optimal. Hasil pengolahan data digunakan sebagai acuan jadwal proses tabur benih dan panen selama satu tahun. Perbandingan antara cara perencanaan panen tambak saat ini dengan metode yang diusulkan dapat mengurangi kelebihan panen yang terjadi. Pada perencanaan dengan menggunakan metode yang diaplikasikan oleh petambak saat ini, terjadi kekurangan maupun kelebihan persediaan Ikan Bandeng, yaitu kekurangan sebesar 37.272 kg dan kelebihan ikan bandeng sebesar 20.481 kg. Dengan menggunakan metode yang diusulkan, tidak terjadi kelebihan pasokan, namun kekurangan pasokan Ikan Bandeng yang tidak dapat dihindari. Hal ini disebabkan karena secara keseluruhan kapasitas petambak dalam paguyuban masih belum dapat memenuhi kebutuhan pasar. Dari fungsi tujuan, terjadi kenaikan keuntungan paguyuban dengan menggunakan pendekatan optimasi perencanaan tanam dan panen, yaitu kenaikan sebesar 39,83%.

Kata kunci: *Agrofood supply chain, Budidaya tambak; Ikan bandeng; MILP; Perencanaan produksi*

Pendahuluan

Pada sepuluh tahun terakhir, industri *agrifood* mulai memperhatikan dan menerapkan perencanaan produksi, persediaan, hingga manajemen rantai pasoknya sebagai salah satu upaya meningkatkan daya saing (Borodin *et al.*, 2016). Selanjutnya banyak dikenal terminologi *Agro Food Supply Chain* (AFSC). Secara umum, suatu AFSC merupakan yang menunjukkan rangkaian aktivitas “*farm-to-fork*” yang meliputi aktivitas pertanian (tanam dan panen), pengolahan hasil pangan, pengujian, pengemasan, penyimpanan, transportasi, distribusi, dan pemasaran (Iakovou, Vlachos and Achilles, 2012). Karakteristik unik dan menantang dari AFSC dibandingkan dengan *supply chain* tradisional adalah permasalahan pada perencanaan panen, serta kompleksitas operasi logistik terutama terkait dengan transparansi dan proses penelusuran (Tsolakis *et al.*, 2013). Terdapat dua kendala ketidakpastian yang umum dijadikan perhatian dalam perencanaan dalam area agrikultur, yaitu (i) pasokan (cuaca, indeks agronomi, ketersediaan sumber daya, dll); dan (ii) pasar (biaya, fluktuasi permintaan, dll) (Borodin *et al.*, 2016; Tama *et al.*, 2017; Tama, Akbar and Eunike, 2018).

Terkait dengan operasi pada AFSC, permasalahan kritis terletak pada kompleksitas (internal dan eksternal) serta efisiensi biaya. Penelitian Operasional (PO) telah menjadi alternatif pendekatan yang

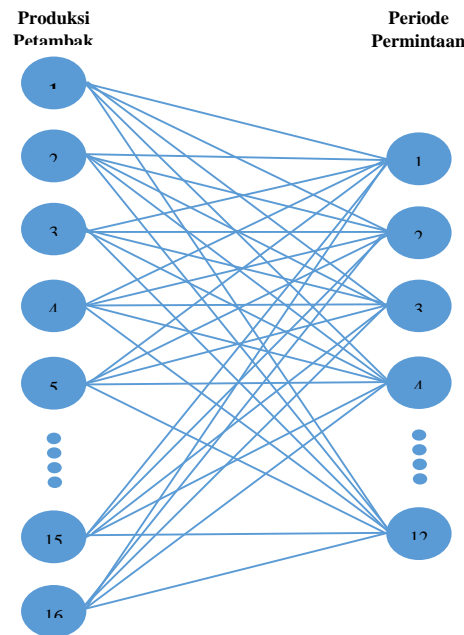
banyak digunakan dalam penyelesaian kompleksitas dan efisiensi biaya pada permasalahan manajemen di agrikultur (Weintraub and Romero, 2006; Higgins *et al.*, 2010). PO dapat digunakan untuk mendukung proses pengambilan keputusan yang didasari atas pertimbangan secara empiris dan pengalaman serta percobaan yang telah dilakukan sebelumnya. Salah satu fungsi tujuan dari pendekatan matematis yang dilakukan adalah peningkatan efisiensi yang ditunjukkan dengan keuntungan dari aktivitas *supply chain* dengan sumber daya sesedikit mungkin, dengan meminimasi polusi dan limbah (*waste*), termasuk pula hasil panen yang berlebihan (Eunike *et al.*, 2014; Govindan, 2018). *Mixed-integer linear programming* (MILP) merupakan model matematis yang umum digunakan dalam permasalahan perencanaan dalam *supply chain*, baik untuk satu produk ataupun integrasi multiproduk, untuk multi periode, hingga multi lokasi produksi-distribusi (fokus pada kompleksitas internal) (Safaei *et al.*, 2010; Raa, Dullaert and Aghezzaf, 2013).

Pada penelitian ini akan dilakukan perencanaan tanam dan panen ikan bandeng. Permasalahan yang dihadapi adalah fluktuasi harga yang dipengaruhi oleh ketidakpastian pasar dan ketidakpastian pasokan. Ketidakpastian pasar dipengaruhi baik faktor ketidakpastian permintaan dan perubahan biaya. Ketidakpastian supply dipengaruhi oleh faktor cuaca, kondisi lingkungan tambak, harga bibit dan pupuk, serta musim panen yang serempak yang telah menjadi budaya daerah. Dampak dari kondisi tersebut adalah adanya kelebihan hasil panen pada periode tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi keuntungan para petambak melalui total minimasi biaya menggunakan pendekatan MILP untuk mengatur jadwal tanam dan panen, mempertimbangkan faktor-faktor pasar dan pasokan tersebut di atas.

Beberapa asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah sifat faktor-faktor yang mempengaruhi pasar dan pasokan bersifat deterministik. Asumsi tersebut digunakan sebagai dasar peramalan permintaan dan pasokan ikan bandeng. Skenario dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah adanya koordinasi antar petambak, oleh sebab itu perencanaan dilakukan untuk satu paguyuban tidak hanya petambak perorangan. Obyek penelitian berada di Desa Karanganyar, Kabupaten Sidoarjo yang merupakan daerah penghasil ikan bandeng kedua terbesar di Jawa Timur setelah Kabupaten Gresik. Untuk menggambarkan langkah untuk mencapai tujuan dari penelitian ini, maka makalah disusun menjadi beberapa bagian, yaitu pendahuluan, diikuti dengan penjelasan mengenai pengembangan model, pembahasan hasil serta implementasi dari output yang didapatkan dari hasil perhitungan.

Pengembangan Model

Model perencanaan tanam dan panen ikan bandeng melibatkan pihak petambak dalam satu paguyuban, untuk memenuhi permintaan pasar. Dalam penelitian ini, dilakukan perencanaan untuk satu tahun (12 bulan) periode perencanaan. Setiap bulannya akan ditentukan jumlah permintaan dari pasar. Petambak yang ada dalam paguyuban yang menjadi obyek amatan berjumlah 15 petambak. Setiap petambak memiliki kapasitas produksi masing-masing. Kedua parameter tersebut ditentukan dengan berdasarkan dari data historis. Permintaan pasar merupakan data penjualan terjadi di daerah Karanganyar, dimana pasokan juga berasal dari petambak di luar paguyuban maupun dari luar Kabupaten Sidoarjo. Gambar 1 menunjukkan hubungan dari pemenuhan permintaan setiap periode dari para petambak yang tersedia. Biaya dalam model didefinisikan sebagai biaya yang dikeluarkan per tambak untuk menghasilkan satu Kg ikan. Untuk periode antar tanam dan panen rata-rata adalah 3 bulan.



Gambar 1. Model pemenuhan permintaan ikan bandeng

Model matematis yang disusun memberikan hasil berupa kapan, tambak mana, dan dengan jumlah berapa ikan yang ditargetkan untuk dipanen. Permasalahan tersebut diformulasikan ke dalam model *mixed integer linear programming* (MILP). Fungsi tujuan dari model matematis tersebut adalah meminimasi total biaya yang dikeluarkan oleh paguyuban penambak bandeng. Model matematis ini memiliki empat fungsi pembatas, yaitu: fungsi pembatas kapasitas produksi, fungsi pembatas permintaan bandeng, dan fungsi jarak antar masa tanam dan panen. Berikut adalah penjelasan Index, Parameter, Formulasi, serta data yang digunakan sebagai input dalam model.

Indeks

j = Penambak 1 sampai penambak 15; indeks ke-16 menunjukkan nilai pasokan dari pihak petambak di luarpaguyuban

k = Periode tahap 1 sampai tahap 12

Parameter:

D_k = Permintaan pada periode k (Kg)

M_j = Kapasitas panen tambak j (Kg)

B_k = Biaya operasional tambak bandeng k (Rp / Kg)

G = Bilangan sangat besar

Variabel keputusan:

Y_{jk} = Jumlah target panen di tambak j pada periode k (Kg)

$R_{jk} \begin{cases} 1 & \text{Jika panen dilakukan oleh tambak } j \text{ pada periode } k \\ 0 & \text{Jika tidak} \end{cases}$

Formulasi:

1. Fungsi tujuan dalam penelitian ini adalah minimasi total biaya yang dikeluarkan oleh keseluruhan paguyuban, dengan rumus:

$$\min Z = \sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^{12} B_k Y_{jk} \quad (1)$$

2. Fungsi pembatas permintaan
Kendala jumlah panen ini adalah kendala yang berfungsi sebagai syarat untuk panen setiap periode harus memenuhi minimal sama dengan permintaan yang dibutuhkan.

$$\sum_j Y_{jk} \geq D_k \quad (2)$$

3. Fungsi pembatas waktu tambak
Kendala waktu tambak adalah kendala yang membatasi penambak untuk melakukan proses penambakan selama kurun waktu yang ditentukan dan tidak memproses pembibitan.

$$\sum_{k=n}^{n+3} R_{jk} = 1 \quad (3)$$

4. Fungsi pembatas maksimal panen
Kendala pembatas ini bertujuan untuk membatasi jumlah panen yang bisa dilakukan oleh setiap penambak.

$$Y_{jk} \leq M_j \quad (4)$$

Data input yang digunakan dalam model matematis ini adalah data permintaan setiap periode, data kapasitas produksi setiap tambak, dan data biaya produksi setiap tambak. Data permintaan pada Tabel 1 diperoleh dari data historis. Data kapasitas tambak dihitung dari luas tiap tambak (Ha), dengan acuan perhitungan rata-rata hasil ikan bandeng per 1 Ha tambak adalah sekitar 800 Kg. Tabel 2 menunjukkan luas masing-masing tambak. Biaya yang diperhitungkan dalam penelitian ini meliputi biaya didasari oleh biaya bibit, biaya pakan, biaya obat-obatan, biaya tenaga kerja, biaya overhead (pendega dan peralatan).

Tabel 1. Data permintaan

Bulan	Permintaan (Kg)	Bulan	Permintaan (Kg)
1	14.826	7	16.161
2	15.048	8	16.384
3	15.271	9	16.607
4	15.494	10	16.829
5	15.716	11	17.052
6	15.939	12	17.275

Tabel 2. Kapasitas tambak

Nama	Kapasitas (Kg)	Nama	Kapasitas (Kg)
Petambak 1	4.000	Petambak 9	4.000
Petambak 2	3.200	Petambak 10	4.800
Petambak 3	4.800	Petambak 11	3.200
Petambak 4	4.000	Petambak 12	3.200
Petambak 5	4.800	Petambak 13	3.200
Petambak 6	4.800	Petambak 14	3.200
Petambak 7	4.800	Petambak 15	4.800
Petambak 8	4.000		

Hasil dan Pembahasan

Model matematis tersebut di atas diolah dan diselesaikan dengan menggunakan bantuan *software* LINGO 11.0. Tabel 3 menunjukkan hasil yang diperoleh yaitu jumlah panen ikan bandeng tambak j pada periode k (Y_{jk}) untuk memenuhi permintaan panen untuk setiap periode. Selanjutnya hasil jadwal dan target panen yang diperoleh dari model matematis, dibandingkan dengan eksisting yang dilakukan (Tabel 4). Berdasarkan hasil perbandingan antara hasil panen eksisting dengan data permintaan, diperoleh bahwa terjadi kelebihan panen ikan bandeng dari panen existing. Dari jumlah panen existing yang kekurangan ikan bandeng dengan total sebesar 37.272 Kg dan kelebihan panen sebesar 20.481 Kg. Sedangkan untuk perbandingan perencanaan panen usulan dengan permintaan, jumlah panen ikan bandeng tidak memiliki kelebihan panen tetapi terdapat kekurangan sebesar 23.707 Kg.

Tabel 3. Jumlah target panen per tambak dan per periode hasil optimasi

Nama	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5	Bulan 6	Bulan 7	Bulan 8	Bulan 9	Bulan 10	Bulan 11	Bulan 12	TOTAL
Petambak 1	-	-	-	4000	-	-	-	4000	-	-	-	4000	12000
Petambak 2	-	-	3200	-	-	-	3200	-	-	-	3200	-	9600
Petambak 3	-	-	-	4800	-	-	-	4800	-	-	-	2509	12109
Petambak 4	-	4000	-	-	-	4000	-	-	-	4000	-	-	12000
Petambak 5	4800	-	-	-	4800	-	-	-	4800	-	-	-	14400
Petambak 6	-	4800	-	-	-	4800	-	-	-	4800	-	-	14400
Petambak 7	2826	-	-	-	3716	-	-	-	4607	-	-	-	11149
Petambak 8	4000	-	-	-	4000	-	-	-	4000	-	-	-	12000
Petambak 9	-	-	-	4000	-	-	-	4000	-	-	-	4000	12000
Petambak 10	-	-	2471	-	-	-	3361	-	-	-	4252	-	10084
Petambak 11	-	-	3200	-	-	-	3200	-	-	-	3200	-	9600
Petambak 12	3200	-	-	-	3200	-	-	-	3200	-	-	-	9600
Petambak 13	-	-	3200	-	-	-	3200	-	-	-	3200	-	9600
Petambak 14	-	-	3200	-	-	-	3200	-	-	-	3200	-	9600
Petambak 15	-	-	-	2694	-	-	-	3584	-	-	-	4475	10753
TOTAL	14826	8800	15271	15494	15716	8800	16161	16384	16607	8800	17052	14984	

Selanjutnya dilakukan pula perbandingan hasil perhitungan dengan fungsi tujuan minimasi biaya antara sesudah dan sebelum dilakukan perhitungan optimasi. Berdasarkan perhitungan biaya, diketahui terjadi penurunan biaya panen tambak ikan bandeng, yaitu semula Rp.1.302.638.447 turun menjadi Rp.1.035.613.235. Selain biaya, dapat pula dilakukan perhitungan keuntungan yang diperoleh keseluruhan paguyuban. Dari panen existing sejumlah Rp.315.093.686 terjadi kenaikan saat menggunakan perencanaan optimal sejumlah Rp.1.838.895.029. Tabel 5 menunjukkan perbedaan biaya serta keuntungan dari panen eksisting dengan rencana panen usulan. Dari hasil perhitungan usulan panen dapat diketahui bahwa ada peluang kenaikan keuntungan sebesar 39,83% yang dapat diperoleh paguyuban.

Implikasi dari model yang ini adalah pada penerapannya, para petambak dalam satu paguyuban harus melakukan manajemen persediaan dan perencanaan produksi per tahun secara bersama-sama. Selain itu pada petambak dalam satu paguyuban harus bersedia melakukan keterbukaan informasi tentang jumlah produksi, jumlah penjualan, dan keuntungan yang diperoleh. Implikasi yang menjadi kendala cukup besar adalah bergesernya budaya panen raya, karena dengan penetapan waktu tanam dan waktu panen maka budaya panen raya dimana seluruh petambak melakukan panen secara serentak tidak akan terjadi lagi. Untuk perubahan budaya dan kemampuan manajerial tersebut, maka perlu dilakukan sosialisasi dan pembekalan oleh pihak pemegang kebijakan di pemerintah daerah, dalam hal ini salah satunya oleh dinas UMKM Sidoarjo.

Tabel 4. Jumlah panen per tambak dan per periode *eksisting*

Nama	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5	Bulan 6	Bulan 7	Bulan 8	Bulan 9	Bulan 10	Bulan 11	Bulan 12	TOTAL
Petambak 1	-	3705	-	-	-	4320	-	-	-	3790	-	-	11815
Petambak 2	2976	-	-	-	3289	-	-	-	2941	-	-	-	9206
Petambak 3	-	4334	-	-	-	4812	-	-	-	4128	-	-	13274
Petambak 4	-	3656	-	-	-	4165	-	-	-	3790	-	-	11611
Petambak 5	-	-	4203	-	-	-	4790	-	-	-	4654	-	13647
Petambak 6	4415	-	-	-	4581	-	-	-	4902	-	-	-	13898
Petambak 7	-	-	4473	-	-	-	4971	-	-	-	4593	-	14037
Petambak 8	-	3602	-	-	-	4207	-	-	-	3842	-	-	11651
Petambak 9	-	-	3604	-	-	-	4122	-	-	-	3791	-	11517
Petambak 10	-	-	-	4488	-	-	-	4834	-	-	-	4519	13841
Petambak 11	-	-	2867	-	-	-	3390	-	-	-	2951	-	9208
Petambak 12	-	-	-	2948	-	-	-	3377	-	-	-	3025	9350
Petambak 13	-	-	3009	-	-	-	3341	-	-	-	3072	-	9422
Petambak 14	-	-	2921	-	-	-	3350	-	-	-	3049	-	9320
Petambak 15	-	-	-	4501	-	-	-	4935	-	-	-	4580	14016
TOTAL	7391	15297	21077	11937	7870	17504	23964	13146	7843	15550	22110	12124	

Tabel 5. Rekapitulasi perbandingan biaya dan keuntungan petambak

Total Biaya	Pendapatan Kotor	Biaya tambak	Penghasilan Bersih
Eksisting	Rp2.617.732.133	Rp1.302.638.447	Rp1.315.093.686
Usulan	Rp2.874.508.264	Rp1.035.613.235	Rp1.838.895.029

Kesimpulan

Pendekatan perencanaan panen dengan metode MILP dapat menurunkan biaya dan meningkatkan keuntungan yang diperoleh paguyuban. Selain itu dapat mengurangi kelebihan panen yang dihasilkan yang merupakan *waste*. Namun demikian, untuk dapat menerapkan rencana tersebut, anggota paguyuban yang semula kurang terorganisir dalam pembibitan dan juga panen dapat mengkoordinasikan pembibitan secara bertahap sesuai urutan panen. Hal ini dilakukan agar permintaan panen bisa dipenuhi dan tidak kelebihan jumlah panen. Namun demikian, model usulan perlu dikembangkan dengan mengakomodasi faktor ketidakpastian (*stochastic*), baik di sisi pasar maupun di sisi pasokan.

Daftar Pustaka

Borodin, V. *et al.* (2016) 'Handling uncertainty in agricultural supply chain management : A state of the art', *European Journal of Operational Research*. Elsevier B.V., 254(2), pp. 348–359. doi: 10.1016/j.ejor.2016.03.057.

- Eunike, A. *et al.* (2014) ‘Initial Green Supply Chain Management Mapping for’, in *6th International Conference on Operations and Supply Chain Management (OSCM)*. Bali, pp. 22–35.
- Govindan, K. (2018) ‘Sustainable consumption and production in the food supply chain : A conceptual framework’, *International Journal of Production Economics*. Elsevier Ltd, 195(November 2015), pp. 419–431. doi: 10.1016/j.ijpe.2017.03.003.
- Higgins, A. J. *et al.* (2010) ‘Challenges of operations research practice in agricultural value chains’, *Journal of the Operational Research Society*. Nature Publishing Group, 61(6), pp. 964–973. doi: 10.1057/jors.2009.57.
- Iakovou, E., Vlachos, D. and Achillas, C. (2012) *A Methodological Framework for the Design of Green Supply Chains for the Agrifood Sector, icsc*.
- Raa, B., Dullaert, W. and Aghezzaf, E. (2013) ‘A matheuristic for aggregate production – distribution planning with mould sharing’, *Intern. Journal of Production Economics*. Elsevier, pp. 1–9. doi: 10.1016/j.ijpe.2013.01.006.
- Safaei, A. S. *et al.* (2010) ‘Integrated multi-site production- distribution planning in supply chain by hybrid modelling’, *International Journal of Production Research*, 48: 14, pp. 4043–4069. doi: 10.1080/00207540902791777.
- Tama, I. P. *et al.* (2017) ‘PROFIT EVALUATION OF MILKFISH DOWNSTREAM SUPPLY CHAIN FOR LOCAL MARKETS : SYSTEM DYNAMIC APPROACH’, *Journal of Environmental Engineering and Sustainable Technology*, 04(02), pp. 90–102.
- Tama, I. P., Akbar, Z. and Eunike, A. (2018) ‘Implementation of system dynamic simulation method to optimize profit in supply chain network of vegetable product’, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 337, p. 012014. doi: 10.1088/1757-899X/337/1/012014.
- Tsolakis, N. K. *et al.* (2013) ‘Review Agrifood supply chain management : A comprehensive hierarchical decision-making framework and a critical taxonomy’, *Biosystems Engineering*. IAGrE, 120, pp. 47–64. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2013.10.014.
- Weintraub, A. and Romero, C. (2006) ‘Operations research models and the management of agricultural and forestry resources: A review and comparison’, *Interfaces*, 36(5), pp. 446–457. doi: 10.1287/inte.1060.0222.

AKSI MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PABRIK BAJA LEMBARAN DINGIN MENGGUNAKAN METODE *HOUSE OF RISK (HOR)*

Maria Ulfah¹, Dyah Lintang Trenggonowati², Nur'aini Minati Arafiany³

^{1,2,3}Industrial Engineering Department, Engineering Faculty, Sultan Ageng Tirtayasa University
Jl. Jendral Sudirman KM. 3 Cilegon, Banten 42435

Email : maria67_ulfah@yahoo.com¹, dyahlintang@untirta.ac.id², minati.arafiany@gmail.com³,

Abstrak

Risiko merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindari dalam aktivitas rantai pasok. Manajemen risiko rantai pasok menjadi salah satu jawaban dalam pengendalian risiko yang terjadi pada rantai pasok di pabrik, salah satunya yaitu pada pabrik baja lembaran dingin. Tujuan penelitian ini yaitu menentukan risk event dan risk agent yang berpotensi mengganggu rantai pasok, menentukan prioritas risk agent berdasarkan nilai ARP, dan menentukan usulan aksi mitigasi risiko berdasarkan nilai Effectiveness to Difficulty Ratio (ETD). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode SCOR dalam pemetaan aktivitas rantai pasok, metode FMEA dalam peratingan bobot severity dan occurrence, metode HOR dalam penentuan aksi mitigasi untuk mengendalikan risiko, dan diagram pareto dalam menentukan prioritas sumber risiko yang harus ditangani. Pada penelitian ini terdapat 4 tahap yang dilakukan dengan menggunakan metode HOR yaitu tahap identifikasi, analisa, evaluasi risiko yang (HOR 1), dan tahap mitigasi risiko (HOR 2). Berdasarkan metode HOR, diperoleh 35 risk event, 35 risk agent yang terbagi dalam 6 sumber risiko (sumber risiko tinggi), 10 risk agent (sumber risiko sedang) dan 19 risk agent (sumber risiko rendah) serta 8 aksi mitigasi yaitu melaksanakan reliability maintenance (PA1), menjaga kestabilan temperatur dan speed proses (PA5), melakukan scheduling produksi dengan tepat (PA8), selalu mengevaluasi pemasok yang sudah ada dan mencari pemasok yang lebih baik (jika dibutuhkan) (PA7), mengadakan briefing sebelum memulai pekerjaan (PA6), dilakukan trial produk (PA3), menyiapkan buffer stock (PA2), dan melakukan efisiensi dan cost saving (PA4).

Kata kunci: *mitigasi; rantai pasok; risk agent; risk event*

Pendahuluan

Dewasa ini, seiring dengan pasar yang semakin meluas dan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), membuat persaingan di dunia bisnis menjadi semakin ketat. Daya saing antar perusahaan yang semakin ketat membuat perusahaan harus lebih meningkatkan kualitas produk yang dihasilkannya. Untuk meningkatkan kualitas dibutuhkan peran semua pihak, mulai dari pemasok, pabrik, perusahaan transportasi, distributor, *retail*, hingga pelanggan. Jaringan perusahaan-perusahaan yang secara bersama-sama bekerja untuk menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke tangan pemakai akhir disebut dengan rantai pasok (Hidaya, 2009).

PT X merupakan perusahaan industri baja terbesar di Indonesia. Salah satu pabrik yang berada pada PT X adalah Pabrik Baja Lembaran Dingin (*Cold Rolling Mill/CRM*) yang menghasilkan *output* utama berupa CRC (*Cold Roll Coil*) dan CRS (*Cold Roll Sheet*). Permasalahan yang terjadi pada pabrik baja lembaran dingin PT X yaitu pemenuhan *order* pelanggan yang tidak sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan (direncanakan) karena banyaknya produk cacat pada produksi pabrik baja lembaran dingin. Hal ini dapat terlihat dari data *order* dan data *monthly report* tiga tahun terakhir yaitu tahun 2014, 2015,

dan 2016. Berdasarkan data *order*, diketahui jumlah bulan yang tidak dapat dipenuhi *ordernya* yaitu 4 bulan pada tahun 2014, 3 bulan pada tahun 2015, dan 5 bulan pada tahun 2016.

PT X menetapkan target maksimum NCP (*Non Conformities Product*) setiap bulan pada pabrik baja lembaran dingin sebesar 2,5%. Aktualnya, persentase rata-rata NCP tiga tahun terakhir melebihi target maksimum NCP tersebut. Berdasarkan data *monthly report*, diketahui bahwa pada tahun 2014 rata-rata persentase NCP sebesar 2,77%, pada tahun 2015 sebesar 4,82%, dan pada tahun 2016 sebesar 8,78%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata persentase NCP terus mengalami peningkatan.

Salah satu penyebab produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan *order* (NCP) adalah karena kegagalan proses. Penyebab pada kegagalan proses ini sangat beragam, tidak hanya dikarenakan oleh mesin tetapi dapat pula dikarenakan oleh bahan baku yang dikirim oleh pemasok. Pemasok merupakan hulu dari sebuah rantai pasok, maka ketika ditemukan risiko pada hulunya akan berdampak pula pada hilirnya yaitu pelanggan, sehingga harus dilakukan manajemen risiko menyeluruh pada rantai pasok pabrik baja lembaran dingin PT X (Persero) Tbk. Risiko rantai pasok adalah suatu kerusakan atau gangguan yang disebabkan oleh suatu kejadian yang menimbulkan pengaruh negatif terhadap proses bisnis pada beberapa perusahaan (Kersten *et al.* 2006). Manajemen risiko adalah bagian yang tidak terpisahkan dari manajemen proses yang berjalan terus menerus untuk meminimasi kerugian dan meningkatkan kesempatan/peleuang. Proses manajemen risiko ini dimulai dari proses identifikasi risiko, penilaian risiko, evaluasi risiko, dan mitigasi risiko (Ulfah dkk,2016).

Sebelum mengidentifikasi risiko rantai pasok, dilakukan pengklasifikasian aktivitas rantai pasok dengan menggunakan metode *Supply Chain Operation References* (SCOR), yang terdiri dari lima proses inti yaitu *plan, source, make, deliver, dan return*. Dengan metode SCOR ini dapat memudahkan penelitian dalam memetakan aktivitas-aktivitas *supply chain* pada pabrik baja lembaran dingin di PT X. Tahap selanjutnya yaitu identifikasi, analisa, evaluasi, serta perancangan aksi mitigasi risiko menggunakan metode HOR (*House Of Risk*) yang dikembangkan oleh Pujawan dan Geraldin (2009) dan diagram pareto sebagai alat bantu statistik dalam penentuan prioritas sumber risiko (*risk agent*) yang akan dimitigasi, sehingga dengan metode HOR ini dapat dirancang aksi mitigasi risiko rantai pasok pada pabrik baja lembaran dingin PT X (Persero) Tbk.

Tujuan penelitian ini yaitu menentukan kejadian risiko (*risk event*) yang berpotensi mengganggu rantai pasok, menentukan nilai ARP (*Aggregate Risk Potential*) sumber-sumber risiko (*risk agent*), menentukan urutan sumber risiko (*risk agent*) prioritas berdasarkan nilai ARP, dan menentukan urutan usulan aksi mitigasi risiko berdasarkan nilai *Effectiveness to Difficulty Ratio* (ETD).

Metode Penelitian

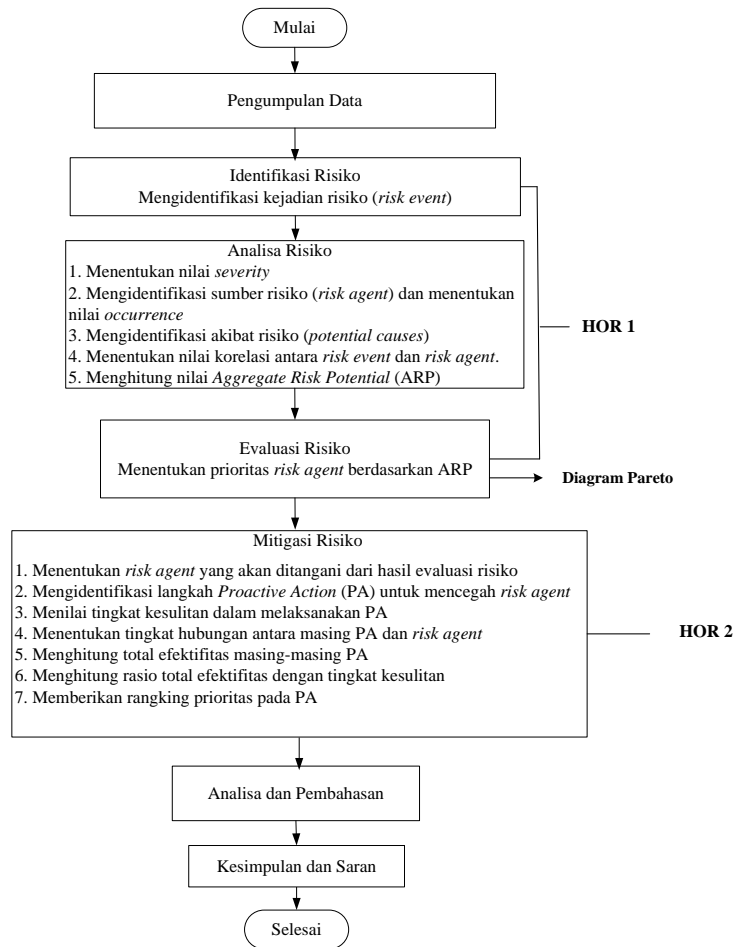
Penelitian dilakukan pada pabrik baja lembaran dingin di PT X, yang sudah memiliki divisi *Supply Chain Improvement* untuk mengatur rantai pasoknya, tetapi pada pelaksanaan pengelolaan risikonya masih belum optimal dan belum menyeluruh, sehingga perlu dilakukan manajemen risiko rantai pasok (*Supply Chain Risk Management*) untuk memitigasi sumber-sumber risiko yang ada pada pabrik baja lembaran dingin di PT X tersebut.

Untuk dapat merancang model risiko rantai pasok tersebut akan digunakan tahap-tahap identifikasi risiko, analisa risiko, evaluasi risiko dan mitigasi risiko. Tahap identifikasi sampai tahap evaluasi menggunakan model *House of Risk 1* (Ulfah,M, 2016) , sedangkan tahap mitigasi menggunakan model HOR 2. Data penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Dalam penelitian ini, data primer didapatkan melalui observasi secara langsung, wawancara, dan pengisian kuesioner sedangkan data sekunder didapat dari data umum perusahaan yang diberikan sebagai data awal agar peneliti paham mengenai perusahaan secara keseluruhan.

Dalam penelitian ini menggunakan model *House of Risk* (HOR) yang terdiri dari HOR 1 dan HOR 2. HOR 1 digunakan untuk proses identifikasi, analisis, dan evaluasi risiko sedangkan HOR 2 digunakan untuk penanganan risiko atau mitigasi risiko (Ulfah,M,2017). Identifikasi proses bisnis/aktivitas rantai pasok perusahaan berdasarkan model SCOR yang terdiri dari dimensi *plan, source, make, deliver dan return*. Pembagian proses bisnis ini bertujuan untuk mengetahui dimana risiko tersebut dapat muncul (Ulfah,M,2017)). Analisis risiko menggunakan beberapa metode diantaranya adalah metode *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) dalam pemetaan aktivitas rantai pasok pabrik, metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dalam membantu dalam peratingan bobot *severity* dan *occurrence* dalam HOR tahap 1, sehingga

dengan bantuan metode FMEA ini dapat diperoleh nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP), metode *House of Risk* (HOR) untuk mengatur risiko secara proaktif, dimana *risk agent* yang teridentifikasi sebagai penyebab *risk event* dapat dikelola dengan cara memberikan aksi mitigasi yang tepat (Nurlela dan Suprpto, 2014), dan dengan bantuan diagram pareto untuk menentukan prioritas sumber risiko yang harus segera ditangani pada HOR tahap 1, sehingga dapat dilanjutkan pada HOR tahap 2.

Pada alur pemecahan masalah dalam penelitian ini terdapat dua *flow chart*, yaitu *flow chart* penelitian umum dan *flow chart* pengolahan data. Berikut ini merupakan *flow chart* pengolahan data pada penelitian manajemen risiko rantai pasok pabrik baja lembaran dingin PT X:



Gambar 1. *Flow chart* pengolahan data

Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengumpulan data berupa deskripsi pabrik baja lembaran dingin PT X, alur pada setiap proses bisnisnya, dan pemetaan aktivitas pada rantai pasok pabrik baja lembaran dingin, selanjutnya data-data tersebut diolah melalui beberapa tahap, yaitu tahap identifikasi risiko, analisa risiko, evaluasi risiko, dan mitigasi risiko.

Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko merupakan awal dari metode *House of Risk* (HOR) tahap 1. Identifikasi risiko ini berdasarkan pemetaan aktivitas rantai pasok yang telah dilakukan sebelumnya. Pada identifikasi risiko, metode *Supply Chain Operation References* (SCOR) digunakan untuk membagi atau mengklasifikasikan kejadian risiko yang ada. Kejadian risiko (*risk event*)

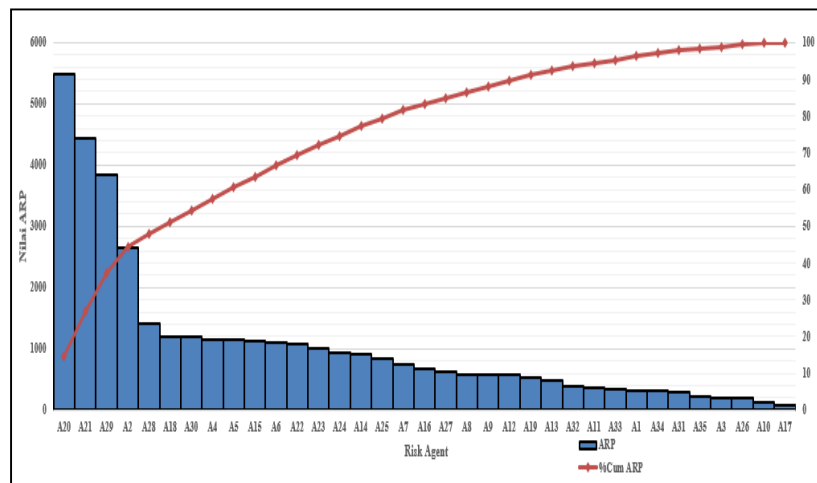
diperoleh melalui wawancara berupa diskusi dan *brainstorming* dengan *expert judgement* pada divisi *Supply Chain Improvement* (SCI) pabrik baja lembaran dingin, sehingga diperoleh 35 *risk event* yang teridentifikasi. Kejadian risiko yang teridentifikasi dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

Analisa Risiko

Analisa risiko merupakan langkah kedua dalam pembuatan HOR tahap 1, dimana dilakukan identifikasi sumber risiko dan penilaian *severity* pada *risk event*, *occurrence* pada *risk agent*, dan korelasi antar keduanya, identifikasi akibat jika risiko terjadi serta perhitungan ARP.

Evaluasi Risiko

Evaluasi risiko merupakan tahap untuk menentukan urutan prioritas sumber risiko (*risk agent*) berdasarkan nilai ARP pada pabrik baja lembaran dingin di PT X. Penentuan prioritas ini menggunakan diagram pareto. Pada penelitian ini diambil 80% dari % kumulatif ARP sumber risiko. Dari 35 sumber risiko terpilih 16 sumber risiko yang termasuk sumber risiko prioritas dan 19 sumber risiko yang termasuk sumber risiko non prioritas.



Gambar 2. Diagram pareto sumber risiko

Setelah dilakukan evaluasi risiko, maka HOR tahap 1 selesai. HOR tahap 1 ditunjukkan pada Tabel 3.

Mitigasi Risiko

Mitigasi risiko merupakan cara penanganan risiko agar risiko yang berpotensi terjadi dapat diminimalkan atau dihilangkan. Aksi mitigasi risiko tersebut merupakan aksi hasil rancangan peneliti yang selanjutnya didiskusikan dengan pihak manajemen perusahaan, dalam hal ini dengan divisi *Supply Chain Improvement* (SCI), dan diperoleh 8 aksi mitigasi untuk menangani 16 sumber risiko sebelumnya.

Tabel 7. Hasil identifikasi kejadian risiko (*risk event*)

<i>Business Process</i>	<i>Sub Process</i>	Kejadian Risiko	<i>Code</i>	<i>Severity (S)</i>
<i>Plan</i>	Perencanaan dan pengendalian persediaan	Ketidaksesuaian antara jumlah persediaan yang tercatat dengan jumlah persediaan yang tersedia	E1	6
	Perencanaan produksi	Pemenuhan <i>order</i> tidak sesuai yang direncanakan	E2	8
		Kesalahan penentuan jumlah bahan baku dan bahan pendukung	E3	7
	Perencanaan kapasitas	Kapasitas mesin yang tidak sesuai dengan rencana	E4	7
	Penyesuaian perencanaan rantai pasok dengan perencanaan keuangan	Perencanaan anggaran yang kurang tepat	E5	8
<i>Source</i>	Penjadwalan pengiriman dari pemasok	Keterlambatan bahan baku yang datang dari pemasok (bahan baku berupa HRC)	E6	7
	Menerima dan mengecek pengiriman dari pemasok	Terjadi kesalahan dalam proses penerimaan dan pemeriksaan ketika bahan baku datang	E7	8
	Mengevaluasi kinerja pemasok	Barang dari pemasok tidak sesuai dengan yang dipesan	E8	8
	Proses pengadaan	Harga bahan baku berubah	E9	8
Kerusakan material saat penyimpanan sementara di gudang		E10	3	
<i>Make</i>	Penjadwalan produksi	Perubahan jadwal produksi	E11	4
		Proses pembersihan lapisan oksida tidak sempurna	E12	7
	Melakukan kegiatan produksi	Proses penipisan ketebalan besi tidak sesuai order	E13	9
		Proses pemotongan tidak sempurna	E14	8
		Proses pemanasan tidak sempurna	E15	7
		Proses <i>welding</i> tidak sempurna	E16	7
		Kesalahan penempatan barang (<i>flow process</i>)	E17	3
		Tidak melakukan kegiatan produksi	E18	9
		Komputer terganggu (<i>hang</i>)	E19	7
		<i>Crane/ trolley delay</i>	E20	7
		Eksekusi dan pengendalian produksi	Produk rusak (hasil tidak sempurna)	E21
Keterlambatan pelaksanaan produksi (terdapat <i>idle time</i>)	E22		7	
<i>Strip break (cobble)</i>	E23		9	
<i>MES problem</i>	E24		8	
<i>Make</i>	Proses Pengemasan	Kerusakan pada kemasan	E25	7
		Spesifikasi pada label tidak sesuai dengan spesifikasi aktual produk	E26	7
	Melakukan pengetesan kualitas	Terdapat kerusakan mekanis (penurunan kualitas produk)	E27	9
Memelihara fasilitas produksi	Mesin <i>roll</i> patah	E28	9	
	Mesin sering mengalami <i>breakdown time</i>	E29	9	
	Kebocoran oli di mesin <i>roll</i>	E30	7	
	Tidak ada <i>spare Work Roll (WR)</i> di <i>car</i>	E31	8	
<i>Deliver</i>	Menangani pesanan dari pelanggan	Kesalahan pencatatan spesifikasi produk dari pelanggan	E32	7
		Kesalahan pendistribusian produk (jenis/jumlah/tempat)	E33	7
<i>Deliver</i>	Menangani kegiatan produk jadi	Produk rusak selama penyimpanan	E34	6
		Kapasitas gudang akhir tidak mencukupi	E35	6

Tabel 2. Sumber risiko (*risk agent*) dan nilai *occurrence*

Kode	Sumber Risiko	Occurrence
A1	Kesalahan pencatatan <i>stock take</i> (Data historis tidak tercatat dengan baik)	6
A2	Terdapat banyak cacat saat produksi	9
A3	Kesalahan manajemen menentukan peluang pasar (<i>market estimate</i>)	3
A4	<i>Mix product</i> selalu berubah	8
A5	Kenaikan biaya produksi	8
A6	Proses produksi di pemasok terhambat	8
A7	Kurang tepat dalam menginspeksi bahan baku	6
A8	Kesalahan pemasok dalam pengecekan bahan baku sebelum dikirim	8
A9	Faktor eksternal (kurs, kebijakan pemerintah)	6
A10	Penempatan gudang tidak tepat	5
A11	Permintaan mendadak dari pelanggan (<i>urgent demand</i>)	6
A12	Kualitas HCl yang tidak sesuai (HCl rendah)	4
A13	Tekanan <i>roll</i> tidak optimal	3
A14	Pisau tidak tajam	6
A15	Kualitas <i>supply</i> gas kurang bagus	5
A16	Lilitan (kawat las) yang digunakan dalam proses <i>welding</i> tidak bagus	3
A17	Operator salah dalam penempatan produk	3
A18	Pasokan listrik terganggu	4
A19	Komputer <i>error</i>	4
A20	Terjadinya <i>trouble</i> / kerusakan mendadak	6
A21	Kegagalan proses	6
A22	Keterbatasan bahan baku dan bahan pendukung	6
A23	<i>Lite gate</i> tinggi	3
A24	MES bermasalah (<i>system error</i>)	5
A25	<i>Damage handling</i>	3
A26	Operator pengepakan tidak teliti	3
A27	Spesifikasi bahan baku tidak sesuai	4
A28	Kurangnya manajemen perawatan	4
A29	Mesin sudah tua	8
A30	<i>Setting roll</i> (pemasangan <i>chuck</i>) tidak benar	6
A31	Kurang persiapan pada bagian <i>car</i> (<i>Proses repair membutuhkan waktu yang lama</i>)	4
A32	<i>Miss communication</i> antara pelanggan dengan divisi <i>sales and distribution</i>	3
A33	Kurang koordinasi antara bagian pengiriman (divisi PHP), divisi <i>sales and distribution</i> , dan pelanggan	3
A34	Penumpukan barang di gudang terlalu lama (<i>Aging</i>)	3
A35	Adanya produk titipan yang belum diambil dan beberapa <i>freestock</i> di gudang	4

Tabel 3. *House of risk* tahap 1

Risk Event	Risk Agent																																			Severity		
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	A34	A35			
E1	9						9																															6
E2		9										3									9	9															8	
E3			9																																		7	
E4				9																																	7	
E5					9																																8	
E6																																					7	
E7																																					8	
E8																																					8	
E9																																					8	
E10																																					3	
E11																																					4	
E12																																					7	
E13																																					9	
E14																																					8	
E15																																					7	
E16																																					7	
E17																																					3	
E18																																					9	
E19																																					7	
E20																																					7	
E21																																					9	
E22																																					7	
E23																																					9	
E24																																					8	
E25																																					7	
E26																																					7	
E27																																					9	
E28																																					9	
E29																																					9	
E30																																					7	
E31																																					8	
E32																																					7	
E33																																					7	
E34																																					6	
E35																																					6	
Occurrence	6	9	3	8	8	8	6	8	6	5	6	4	3	6	5	3	3	4	4	6	6	6	3	5	3	3	4	4	8	6	4	3	3	3	4			
ARP	324	2646	189	1152	1152	1104	756	576	576	135	360	576	486	918	1125	675	81	1200	540	5490	4428	1080	999	945	837	189	624	1404	3840	1188	288	378	351	324	216			
Priority Rank	28	4	32	8	8	11	17	20	20	34	26	20	24	15	10	18	35	6	23	1	2	12	13	14	16	32	19	5	3	7	30	25	27	28	31			

Tabel 4. *House of Risk (HOR)* tahap 2

Code	Risk Agent (Aj)	Proactive Action (PAk)								ARP		
		PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8			
A20	Terjadinya <i>trouble/</i> kerusakan mendadak	9					9	3	9	9	5490	
A21	Kegagalan proses	9					9	3	9	9	4428	
A29	Kinerja mesin sudah tidak optimal (mesin sudah tua)	9					3			9	3840	
A2	Terdapat banyak cacat saat produksi	9					9	9	9	9	2646	
A28	Kurangnya manajemen perawatan	9						3			1404	
A18	Pasokan listrik terganggu	9								9	1200	
A30	Setting roll (pemasangan <i>chuck</i>) tidak benar	9							9		1188	
A4	Mix product selalu berubah										9	1152
A5	Kenaikan biaya produksi							9		3	1152	
A15	Kualitas <i>supply</i> gas kurang bagus						9		3	9	1125	
A6	Proses produksi di pemasok terhambat						9			9	1104	
A22	Keterbatasan bahan baku dan bahan pendukung						9			3	1080	
A23	Lite gate tinggi										9	999
A24	MES bermasalah (<i>system error</i>)						9				945	
A14	Pisau tidak tajam						9		3	9	918	
A25	Damage handling									9	837	
Total Effectiveness of Action (Tk)		198531	19656	36693	10368	132183	71793	158895	166995			
Degree of Difficulty Performing Action (Dk)		3	3	4	4	2	2	3	3			
Effectiveness to Difficulty Ratio (ETD)		66177	6552	9173,2 5	2592	66091,5	35896, 5	52965	55665			
Rank of Priority		1	7	6	8	2	5	4	3			

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan :

- Diperoleh 35 *risk event* dan 35 risk agent yang mungkin terjadi dan berpotensi mengganggu rantai pasok pada pabrik baja lembaran dingin
- Berdasarkan nilai ARP, sumber risiko (*risk agent*) terbagi menjadi tiga kategori yaitu kategori A (sumber risiko tinggi) berjumlah 6 sumber risiko, kategori B (sumber risiko sedang) berjumlah 10 sumber risiko, dan kategori C (sumber risiko rendah) berjumlah 19 sumber risiko.
- Urutan prioritas usulan aksi mitigasi risiko secara berurutan yaitu melaksanakan *reliability maintenance* (PA1), selalu mengevaluasi pemasok yang sudah ada (PA7), melakukan *scheduling* produksi dengan tepat (PA8), menjaga kestabilan temperatur dan *speed* proses (PA5), mengadakan *briefing* sebelum memulai pekerjaan (PA6), dilakukan *trial* produk (PA3), menyiapkan *buffer stock* (PA2), dan melakukan efisiensi dan *cost saving* (PA4).

Daftar Pustaka

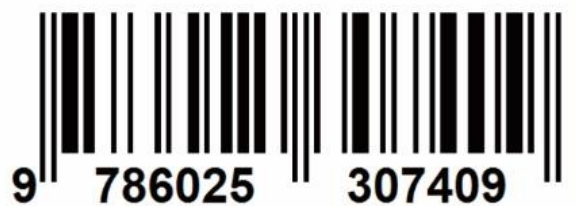
- Geraldin, L.H., Pujawan, I.N. & Dewi, D. santhi., (2007). “Manajemen Risiko dan Aksi Mitigasi untuk Menciptakan Rantai Pasok yang Robust”, *Supply Chain Management*, pp.53–64.
- Hidaya, S., (2009). “Analisis Dan Mitigasi Risiko Rantai Pasok Pada PT . Crayfish Softshell Indonesia”, pp.1–6.
- Kersten W, Held T, T Meyer CM, Hohrath P. (2006). “Komplexitats-und risiko management als methodenbautein des supply chain management.IN”, *Hausladen,I and Mauch.C*(Eds), Festschrift Wildeman Band1.Munchen, TCW
- Nurlela & Suprpto, H., (2014). “Identifikasi dan Analisis Manajemen Risiko pada Proyek Pembangunan Infrastruktur Bangunan Gedung Bertingkat”. , 13(2).
- Pujawan and Laudine H Geraldin. (2009). “Supply Chain House of Risk : a Model Risk Management for Proactive Supply Chain”, *Business Process management journal* : Vol 15 No.6,p 953-67
- Ulfah M. (2016).” Analisis dan Perbaikan Manajemen Risiko Rantai Pasok Gula Rafinasi Dengan Pendekatan *House of Risk*”, *Jurnal Teknologi Industri Pertanian IPB*. 26(1): Hal 87-103
- Ulfah M. (2017).”Risiko Rantai Pasok Gula Rafinasi Dalam Perspektif Sistem Traceability”, *Prosiding Seniati*. 3(2): C33. 1-6
- Ulfah M. (2017).”Aksi Mitigasi Risiko Rantai Pasok Gula Rafinasi Dengan Menggunakan Cartesian Diagram”. *Jurnal Industrial Services*, Vol.2.No.2 Maret 2017, hal 169-175.ISSN : 9772461 062033

Indeks Penulis

Apriyani, Dwi, 1
Arafiany, Nur'aini Minati, 165
Arkeman, Yandra, 66, 84
Astuti, Dwi, 133
Astuti, Retno, 35
Burhanuddin, 1
Choiri, Mochamad, 157
Ekawati, Ratna, 142
Eunike, Agustina, 157
Fanani, Angga Akbar, 157
Fauziah, Widya, 108
Fewidarto, Pramono D, 91
Febianti, Evi, 17
Ginangjar, Tetep, 150
Gunawan, Ivan, 56
Handayani, Dwi Iryaning, 49
Haryono, 49
Herminatin, Fernianda Rahayu, 150
Heryanto, Rainisa Maini, 76
Hidayat, Raden Didiet Rachmat, 26
Huda, Nailul, 91
Lesmini, Lis, 26
Mastarida, Friska, 26
Meidayanti, Karina, 84
Mulyana, Ig. Jaka, 56
Nurhasanah, Nunung, 66
Nurhayati, 142
Nurmalina, Rita, 1
Oesman, Titin Isna, 133
Perdana, Tomy, 150
Pertiwi, Nur Atmi, 17
Purbianita, Tiara, 35
Ridwan, Asep, 17
Rozi, Fakhur, 76
Rizaldy, Wynd, 26
Santosa, Sesar Husen, 108
Santoso, 76
Setiyawan, Danang Triagus, 35
Silitonga, R Y H, 127
Susetyo, Joko, 133
Tantrika, Ceria Farela Mada, 157
Tarliman, Z, 127
Trennggonowati, Dyah Lintang, 165
Ulfah, Maria, 165
Wijaya, Hendri, 91, 108
William, Tommy, 56
Yasni, Hasanuddin, 26



ISBN 978-602-53074-0-9



9 786025 307409



**Sekolah Pascasarjana
Institut Pertanian Bogor**

Jl. Raya Darmaga, Gedung Sekolah Pasca Sarjana IPB
Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

**Website : <http://isli.ipb.ac.id>
E-mail : isli2018ipb@gmail.com**