

BSNi



Industrial Engineering
Department

PROCEEDING 2nd ACISE

Annual Conference on Industrial and System Engineering



Hotel Horizon
Jl. KH Ahmad Dahlan No 2 Semarang
7 Oktober, 2015

PROCEEDING 2nd ANNUAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL AND
SYSTEM ENGINEERING 2015

Diterbitkan oleh:

Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, S.H., Tembalang, Semarang 50275

Telp./Fax: (024) 7460052

Cetakan Pertama: Oktober 2015

Editor:

M. Mujiya Ulkhaq

Desain & Tata Sampul:

Rizal Luthfi Nartadhi

ISBN: 978-979-97571-6-6

Didistribusikan oleh:

Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, S.H., Tembalang, Semarang 50275

Telp./Fax: (024) 7460052

PRAKATA

Assalamu alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Salam Hormat

Pada Seminar 2nd ACISE yang mengambil tema “Pengembangan Infrastruktur Mutu Nasional untuk Meningkatkan Daya Saing Produk Barang dan Jasa”, kami selaku ketua panitia mengucapkan selamat mengikuti dan menyimak materi diskusi panel yang melibatkan empat *key stakeholders* terkait isu infrastruktur mutu nasional, antara lain Badan Standardisasi Nasional (BSN), Kementerian Perdagangan, Kementerian RISTEK dan DIKTI, serta Praktisi Industri (Ketua Masyarakat Standardisasi). Acara diskusi panel diawali dengan *keynote speech* oleh Menteri RISTEK dan DIKTI, Bapak Prof. Drs. Mochammad Natsir, M.Si., Ph.D., Akt. Selanjutnya pada sesi siang, empat kelas paralel juga menampilkan presentasi 48 makalah terkait disiplin ilmu teknik industri untuk tiga kelas dan satu kelas dengan *special topics* tentang infrastruktur mutu. Kami berusaha mengundang semua pihak atau *stakeholders* yang kami yakini akan mendapatkan manfaat dari kegiatan seminar ini baik sebagai pembicara dalam diskusi panel dan presentasi makalah, atau pun sebagai peserta.

Kegiatan seminar ini terselenggara atas kerjasama antara Program Studi Teknik Industri Universitas Diponegoro dan BSN. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada rekan-rekan panitia baik, dari BSN maupun dari Teknik Industri UNDIP, Pembicara Diskusi Panel maupun Kelas Paralel, adik-adik mahasiswa Teknik Industri UNDIP dan semua peserta kegiatan 2nd ACISE. Bagaimanapun kegiatan ini terselenggara atas kerjasama semua pihak. Seperti sebuah pepatah yang mengatakan “Tiada Gading yang Tak Retak” maka kami mohon maaf apabila ada hal hal yang tidak sempurna selama kami merencanakan, mempersiapkan, dan melaksanakan kegiatan ini.

Wassalamu alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Hotel Horizon, Semarang, 7 Oktober 2015
Ketua Panitia

Dr.rer.oec. Arfan Bakhtiar, S.T., M.T.

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI.....	v
USULAN KEBIJAKAN PERSEDIAAN KATEGORI OBAT KERAS DAN OBAT BEBAS PADA APOTEK 12 PT.XYZ DENGAN MENGGUNAKAN METODE PERSEDIAAN PROBABILISTIK <i>CONTINUOUS REVIEW</i> (s,S)	1
Amanda Inke Mahardika ¹ , Budi Sulisty ² , Efrata Denny S. Yunus ³	1
<i>INVENTORY POLICY PLANNING FOR STARTER PACK OF PT XYZ IN REGIONAL JABOTABEK WITH PROBABILISTIC METHOD: P MODEL (PERIODIC REVIEW) WITH VARIANT DEMAND</i>	7
Shaula Tiominar Rebecca ¹ , Budi Sulisty ² , Efrata Denny S. Yunus ³	7
ANALISIS DAN PERBAIKAN POSTUR KERJA PADA AKTIVITAS CUTTING BUBUT DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE 3D SSPP DAN METODE REBA (STUDI KASUS DI PT.XYZ)	15
Johana Devi, Elty Sarvia	15
PENGARUH ORIENTASI KEWIRAUSAHAAN TERHADAP PENINGKATAN KINERJA DEPOT KULINER TRADISIONAL INDONESIA DI SURABAYA	25
Herry Christian Palit ¹ , Monika Kristanti ² , Debora Anne Yang Aysia ³	25
PEMETAAN RANTAI PASOK MINYAK SEREH WANGI SKALA KECIL DAN MENENGAH DI JAWA BARAT	33
Aviasti, Nugraha, Aswardi Nasution, Reni Amaranti	33
USAHA PERBAIKAN KUALITAS KAIN (STUDI KASUS: PT 'X')	43
Mira Lestari ¹ , Christina Wirawan ²	43
ANALISIS SKALA PRIORITAS INDIKATOR KINERJA ASPEK MANAJEMEN DAN KURIKULUM PROGRAM STUDI PADA PERGURUAN TINGGI SWASTA	55
Lamatinulu, Muhammad Dahlan.....	55
PENGENDALIAN PERSEDIAAN PRODUK AMDK DENGAN METODE <i>JOINT ECONOMIC LOT SIZE</i> DI PT X	61
Bella Regina, Rainisa Maini Heryanto, Vivi Arisandhy	61
ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU SEPATU DI PT X	69
Sheila Denada Anjani, Vivi Arisandhy, Rainisa Maini Heryanto	69
ANALISIS DAN USULAN STRATEGI PEMASARAN UNTUK MENINGKATKAN PENJUALAN PADA KAFE (STUDI KASUS: KAFE LUMIERE)	81
Indah Mentari, Christina, Melina Hermawan	81
PENGEMBANGAN KONSEP <i>HUMAN-CENTERED DESIGN</i> DALAM PENGELOLAAN BENCANA TANAH LONGSOR DI KOTA SEMARANG.....	93
Novie Susanto ¹ , Thomas Triadi Putranto ² , Dwijanto, J.S. ² , Sharanica A.Sahara ¹ , Dyah Ayu Puspaningtyas ¹	93
PENGEMBANGAN STANDAR STRATEGI PERAKITAN PRODUK MANUFaktur OLEH PEKERJA INDONESIA	101
Novie Susanto, Denny Nurkertamanda, M. Mujiya Ulkhaq, Kharisma Panca	101
PENYUSUNAN STRATEGI UNTUK TERWUJUDNYA <i>GREEN MANUFACTURING</i> ATAS DASAR FAKTOR-FAKTOR YANG MENJADI PRIORITAS	111
Aries Susanty, Susatyo Nugroho WP, Wenny Dwi Hapsari	111

KONSEP PRODUK MULTI FUNGSI SEBAGAI STRATEGI PENURUNAN BIAYA DAMPAK LINGKUNGAN BERBASIS <i>LIFE CYCLE ASSESSMENT</i>	122
Heru Prastawa, Mohamat Ansori, Sri Hartini	122
PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM MICROSOFT PROJECT (STUDI KASUS PADA BENGKEL PURNAMA, MALANG)	129
Annisa Kesy Garside, Muhammad Faisal Ibrahim.....	129
IMPLEMENTASI <i>FUZZY</i> CPM PADA PENJADWALAN <i>EVENT</i>	139
Dinar Fitriani, Dutho Suh Utomo, Deasy Kartika Rahayu K.....	139
PENENTUAN FAKTOR TINGKAT KESULITAN PRODUK BORDIRAN DAN SULAM TANGAN KECAMATAN AMPEK ANGKEK - AGAM	145
Lestari Setiawati, Tomi Eriawan, Lahlira Jefni Andira.....	145
KEBUTUHAN PENGEMBANGAN STANDAR NASIONAL INDONESIA Mendukung INDUSTRIALISASI KOMODITAS UNGGULAN PERIKANAN (STUDI KASUS PROPINSI JAWA TENGAH)	153
Ary Budi Mulyono	153
KETERSEDIAAN LEMBAGA PENILAIAN KESESUAIAN (LKP) BERBASIS PRODUK UNGGULAN MP3EI DI KORIDOR EKONOMI JAWA TENGAH Mendukung MEA.....	164
Bendjamin Benny Louhenapessy	164
PENERAPAN SNI ISO 50001 PADA INDUSTRI PENGOLAHAN MINYAK KELAPA SAWIT Mendukung ISPO DALAM PERDAGANGAN INTERNASIONAL	198
Bendjamin B. Louhenapessy ¹ , Hermawan Febriansyah ²	198
PENENTUAN METODE FORECASTING SEBAGAI UPAYA DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN INVENTORI.....	243
Inna Kholidasari, Lestari Setiawati, and Meigy Fernando	243
ANALISA PEMILIHAN <i>SUPPLIER</i> RAMAH LINGKUNGAN DENGAN METODE <i>ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS</i> (AHP) PADA PT X.....	249
Khairunnisa Hanan Yancadianti, Nia Budi Puspitasari, Ary Arvianto.....	249
ANALISA PERBANDINGAN BERBAGAI METODE AGREGASI UNTUK MEMBANGUN INDEKS KOMPOSIT	258
Ratna Purwaningsih, Sherly Ayu Wardani, Naniek Utami Handayani	258
ANALISIS FAKTOR-FAKTOR LINGKUNGAN KERJA YANG BERPENGARUH TERHADAP KARYAWAN DI LINI JAHIT PT.STAR FASHION UNGARAN	267
Faizal Mohammad, Diana Puspita Sari	267
OPTIMASI PELAYANAN BONGKAR MUAT BARANG PADA SISTEM ANTRIAN PT HONDA PROSPECT MOTOR DENGAN <i>SINGLE AND MULTI CHANNEL QUEUEING ANALYSIS</i>	276
Heldy Juliana, Naniek Utami H.	276
ANALISIS <i>BOTTLENECK</i> MENGGUNAKAN METODE <i>THEORY OF CONSTRAINT</i> PADA CHANEL 11 PT SVENSKA KULLAGERFABRIKEN INDONESIA	282
Nia Budi Puspitasari, Conni Valinda	282
PENILAIAN KUALITAS PELAYANAN BANDARA: KOMBINASI METODE <i>SERVICE QUALITY</i> DAN <i>IMPORTANCE-PERFORMANCE ANALYSIS</i>	292
Dyah R. Rasyida, M. Mujiya Ulkhaq, Priska R. Setiowati, Nadia A. Setyorini	292
PENYUSUNAN TABEL STANDARISASI KERJA SEBAGAI ALAT BANTU PENGENDALIAN EFISIENSI PEKERJA PADA DEPARTEMEN PACKING PT.EN	300
Arfan Bakhtiar, Risna ‘Ainun Cahya Nugraheni	300

USULAN PERAMALAN PERMINTAAN DAN PENENTUAN <i>RE ORDER POINT</i> PADA <i>FAST MOVING PRODUCT</i> PT. IWD	309
Arfan Bakhtiar, Daru Rahmawati.....	309
<i>SERVICE LEVEL ANALYSIS IN CUSTOMER RELATIONSHIP DECISION MANAGEMENT FOR FINDING CUSTOMER SATISFACTION PATTERN</i>	316
Yudhistira Chandra Bayu, Taufik Djatna.....	316
PENGARUH <i>BRAND, VALUE, & RELATIONSHIP EQUITIES</i> TERHADAP KEPUASAN DAN LOYALITAS PELANGGAN DENGAN MENGGUNAKAN PERSAMAAN STRUKTURAL (STUDI KASUS: <i>HYPERMARKET</i> JABODETABEK)	321
Stefani Prima Dias Kristiana, Ronald Sukwadi, Hartanti Setiawan	321
OPTIMASI PROSES <i>SIZING</i> UNTUK MENINGKATKAN KEKUATAN BENANG LUSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI.....	333
Asep Syaeful Bakri, Dyah Ika Rinawati, Nia Budi Puspitasari.....	333
PERANCANGAN PRODUK PEWARNA ALAM MENGGUNAKAN <i>QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT</i>	340
Dyah Ika Rinawati, Diana Puspita Sari, Puji Handayani Kasih	340
PENERAPAN <i>BAT ALGORITHM</i> PADA PERMASALAHAN <i>SERVICE LEVEL BASED VEHICLE ROUTING PROBLEM</i>	345
David Stanley Kurniawan, S.T., Y. M. Kinley Aritonang, Ph.D, Alfian, S.T., M.T.....	345
PENERAPAN METODE <i>THE STRUCTURE WHAT IF TECHNIQUE</i> DAN <i>BOW TIE ANALYSIS</i> UNTUK PENILAIAN RESIKO OPERASIONAL PADA <i>SAFETY MANAGEMENT SYSTEM</i> BANDARA	354
Bambang Purwanggono, Darminto Pujotomo, Sodli	354
PENENTUAN KRITERIA DAN SKORING PENILAIAN DALAM PEMILIHAN SUPPLIER POTENSIAL (STUDI KASUS KANTOR PERWAKILAN BANK INDONESIA WILAYAH V SEMARANG)	364
Darminto Pujotomo, Argaditia Mawadati	364
PENGUKURAN PERFORMANSI AKTIVITAS PROYEK MENGGUNAKAN METODE <i>EARNED VALUE MANAGEMENT SYSTEM (EVMS)</i>	372
Bambang Purwanggono, Darminto Pujotomo, Kumara P. Dharaka	372
ANALISIS KUALITAS LAYANAN JASA PENGIRIMAN PT. POS INDONESIA SEMARANG DENGAN MENGGUNAKAN <i>COMPETITIVE ZONE OF TOLERANCE BASED IMPORTANCE-PERFORMANCE ANALYSIS (CZIPA)</i>	383
Dewi Amalia Hanifa, Diana Puspita Sari.....	383
TINGKAT KEANDALAN PENGENDALI KERETA DALAM KONTRIBUSI TERJADINYA KECELAKAAN KERETA API.....	389
Wiwik Budiawan, Sriyanto, Bertu Dwi Rahmawati	389
ANALISIS PRODUKSI GULA RAFINASI DENGAN METODE <i>SIX SIGMA</i> DI PT. DUTA SUGAR INTERNATIONAL (DSI).....	395
Heru Winarno dan Farid Wajdi.....	395
PENGUKURAN KEPUASAN DAN MOTIVASI KERJA DENGAN <i>MINNESOTA SATISFACTION QUESTIONNAIRE (MSQ)</i> DAN <i>JOB DIAGNOSTIC SURVEY (JDS)</i> SERTA PENGARUHNYA TERHADAP KINERJA KARYAWAN (STUDI KASUS PADA PT. KMK GLOBAL SPORT).....	402
Wibawa Prasetya, Fernand Hansel Leonardo.....	402
FRAME: METODE EVALUASI TINDAKAN MANAJEMEN RISIKO RANTAI PASOK.....	414
Anggriani Profita.....	414

PEMILIHAN <i>SUPPLIER</i> ALAT ELEKTRONIK DENGAN METODE <i>ANALYTIC NETWORK PROCESS</i>	426
Bhima Wicaksana Sigalayan, Dutho Suh Utomo, Anggriani Profita.....	426
USULAN JADWAL KERJA SUPIR TRAVEL MPX BERDASARKAN HASIL PENGUKURAN TINGKAT KELELAHAN	434
Eliza Nathania, Daniel Siswanto.....	434
PENGEMBANGAN MODEL MANAJEMEN ENERGI UNTUK MEMINIMASI TINGKAT KONSUMSI BAHAN BAKAR DI PERUSAHAAN X	441
Stefanus Rainer, Carles Sitompul.....	441
PENENTUAN PROSES YANG KRITIKAL DALAM PEMENUHAN KEBUTUHAN KONSUMEN MENGGUNAKAN METODE <i>FUZZY QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT</i> (STUDI KASUS DI PT. INDAHKIAT, TANGERANG)	449
Johnson Saragih ¹ , Dedy Sugiarto ² , Rina Fitriana ¹	449
PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK UNTUK MENUNJANG PERBAIKAN SISTEM PENJADWALAN MATA KULIAH DI FTI UNPAR.....	456
Yeni Kurniati Cahyadi, Ignatius A.Sandy, Alfian.....	456
USULAN PERBAIKAN KUALITAS PELAYANAN BENGKEL SEPEDA MOTOR X DENGAN SERVQUAL SCORE DAN METODE KANO	467
Victor Alexander Tedja Hermanto, Y.M. Kinley Aritonang, Yani Herawati	467

PENGENDALIAN PERSEDIAAN PRODUK AMDK DENGAN METODE *JOINT ECONOMIC LOT SIZE* DI PT X

Bella Regina, Rainisa Maini Heryanto, Vivi Arisandhy

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Jl. Prof. drg . Surya Sumantri No. 65, Bandung 40164

Telp. (022) 2012186

E-mail: reginabellaa@gmail.com ; rainisa_heryanto@yahoo.com ; veivi25@yahoo.com

ABSTRAK

PT X adalah perusahaan yang bergerak di berbagai bidang yaitu pastry, karet, plastik, dan minuman. Saat ini pada divisi minuman sedang menghadapi permasalahan persediaan produk cup 240 ml dan botol 600 ml di gudang supplier. Hal ini disebabkan karena adanya ketidaksesuaian antara ukuran lot pemesanan distributor dengan ukuran lot produksi supplier dan mengakibatkan timbulnya biaya persediaan yang besar. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, penulis mengusulkan perhitungan dengan menggunakan metode *Joint Economic Lot Size*. Pengolahan data pada metode ini dimulai dari uji kenormalan data permintaan masa lalu dari periode Oktober 2011 sampai dengan September 2012 yang dilanjutkan dengan peramalan data masa lalu tersebut. Setelah itu menghitung biaya-biaya persediaan pada supplier dan distributor. Selanjutnya menghitung biaya persediaan saat ini dan usulan dengan data biaya-biaya yang sudah dihitung sebelumnya. Hasil perhitungan menunjukkan total biaya pengendalian persediaan saat ini untuk produk cup 240 ml sebesar Rp 799.110,00/bulan, untuk metode *Joint Economic Lot Size (JELS)* sebesar Rp 735.433,072/bulan. Sedangkan biaya saat ini untuk produk botol 600 ml sebesar Rp 486.057,00/bulan dan pada metode usulan sebesar Rp 432.290,864/bulan. Penerapan metode *Joint Economic Lot Size* untuk produk cup 240 ml dan botol 600 ml ini dapat menghemat total biaya pengendalian persediaan sebesar Rp 117.443,064/bulan atau sebesar 9,138%/bulan.

Kata Kunci: *joint economic lot size ; supplier ; distributor ; pengendalian persediaan*

1. PENDAHULUAN

PT X adalah sebuah perusahaan yang bergerak di berbagai bidang yaitu pastry, karet, plastik dan minuman. Saat ini pada divisi minuman tersebut sedang mengalami permasalahan. Masalah yang dihadapi adalah penumpukan persediaan untuk produk cup 240 ml dan botol 600 ml di gudang. Faktor penyebab terjadinya penumpukan persediaan adalah proses produksi yang dilakukan secara *massal* sehingga jumlah produk yang disimpan bertambah banyak setiap harinya. Penyebab lain adalah adanya *safety stock* di gudang yang bertujuan untuk memenuhi permintaan distributor.

Setelah dilakukan pengidentifikasian masalah, masalah yang dialami *supplier* berasal dari ketidaksesuaian ukuran lot pemesanan distributor dengan ukuran lot yang diinginkan perusahaan sebagai *supplier* dari distributor tersebut. Ukuran lot distributor yang lebih kecil dari ukuran lot produksi *supplier* membuat *supplier* menyimpan persediaan barang yang banyak setiap harinya. Hal ini juga belum ditambah oleh *safety stock* barang yang ada di gudang. Oleh karena itu, menimbulkan biaya simpan yang tinggi pada *supplier* disertai biaya lain-lain yang bersangkutan dengan persediaan.

Metode yang digunakan *supplier* dalam mengendalikan persediaan di gudang adalah metode Q, sedangkan distributor menggunakan metode P. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan metode pengendalian persediaan pada *supplier* dan distributor agar keduanya dapat meminimasi total biaya persediaan saat ini.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengendalian Persediaan Metode Q

Karakteristik dasar pengendalian persediaan metode Q adalah (Bahagia, 2006):

- Besarnya ukuran lot pemesanan (Q^*) selalu tetap untuk setiap kali pemesanan dilakukan.
- Pemesanan dilakukan apabila jumlah inventori yang dimiliki telah mencapai suatu tingkat tertentu (B^*) yang disebut titik pemesanan ulang (*reorder point*).

Asumsi yang digunakan pada pengendalian persediaan metode Q adalah sebagai berikut:

- Permintaan selama horizon perencanaan bersifat probabilistik dan berdistribusi normal dengan rata-rata (R) dan standar deviasi standar (S).
- Ukuran lot pemesanan (Q^*) konstan untuk setiap kali pemesanan, barang akan datang secara serentak dengan waktu ancap-ancang (L), pesanan dilakukan pada saat inventori mencapai titik pemesanan (B^*).
- Harga produk (P) konstan, baik terhadap kuantitas produk yang dipesan maupun terhadap waktu.
- Ongkos pesan (C) konstan untuk setiap kali pemesanan dan ongkos simpan (H) sebanding dengan harga produk dan waktu penyimpanan.
- Ongkos kekurangan persediaan (π) sebanding dengan jumlah produk yang tidak dapat dilayani, atau sebanding dengan waktu pelayanan (tidak tergantung pada jumlah kekurangan).

Formulasi untuk pengendalian persediaan metode Q adalah sebagai berikut:

- Untuk kasus *back order* adalah:

$$\begin{aligned} \text{Ongkos total} &= \text{ongkos pengadaan} + \text{ongkos simpan} + \text{ongkos kekurangan persediaan} \\ &= \frac{RC}{Q^*} + H \left(\frac{1}{2} Q^* + B - RL \right) + \frac{\pi R}{Q^*} N_k \end{aligned} \quad (1)$$

- Untuk kasus *lost sales* adalah:

$$\begin{aligned} \text{Ongkos total} &= \text{ongkos pengadaan} + \text{ongkos simpan} + \text{ongkos kekurangan persediaan} \\ &= \frac{RC}{Q^*} + H \left(\frac{1}{2} Q^* + B - \mu_L + N_k \right) + \frac{\pi R}{Q^*} N_k \end{aligned} \quad (2)$$

Di mana:

- R = jumlah permintaan tahunan (unit)
- C = ongkos pesan atau ongkos pengadaan (Rp/kali pesan)
- Q^* = ukuran lot pemesanan (unit)
- H = ongkos simpan (Rp/unit/periode)
- B = titik pemesanan kembali (unit)
- L = waktu ancap/*lead time* (periode)
- π = ongkos kekurangan (Rp/unit)
- N_k = jumlah kekurangan persediaan (unit)
- μ_L = ekspektasi kebutuhan selama *lead time* (unit)

2.2. Pengendalian Persediaan Metode P

Karakteristik dasar pengendalian persediaan metode P adalah (Bahagia, 2006):

- Pemesanan dilakukan menurut selang interval waktu yang tetap (t).
- Ukuran lot pemesanan besarnya merupakan selisih antara persediaan maksimum yang diinginkan (E) dengan persediaan yang ada pada saat pemesanan dilakukan.

Asumsi yang digunakan pada pengendalian persediaan metode P adalah sebagai berikut:

- Permintaan selama horizon perencanaan bersifat probalistik.
- Waktu antar pemesanan konstan (t) untuk setiap kali pemesanan, produk akan datang serentak (uniform) dengan lead time (L).
- Harga produk (P) konstan, baik terhadap kualitas produk yang dipesan maupun terhadap waktu.
- Ongkos pesan (C) konstan untuk setiap kali pemesanan dan ongkos simpan (H) sebanding dengan harga produk dan waktu penyimpanan.
- Ongkos kekurangan persediaan (π) sebanding dengan jumlah produk yang tidak dapat dilayani, atau sebanding dengan waktu pelayanan (tidak tergantung pada jumlah kekurangan).

Formulasi untuk pengendalian persediaan metode P adalah sebagai berikut:

- Untuk kasus *back order* adalah:

Ongkos total = ongkos pengadaan + ongkos simpan + ongkos kekurangan persediaan

$$= \frac{C}{t} + H \left(E - \mu_L - \frac{R \times t}{2} \right) + \frac{\pi}{t} N_k \quad (3)$$

- Untuk kasus *lost sales* adalah:

Ongkos total = ongkos pengadaan + ongkos simpan + ongkos kekurangan persediaan

$$= \frac{C}{t} + H \left(E - \mu_L - \frac{R \times t}{2} + N_k \right) + \frac{\pi}{t} N_k \quad (4)$$

Dimana:

- R = jumlah permintaan tahunan (unit)
- C = ongkos pesan atau ongkos pengadaan (Rp/kali pesan)
- t = waktu antar pemesanan (periode)
- H = ongkos simpan (Rp/unit/periode)
- π = ongkos kekurangan (Rp/unit)
- N_k = jumlah kekurangan persediaan (unit)
- μ_L = ekspektasi kebutuhan selama *lead time* (unit)
- E = jumlah persediaan maksimum (unit)

2.3. Model Joint Economic Lot Size (JELS)

Model *Joint Economic Lot Size* (JELS) dapat dikatakan sebagai model integrasi antara *vendor* dan *buyer*, model ini meminimasi biaya keseluruhan dari dua eselon sistem inventori yang terdiri dari *supplier* tunggal dan satu atau lebih *customer*. Model JELS didasari oleh model EOQ deterministik, fungsi biaya dari bagian-bagian di setiap eselon digabung berdasarkan biaya persediaan dan pemesanan. Secara terpisah mengoptimalkan biaya setiap pelaku, meminimasi suatu fungsi total biaya, yang merupakan biaya dari setiap bagian.

Model *Joint Economic Lot Size* (JELS) merupakan salah satu model penentuan ukuran *lot* bersama antara pemasok dan pembeli di mana total ongkos bersama merupakan bentuk model yang dihasilkan. Model JELS memberikan formulasi koordinasi antara kebijakan pesanan dan produksi dari pemasok dan pembeli. Pemasok menghasilkan produk berupa komponen tunggal dimana komponen tersebut dikirim ke pembeli yang melakukan aktivitas produksi kemudian dijual ke konsumen akhir. Dari model JELS ini diperoleh ukuran *lot* pembeli sama dengan ukuran *lot* pemasok ($Q_b = Q_v$).

Pendekatan dan Asumsi

Model ini dikembangkan oleh Jauhari (2009) dengan permintaan probabilistik dan ukuran pengiriman sama. Pada model setiap *lot* pemesanan akan dikirim dalam beberapa *lot* pengiriman dan pemasok akan memproduksi barang dalam ukuran *batch* produksi yang merupakan kelipatan *integer* dari *lot* pengiriman. Dikembangkan pula suatu algoritma untuk menyelesaikan model matematis yang telah dibuat. Selain itu, pengaruh perubahan parameter terhadap perilaku model diteliti dengan analisis sensitivitas terhadap beberapa parameter kunci, seperti ukuran *lot*, stok pengaman dan total biaya persediaan.

Dalam mengembangkan model ini digunakan beberapa asumsi yaitu:

- Konstanta sistem diasumsikan deterministik, seperti biaya penyimpanan, biaya transportasi diketahui dan tidak mengalami perubahan selama horizon perencanaan.
- Pengiriman tidak terbatas pada kapasitas truk, misalnya pengiriman tetap dapat dilakukan meskipun kapasitas truk tidak penuh.

Algoritma

Pada model ini permintaan pada pembeli bersifat probabilistik dan variansi permintaan diketahui oleh pemasok (*supplier*). Tingkat produksi pada pemasok diasumsikan tetap sebesar P, dimana tingkat produksi lebih besar dari tingkat permintaan ($P > D$). Pembeli mengelola persediaannya secara periodik dengan *lead time* pemesanan diasumsikan nol. Biaya penyimpanan produk pada pembeli dianggap lebih mahal daripada biaya penyimpanan produk pada pemasok.

Pada mode lini pembeli melakukan pemesanan produk sejumlah nQ ke pemasok dengan frekuensi pengiriman sebanyak n kali (sesuai dengan keinginan pembeli) dengan lot pengiriman Q , sedangkan untuk memenuhi permintaan pembeli, pemasok memproduksi produk dengan ukuran batch produksi mQ . Pengiriman produk dari pemasok ke pembeli dilakukan setiap periode (nQ/D) dan dapat dilakukan jika pemasok telah memiliki persediaan minimal sejumlah Q , sehingga tidak perlu menunggu seluruh *batch* selesai diproduksi.

Notasi-notasi yang digunakan pada metode *Joint Economic Lot Size*:

D	= permintaan tahunan (unit)
σ	= standar deviasi permintaan (unit)
P	= kecepatan produksi tahunan (unit)
K	= biaya <i>set up</i> produksi (Rp/kali <i>set up</i>)
A	= biaya pemesanan pembeli (Rp/kali pesan)
F	= biaya pengiriman (Rp/kali kirim)
k	= faktor pengaman
h_b	= biaya penyimpanan produk pada pembeli (Rp/unit/periode)
h_v	= biaya penyimpanan produk pada pemasok (Rp/unit/periode)
π	= biaya <i>stockout</i> (Rp/unit)
n	= frekuensi pengiriman (kali kirim)
$f(k)$	= <i>probability density function</i> dari distribusi normal standar
$F(k)$	= <i>cumulative distribution function</i> dari distribusi normal standar
TC_B	= total ekspektasi biaya pembeli (Rp/tahun)
TC_V	= total ekspektasi biaya pemasok (Rp/tahun)
TC_{Gab}	= total ekspektasi biaya gabungan (Rp/tahun)

Pencarian solusi terhadap nilai m^* , Q^* , dan k^* yang dapat meminimumkan total biaya persediaan gabungan dapat dilakukan dengan algoritma sebagai berikut:

Langkah 1:

Tetapkan $m = 1$ dengan $TC(Q^*_{m-1}, k^*_{m-1}, m-1) = \infty$

Langkah 2:

Mulai dengan lot pengiriman:

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ \left(\frac{A}{n} + F \right) + \frac{k}{m} \right\}}{h_b + h_v \left\{ (m-1) - (m-2) \frac{D}{P} \right\}}} \quad (5)$$

Langkah 3:

Gunakan nilai Q untuk mendapatkan nilai k pada persamaan:

$$F(k) = 1 - \frac{h_b Q}{\pi D} \quad (6)$$

Langkah 4:

Hitung Q^* :

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ \left(\frac{A}{n} + F \right) + \pi \sigma \psi(k) \sqrt{\frac{Q}{D}} + \frac{k}{m} \right\}}{h_b + h_v \left\{ (m-1) - (m-2) \frac{D}{P} \right\} + \frac{h_b \sigma}{D \sqrt{\frac{Q}{D}}} \left\{ k + \frac{\psi(k)}{[1-F(k)]} \right\}}} \quad (7)$$

Langkah 5:

Tetapkan bahwa $Q^*_m = Q$ dan $k^*_m = k$ dan hitung $TC(Q^*_m, k^*_m, m)$.

$$TC_{Gab}^{*} = \left(A \frac{D}{n Q^{*}} \right) + \left(\frac{D}{Q^{*}} F \right) + \left(\frac{Q^{*}}{2} + k \sigma \sqrt{\frac{Q^{*}}{D}} \right) h_b + \left(\frac{D}{Q^{*}} \right) k \sigma \sqrt{\frac{Q^{*}}{D}} \psi(k) + \frac{Q^{*}}{2} h_v \left\{ (m-1) - (m-2) \frac{D}{P} \right\} + \frac{K D}{m Q^{*}} \quad (8)$$

Langkah 6:

Jika $TC(Q_m^*, k_m^*, m) \leq TC(Q_{m-1}^*, k_{m-1}^*, m-1)$ ulangi langkah 1 sampai 5 dengan $m = m+1$, dan jika $TC(Q_m^*, k_m^*, m) \leq TC(Q_{m-1}^*, k_{m-1}^*, m-1)$ diperoleh nilai Q^* , k^* dan m^* yang optimal. Q^* adalah ukuran lot pemesanan, k^* adalah *stock* pengaman, dan m^* adalah ukuran lot produksi.

3. PEMBAHASAN

Data untuk perhitungan biaya persediaan dengan menggunakan model *Joint Economic Lot Size* terdiri dari data *supplier* yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan data distributor yang ditunjukkan pada Tabel 2:

Tabel 1, Data Produk Cup

Keterangan	Notasi	Jumlah	Satuan
Permintaan tahunan	D	52.500	unit/bln
Kec produksi tahunan	P	75.000	unit/bln
S.dev permintaan	σ	2132,340	unit/bln
B. Kirim	F	73.535	per kirim
B. Pesan	A	3.503	per pesan
B. Simpan Supp	h _v	68	unit/bln
B. Simpan Dist	h _b	144	unit/bln
B. Setup	K	1277,167	per setup
B. Backorder	π	13.656	per unit

Tabel 2, Data Produk Botol

Keterangan	Notasi	Jumlah	Satuan
Permintaan tahunan	D	18.750	unit/th
Kec produksi tahunan	P	21.250	unit/th
S.dev permintaan	σ	932,372	unit/th
B. Kirim	F	73.535	per kirim
B. Pesan	A	3.503	per pesan
B. Simpan Supp	h _v	68	/unit/th
B. Simpan Dist	h _b	144	/unit/th
B. Setup	K	1277,167	per setup
B. Backorder	π	13.656	/unit/th

a) Perhitungan Biaya Pengendalian Persediaan Menggunakan Metode Aktual

- Pengendalian persediaan aktual pada *supplier*

Pengendalian persediaan pada *supplier* saat ini menggunakan metode Q karena *supplier* memiliki *safety stock* di gudang setiap harinya. *Lead time* selama 1 hari atau 0,0033 tahun. Tabel 3 memperlihatkan data pada *supplier* yang dibutuhkan untuk perhitungan pengendalian persediaan saat ini. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai $Q^* = 2.358$ unit dan $B^* = 528$ unit, sehingga besarnya ongkos total dapat dihitung:

$$\begin{aligned} TC &= \text{Ongkos Pengadaan} + \text{Ongkos Simpan} + \text{Ongkos Kekurangan Persediaan} \\ &= \text{Rp } 77.993,00 + \text{Rp } 317.458,00 + \text{Rp } 12.359,00 \\ &= \text{Rp } 407.810,00 \end{aligned}$$

• Pengendalian persediaan aktual pada distributor

Pengendalian persediaan pada distributor saat ini menggunakan metode periodik. Interval pemesanan produk tetap yaitu setiap 1 hari sekali ($t = 0.0033$ tahun) dengan *lead time* pengiriman 1 hari sama dengan 0.0033 tahun dan permintaan yang bervariasi setiap harinya. Data pada distributor dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3, Data Supplier

Keterangan	Jumlah
Kebutuhan Cup (D_1)	52.500 karton
Kebutuhan Botol (D_2)	18.750 karton
Standar deviasi Cup (d_1)	2.132,340
Standar deviasi Botol (d_2)	932,372
Biaya Pesan (C)	Rp 3.503 /pesan
Biaya Simpan (H)	Rp 68 /unit/bln
<i>Lead time</i> (L)	1 hari=0,0033 tahun
Biaya <i>stockout</i> cup (π)	Rp 1.630/karton
Biaya <i>stockout</i> botol (π)	Rp 9.100/karton

Tabel 4, Data Distribution Center

Keterangan	Jumlah
Kebutuhan Cup (D_1)	52.500 karton
Kebutuhan Botol (D_2)	18.750 karton
Standar deviasi Cup (d_1)	2.132,340
Standar deviasi Botol (d_2)	932,372
Biaya Pesan (C)	Rp 3.503 /pesan
Biaya Simpan (H)	Rp 144/unit/bln
Harga beli Cup (p_1)	Rp 10.500 /karton
Harga beli Botol (p_2)	Rp 21.750 /karton
<i>Lead time</i> (L)	1 hari=0,0033 tahun
Biaya <i>stockout</i> cup (π)	Rp 3.500/karton
Biaya <i>stockout</i> botol (π)	Rp 7.250/karton

Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai t adalah 0,0033 bulan, sehingga besarnya ongkos total dapat dihitung:

$$\begin{aligned} TC &= \text{Ongkos Pengadaan} + \text{Ongkos Simpan} + \text{Ongkos Kekurangan Persediaan} \\ &= \text{Rp } 88.460,00 + \text{Rp } 250.870,00 + \text{Rp } 51.970,00 \\ &= \text{Rp } 391.300,00 \end{aligned}$$

b) Perhitungan Biaya Pengendalian Persediaan Menggunakan Metode JELS

Langkah-langkah perhitungan *joint economic lot size* adalah sebagai berikut:

Langkah 1: Menetapkan $m=1$ dengan $TC(Q^*m-1, k^*m-1, m-1) = \infty$

Langkah 2: Menghitung lot pengiriman

$$Q = \sqrt{\frac{2D \left\{ \left(\frac{A}{n} + F \right) \right\} + \frac{k}{m}}{h_b + h_v \left\{ (m-1) - (m-2) \frac{D}{P} \right\}}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 52.500 \left\{ \left(\frac{3.503}{300} + 73.535 \right) \right\} + \frac{1.277,167}{1}}{144 + 68 \left\{ (1-1) - (1-2) \frac{52.500}{75.000} \right\}}}$$

$$Q = 6.814,2633$$

Langkah 3: Menggunakan nilai Q untuk mendapatkan nilai k pada persamaan

$$F(k) = 1 - \frac{h_b Q}{\pi D} = 1 - \frac{144 \times 6.814,2633}{13.656 \times 52.500} = 0,9993$$

Dari tabel distribusi normal standar, diperoleh nilai $k = 3,216$

$$f(k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\left[-\frac{k^2}{2}\right]} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\left[-\frac{3,216^2}{2}\right]} = 0,0023$$

$$\text{Maka, } \psi_k = f(k) - k[1-F(k)] = 0,0023 - 3,216[1-0,9993] = 0,0002$$

Langkah 4: Menghitung Q^* .

$$Q^* = \frac{2D \left\{ \left(\frac{A}{n} + F \right) + \pi \sigma \psi(k) \sqrt{\frac{Q}{D} + \frac{K}{m}} \right\}}{h_b + h_v \left\{ (m-1) - (m-2) \frac{D}{P} \right\} + \frac{h_b \sigma}{D \sqrt{\frac{Q}{D}}} \left\{ k + \frac{\psi(k)}{[1-F(k)]} \right\}}$$

$$Q^* = \frac{2 \times 52.500 \left\{ \left(\frac{3503}{300} + 73.535 \right) + 13.656 \times 2.132,340 \times 0,0002 \sqrt{\frac{6.814,2633}{52.500} + \frac{1.277,167}{1}} \right\}}{144 + 68 \left\{ (1-1) - (1-2) \frac{52.500}{75.000} \right\} + \frac{144 \times 2.132,340}{52.500 \sqrt{\frac{6.814,2633}{52.500}}} \left\{ 1,859 + \frac{0,0002}{[1-0,9993]} \right\}}$$

$$Q^* = 6.407,2895$$

Langkah 5: Tetapkan bahwa $Q^*_m = Q$ dan $k^*_m = k$ dan hitung $TC(Q^*_m, k^*_m, m)$.

$Q^*_1 \neq Q$, maka kembali ke langkah 3.

Rangkuman langkah 3 sampai dengan langkah 5 dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini:

Tabel 5, Rangkuman Langkah 3 Sampai dengan Langkah 5 Produk Cup

m	Q	k	Q*	Q=Q*?	TC (Rp)
1	6814,2633	3,216	6407,2895	tidak	
1	6407,2895	3,234	6400,3247	tidak	
1	6400,3247	3,234	6400,2047	tidak	
1	6400,2047	3,234	6400,2026	tidak	
1	6400,2026	3,234	6400,2026	ya	984.962,045
2	6055,9139	3,250	5741,4572	tidak	
2	5741,4572	3,265	5736,8754	tidak	
2	5736,8754	3,265	5736,8082	tidak	
2	5736,8082	3,265	5736,8072	tidak	
2	5736,8072	3,265	5736,8072	ya	735.433,072
3	5512,5423	3,276	5257,8718	tidak	
3	5257,8718	3,290	5254,6240	tidak	
3	5254,6240	3,290	5254,5824	tidak	
3	5254,5824	3,290	5254,5818	tidak	
3	5254,5818	3,290	5254,5818	ya	839.900,106

Diperoleh nilai $Q^*_5 = Q = 6.400,2026$ pada $m = 1$, maka dilanjutkan dengan menghitung TC_{Gab}^* .

$$TC_{Gab}^* = \left(\frac{A}{nQ^*} \right) + \left(\frac{Q^*}{2} + k\sigma \sqrt{\frac{Q^*}{D}} \right) h_b + \left(\frac{D}{Q^*} \right) k\sigma \sqrt{\frac{Q^*}{D}} \psi(k) + \frac{Q^*}{2} h_v \left\{ (m-1) - (m-2) \frac{D}{P} \right\} + \frac{KD}{mQ^*}$$

$$TC_{Gab}^* = \left(3.503 \frac{52.500}{300 \times 6.400,2026} \right) + \left(\frac{6.400,2026}{2} + 3.234 \times 2132,340 \sqrt{\frac{6.400,2026}{52.500}} \right) 144 + \left(\frac{52.500}{6.400,2026} \right) 3.234 \times 2.132,340 \sqrt{\frac{6.400,2026}{52.500}} 0,0002 + \frac{6.400,2026}{2} 68 \left\{ (1-1) - (1-2) \frac{52.500}{75.000} \right\} + \frac{1277,166 \times 52.500}{1 \times 6.400,2026}$$

$$= \text{Rp } 984.962,045$$

Langkah 6: Jika $TC(Q^*_m, k^*_m, m) \leq TC(Q^*_{m-1}, k^*_{m-1}, m-1)$ ulangi langkah 1 sampai 5 dengan $m = m+1$, dan jika $TC(Q^*_m, k^*_m, m) \leq TC(Q^*_{m-1}, k^*_{m-1}, m-1)$ diperoleh nilai Q^* , k^* dan m^* yang optimal.

Dari Tabel 5 di atas diperoleh nilai $Q^* = 5.736,8072$, $k^* = 3,265$ dan $m^* = 2$ dengan $TC_{Gab}^* = \text{Rp } 735.433,072$

Tabel 6, Rangkuman Total Biaya Persediaan Metode Joint Economic Lot Size

Jenis Produk	Q* (karton)	k*	m*	Biaya Pesan (Rp/bulan)	Biaya Simpan Supplier (Rp/bulan)	Biaya Simpan Distributor (Rp/bulan)	Total Biaya Gabungan (Rp/bulan)
Cup 240 ml	5.736,8072	3,265	2	2.671,455	413.050,121	353.597,540	735.433,072
Botol 600 ml	3.446,8244	3,115	2	1.587,965	248.171,360	203.036,944	432.290,864

Tabel 7, Rangkuman Total Biaya Persediaan Metode Aktual

Jenis biaya	Supplier	Distributor	Supplier	Distributor
	Cup 240 ml	Cup 240 ml	Botol 600 ml	Botol 600 ml
B. Pesan	77.993,000	88.460,000	46.028,000	88.460,000
B. Simpan	317.458,000	250.870,000	164.843,000	133.558,000
B. Backorder	12.359,000	51.970,000	7.031,000	46.137,000
Total	407.810,000	391.300,000	217.902,000	268.155,000

Tabel 8, Perbandingan Antar Metode

Jenis Produk	Aktual	JELS
Cup 240 ml	799.110,000	735.433,072
Botol 600 ml	486.057,000	432.290,864

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan pembahasan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Metode perusahaan pada saat ini terdapat kelemahan yaitu ukuran lot pemesanan yang kecil dari distributor kepada *supplier* dimana *supplier* sudah mempunyai ukuran lot produksi sendiri sehingga menimbulkan total biaya persediaan yang tinggi.
- Metode yang tepat untuk memecahkan permasalahan pada perusahaan adalah metode *joint economic lot size* karena total biaya pengendalian persediaan lebih kecil dari total biaya pengendalian persediaan saat ini.
- Penghematan total biaya persediaan yang diperoleh *supplier* dengan menerapkan metode JELS adalah sebesar Rp 117.443,064 atau sebesar 9,138% per bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arvianto, Ary, dkk., (2010), Evaluasi Kebijakan Strategi Bisnis Menggunakan Model Joint Economic Lot Size (JELS) Dengan Permintaan Probabilistik, Jurnal Teknik Industri Universitas Diponegoro, Vol V.
- Nur Bahagia, Senator., (2006), Sistem Inventori, Bandung: Penerbit ITB.
- Cachon, Terwiesch., (2006), Matching Supply with Demand, New York: McGraw-Hill International Edition.
- Chopra, S., and Meindl, P., (2001), Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation, Singapore: Prentice Hall.
- Jauhari, Wakhid Ahmad., (2009), Model Joint Economic Lot Size Pada Kasus Pemasok-Pembeli Dengan Permintaan Probabilistik, Jurnal Teknik Industri Universitas Sebelas Maret, Vol 11, pp.1-14.
- Smith, Spencer B., (1989), Computer-Based Production and Inventory Control, USA: Prentice-Hall International, Inc.
- Tersine, Richard J., (1994), Principles of Inventory and Material Management, USA: Prentice-Hall International, Inc.
- Yamit, Zulian., (1999), Manajemen Persediaan, Yogyakarta: Ekonisia Fakultas Ekonomi UII.