

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 CPM</i> 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, Bertly 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

FRAME: METODE EVALUASI TINDAKAN MANAJEMEN RISIKO RANTAI PASOK

Anggriani Profita

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Kampus Gunung Kelua, Jalan Sambaliung Nomor 9 Samarinda 75119

Telp. (0541) 736834, Fax (0541) 749315

E-mail: anggi.ryath@gmail.com

ABSTRAK

Risiko dan ketidakpastian selalu menjadi isu penting dalam pengelolaan rantai pasok. Iklim kompetisi saat ini menuntut rantai pasok untuk dapat mengelola risikonya secara proaktif sebagai salah satu faktor penunjang keunggulan bersaing. Kesalahan dalam menangani risiko rantai pasok dapat mengakibatkan kerugian yang besar, baik kerugian finansial, kinerja, fisik, psikis, sosial, maupun waktu. Pengelolaan risiko rantai pasok bertujuan untuk mengembangkan berbagai pendekatan yang bertujuan untuk mengidentifikasi, menilai, menganalisis, dan menangani area-area yang rentan dan berisiko dalam rantai pasok. Secara garis besar, siklus pengelolaan risiko rantai pasok dapat dikategorikan ke dalam empat fase utama, yaitu identifikasi risiko, penilaian risiko, tindakan manajemen risiko, dan evaluasi risiko. Penelitian yang berkaitan dengan pengembangan metode identifikasi dan penilaian risiko telah banyak dilakukan. Namun, penelitian mengenai penentuan tindakan manajemen risiko, khususnya mengenai bagaimana merancang dan mengevaluasi alternatif mitigasi risiko masih relatif sedikit jumlahnya. Berdasarkan paparan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan FRAME (Framework of Risk Analysis and Mitigation Effectiveness), yang merupakan suatu metode kuantitatif untuk mengevaluasi alternatif mitigasi risiko, khususnya risiko-risiko operasional yang bersifat kontinyu. Di samping itu, penelitian ini juga mengulas perbandingan FRAME dengan beberapa metode maupun model analisis dan mitigasi risiko yang telah dikembangkan pada penelitian-penelitian terdahulu.

Kata Kunci: manajemen risiko; risiko rantai pasok; evaluasi strategi mitigasi; FRAME

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan rantai pasok memegang peranan yang signifikan (Jain dkk, 2010), terutama dalam hal membangun, meningkatkan, dan mempertahankan keunggulan kompetitif rantai pasok yang berkelanjutan (Shukla dkk, 2011). Pengelolaan rantai pasok secara efektif memungkinkan rantai pasok meningkatkan daya saing dan kinerjanya (Khan & Burnes, 2007; Vanany dkk, 2009), seperti peningkatan *inventory turnover*, pendapatan, ketersediaan produk, responsivitas, *economic value added*, dan pemanfaatan modal. Di samping itu, pengelolaan rantai pasok juga berperan dalam menurunkan biaya, *order cycle time*, dan *time to market* (Shukla dkk, 2011).

Sistem rantai pasok yang panjang dan kompleks merefleksikan pasar yang dinamis dan global (Asbjørnslett, 2009). Kompleksitas rantai pasok ditandai dengan berbagai aktivitas yang terlibat di dalamnya, seperti logistik, manajemen persediaan, pembelian dan pengadaan, perencanaan produksi, serta pengukuran kinerja. Kompleksitas ini semakin meningkat seiring peningkatan keterlibatan berbagai pemasok, penyedia layanan, serta konsumen akhir dalam jaringan rantai pasok. Hal-hal tersebut menyebabkan rantai pasok menjadi rentan terhadap risiko (Arshinder dkk, 2011).

Risiko cenderung berdampak negatif terhadap kinerja, profitabilitas, pendapatan operasional, penjualan, struktur biaya, aset dan persediaan. Risiko yang terjadi dalam rantai pasok membawa dampak yang signifikan terhadap kinerja finansial rantai pasok secara keseluruhan, serta mempengaruhi tingkat kepuasan perusahaan/organisasi *downstream* dan konsumen akhir (Carvalho dkk, 2012; Zegordi & Davarzani, 2012). Sumber risiko yang sifatnya tidak terduga menjadikan pengelolaan risiko yang sifatnya proaktif sebagai komponen kritis dan memegang peranan penting dalam keberhasilan pengelolaan rantai pasok dan menjadi keunggulan bersaing rantai pasok di masa mendatang (Han & Chen, 2007; Henke, 2009; Lavastre dkk, 2012).

Manajemen risiko rantai pasok bertujuan untuk mengembangkan pendekatan untuk mengidentifikasi, menilai, menganalisis, dan menangani area-area yang rentan dan berisiko dalam rantai pasok (Trkman & McCormack, 2009). Disiplin ilmu ini muncul sebagai interseksi antara manajemen risiko (*risk management*) dan manajemen rantai pasok (*supply chain management*) (Paulsson, 2004; Singhal dkk 2011). Secara garis besar, proses-proses yang dilakukan dalam manajemen risiko rantai

pasok meliputi identifikasi risiko, penilaian risiko, tindakan manajemen risiko, serta pengawasan/*monitoring* risiko (Profita, 2012). Dalam menjalankan proses-proses tersebut, beberapa metode dan teknik manajemen risiko dapat digunakan untuk mengelola risiko dalam rantai pasok.

Simulasi merupakan pendekatan sistematis yang berguna untuk mempertimbangkan beberapa skenario yang bertujuan untuk memahami dampak relatif dan interaktif dari satu atau sejumlah variabel dalam rangka mencari solusi optimal yang sulit dicapai melalui metode-metode optimasi (Manuj dkk, 2009; Persson & Araldi, 2009; Persson, 2011; Ghadge dkk, 2012). Namun, menggunakan simulasi untuk mempelajari risiko dalam rantai pasok memiliki beberapa kesulitan, khususnya dalam merancang dan menetapkan parameter simulasi (Melnyk dkk, 2009; Singhal dkk, 2011). Selain itu, simulasi perlu diintegrasikan dengan instrumen lainnya agar dapat menjadi alat bantu pengambilan keputusan dalam pengelolaan risiko rantai pasok yang proaktif (Singhal dkk, 2011).

Manajemen risiko proaktif dapat diciptakan melalui proses prediksi dan estimasi yang baik mengenai probabilitas terjadinya risiko tertentu dan secara akurat mengukur dampak potensialnya (Dani, 2009). FMECA (*Failure Mode, Effect, and Criticality Analysis*) merupakan salah satu instrumen prediktif yang banyak digunakan dalam menaksir risiko dalam rantai pasok. FMECA merupakan pemuat akhir dari FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), dimana evaluasi tingkat kepentingan dari *failure mode* dalam FMECA melibatkan aspek kekritisitas (*criticality*). Kekritisitas *failure mode* diwakili oleh RPN (*Risk Priority Number*) yang dihitung sebagai perkalian dari tiga indeks, yaitu tingkat keparahan (*severity index*), probabilitas terjadinya risiko (*occurrence rate*), dan kesulitan dalam mendeteksi kemunculan risiko (*detection score*) (Lavastre dkk, 2012).

Telah terdapat penelitian terdahulu yang menggunakan simulasi untuk memodelkan risiko dalam rantai pasok, diantaranya penelitian Tuncel & Alpan (2009), Behdani (2013), Ghadge dkk (2013), dan Peng dkk (2013). Hanya saja penelitian-penelitian tersebut terbatas pada tahapan penilaian risiko. Hingga saat ini, belum terdapat penelitian yang secara eksplisit memaparkan alternatif strategi mitigasi risiko beserta prosedur penentuannya. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk berkontribusi bagi pengembangan teori manajemen risiko rantai pasok melalui pengembangan metode kuantitatif pengambilan keputusan strategi mitigasi risiko yang diberi nama FRAME (*Framework of Risk Analysis and Mitigation Effectiveness*).

FRAME mengintegrasikan FMECA dan simulasi sistem dinamik, dimana integrasi keduanya diharapkan dapat bermanfaat sebagai instrumen dalam mengevaluasi alternatif strategi mitigasi risiko, khususnya risiko-risiko operasional yang sifatnya kontinyu. Simulasi sistem dinamik dipilih karena pendekatan tersebut mampu mengakomodir sifat risiko yang multidimensi dan multi-perspektif (Singhal dkk, 2011), dimana perspektif waktu merupakan dimensi kritis dari setiap keputusan yang melibatkan risiko (Ritchie & Brindley, 2009). Di samping itu, sistem dinamik dapat memodelkan perilaku kompleks dimana variabel-variabel dalam sistem memiliki keterkaitan (Coyle, 1996), mengidentifikasi pola penyebab dari perilaku seiring bertambahnya waktu (Forrester, 1961), serta mampu mengakomodir faktor ketidakpastian dan ambiguitas hubungan sebab akibat (Peng dkk, 2013).

2. FRAME (FRAMEWORK OF RISK ANALYSIS AND MITIGATION EFFECTIVENESS)

Metode FRAME terdiri dari empat fase, yaitu fase identifikasi risiko, analisis dan evaluasi risiko, pengembangan model simulasi risiko-risiko kritis, dan penentuan opsi mitigasi. FMECA diadaptasi untuk mengidentifikasi dan menilai risiko-risiko pada fase pertama dan kedua. Adapun pemodelan dan simulasi risiko-risiko kritis dilakukan dengan pendekatan simulasi sistem dinamik.

a) Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko merupakan tahap awal dalam proses manajemen risiko. Identifikasi risiko merupakan suatu proses yang sistematis untuk menghimpun seluruh risiko yang berpotensi menghambat tujuan dan sasaran yang hendak dicapai oleh rantai pasok. Tahapan ini memiliki beberapa sub tahapan, yaitu:

- 1) Menentukan teknik identifikasi risiko
- 2) Mengidentifikasi tujuan rantai pasok
- 3) Mengumpulkan informasi internal dan eksternal
- 4) Menentukan indikasi risiko
- 5) Menyusun daftar komprehensif peristiwa risiko
- 6) Menyusun kategori risiko
- 7) Menentukan penyebab risiko
- 8) Mengidentifikasi dampak risiko

b) Analisis dan Evaluasi Risiko

Analisis risiko merupakan tahap kedua dalam proses manajemen risiko. Analisis risiko bertujuan untuk mengetahui tingkat probabilitas maupun dampak yang ditimbulkan dari risiko rantai pasok secara sistematis, baik menggunakan metode kualitatif maupun metode kuantitatif (Hallikas dkk, 2004; Tang & Tomlin, 2009; Singhal dkk, 2011). Ada pula pendekatan lainnya yang berada diantara pendekatan kuantitatif maupun kualitatif, yaitu pendekatan semi kuantitatif. Pendekatan ini dilakukan dengan menerjemahkan parameter kualitatif (baik, sedang, buruk) kedalam angka yang menunjukkan skala tingkat kemungkinan dan konsekuensi. Pilihan pendekatan yang digunakan tergantung pada keadaan, ketersediaan data, dan kebutuhan *stakeholder* selaku pemilik risiko.

Setelah risiko-risiko dinilai probabilitas dan dampaknya, selanjutnya dilakukan evaluasi risiko. Evaluasi risiko adalah proses *benchmarking* antara tingkat risiko yang dihasilkan pada tahap analisis risiko dengan *threshold* toleransi risiko yang telah ditetapkan oleh rantai pasok. Evaluasi ini bertujuan untuk menentukan prioritas pengelolaan risiko sehingga diketahui risiko mana saja yang perlu mendapat perhatian dan penanganan lebih lanjut.

Tahapan analisis dan evaluasi risiko memiliki beberapa sub tahapan, yaitu:

- 1) Memahami kriteria risiko
- 2) Menilai efektivitas pengendalian risiko
- 3) Menilai risiko
- 4) Mensortir risiko berdasarkan RPN
- 5) Menentukan prioritas risiko

c) Pengembangan Model Simulasi Risiko-risiko Kritis

Setelah tahapan identifikasi, analisis, dan evaluasi risiko dilaksanakan menggunakan FMECA, maka tahap selanjutnya adalah tahap pengembangan model simulasi risiko-risiko kritis. Risiko ini merupakan risiko yang memiliki RPN tinggi dan memerlukan penanganan lebih lanjut, sebagaimana *output* dari proses penyortiran risiko berdasarkan RPN. Risiko-risiko kritis ini melampaui *threshold* sehingga diperlukan tindakan untuk mereduksi risiko hingga batas yang ditentukan. Dalam hal ini, strategi *risk reduction* dapat diadaptasi yang bertujuan untuk mereduksi probabilitas terjadinya risiko maupun mereduksi tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan risiko.

Simulasi yang dikombinasikan dengan FMECA adalah simulasi sistem dinamik. Tahapan pengembangan model simulasi risiko-risiko kritis memiliki beberapa sub tahapan, yaitu:

- 1) Menetapkan batasan model
- 2) Konseptualisasi keterkaitan penyebab risiko, risiko, dan dampak risiko
- 3) Menentukan *output* untuk evaluasi kinerja sistem
- 4) Mengembangkan formulasi model simulasi
- 5) Uji verifikasi dan validasi model
- 6) Simulasi kondisi *existing* sistem

Diagram yang menggambarkan pengintegrasian FMECA dan simulasi sistem dinamik untuk mengembangkan model simulasi risiko-risiko kritis ditampilkan pada Gambar 1.

d) Penentuan Opsi Mitigasi Risiko

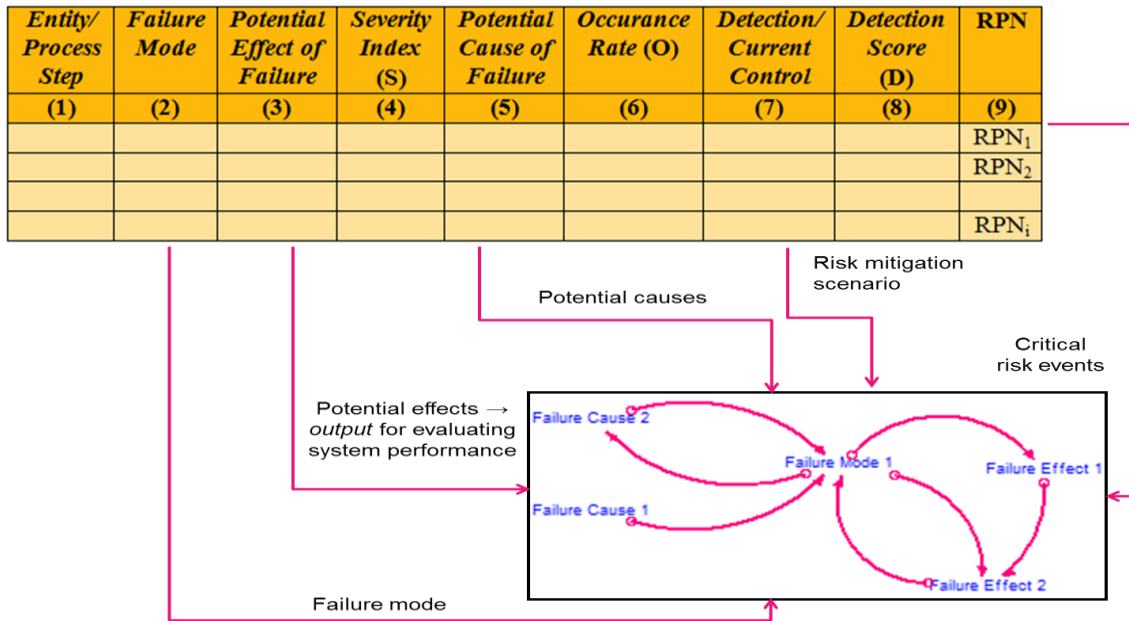
Tahap penentuan opsi mitigasi risiko merupakan tahap akhir dari metode yang dikembangkan dalam penelitian ini. Secara garis besar, tahap ini berisi tahapan proses yang dilakukan dalam memilih opsi mitigasi risiko, mensimulasikan opsi-opsi mitigasi, hingga dapat menentukan opsi mitigasi yang terbaik yang mampu mereduksi risiko hingga suatu batas tertentu.

3. STUDI KASUS

Metode FRAME ini telah diaplikasikan pada salah satu perusahaan semen terkemuka di Indonesia. Perusahaan ini memiliki tiga anak perusahaan yang mampu memasok permintaan semen di seluruh Indonesia. Kapasitas terpasang agregat dari ketiga anak perusahaan adalah 29 juta ton per tahun. Dengan dukungan ribuan distributor dan toko pengecer, perusahaan ini mampu menguasai sekitar 42% pangsa pasar semen domestik. Data dan informasi yang ditampilkan pada studi kasus diperoleh melalui laporan perusahaan, serta *in-depth interview*, *brainstorming*, dan kuesioner yang ditujukan kepada kepala departemen dan biro yang relevan untuk dijadikan sebagai narasumber (Profita, 2014).

a) Identifikasi Risiko

Risiko-risiko yang diidentifikasi merupakan risiko operasional yang mengacu kepada kerangka SCOR (*Supply Chain Operations Reference*). Risiko tersebut dikelompokkan kedalam tiga kategori, yaitu risiko *source*, *make*, dan *deliver*. Perusahaan telah mendokumentasikan risiko yang dialaminya dalam



Gambar 1. Ilustrasi Pengintegrasian FMECA dan Simulasi Sistem Dinamik

laporan profil risiko yang dikategorikan berdasarkan departemen dan biro di dalam perusahaan. Oleh karena itu, risiko perlu untuk disesuaikan menjadi risiko *source*, *make*, dan *deliver*. Secara umum, terdapat keseluruhan 56 risiko dengan rincian risiko *source* sebanyak 18 risiko, risiko *make* sebanyak 17 risiko, dan risiko *deliver* sebanyak 21 risiko. Tabel 1 merangkum klasifikasi risiko berdasarkan RPN dan proses bisnis dimana risiko-risiko operasional tersebut terjadi.

Tabel 1. Rangkuman Klasifikasi Risiko

Proses Bisnis	Low	Moderate	High	Total
Source	5	12	1	18
Make	4	12	1	17
Deliver	7	10	4	21
Total	16	34	6	56

b) Analisis dan Evaluasi Risiko

Risiko-risiko yang telah diidentifikasi kemudian dinilai probabilitas terjadinya (O) dan keparahan dampak yang ditimbulkannya (S). Setelah nilai S dan O diketahui, maka RPN dapat dihitung dengan mengalikan nilai S dan O. Nilai RPN akan digunakan sebagai dasar untuk memprioritaskan risiko. Oleh karena itu, semakin tinggi RPN maka semakin tinggi pula skala prioritas penanganan yang dibutuhkan oleh suatu risiko. Berdasarkan RPN pula, risiko-risiko dapat diklasifikasikan menjadi *extreme risk*, *high risk*, *moderate risk*, dan *low risk*. Klasifikasi ini merujuk kepada kriteria risiko sebagaimana tertuang dalam prosedur penerapan manajemen risiko perusahaan.

Tabel 2 berikut ini memuat ringkasan penilaian risiko (*risk assessment*) terhadap proses *source*, *make*, dan *deliver*, sebagaimana diperoleh dari laporan *risk assessment* perusahaan. Tabel 2 juga menampilkan klasifikasi dari risiko *source*, *make*, dan *deliver* yang terjadi pada perusahaan.

Tabel 2. Penilaian dan Klasifikasi Risiko *Source*, *Make*, dan *Deliver*

Kode Risiko	Nama Risiko	RPN (S x O)	Kategori
SOURCE			
S01	Risiko keterlambatan pembayaran	12,00	High Risk
S02	Risiko order konfirmasi	9,00	Moderate Risk
S03	Risiko penerimaan bahan baku dan penolong operasi	7,20	Moderate Risk
S04	Risiko <i>deliverable requirement</i> tidak terpenuhi	7,00	Moderate Risk
S05	Risiko barang persediaan rutin berlebihan	6,72	Moderate Risk
S06	Risiko penetapan HPS/ECE	6,25	Moderate Risk
S07	Risiko <i>tender</i> gagal	6,00	Moderate Risk
S08	Risiko vendor lokal	6,00	Moderate Risk

Kode Risiko	Nama Risiko	RPN (S x O)	Kategori
S09	Risiko <i>e-Procurement</i> tidak optimal	6,00	Moderate Risk
S10	Risiko pengelolaan arsip pengadaan	6,00	Moderate Risk
S11	Risiko penyimpanan barang	5,76	Moderate Risk
S12	Risiko barang persediaan rutin habis	5,72	Moderate Risk
S13	Risiko penerimaan suku cadang	5,28	Moderate Risk
S14	Risiko proses RR	4,80	Low Risk
S15	Risiko kesalahan data (barang tidak terpakai)	4,40	Low Risk
S16	Risiko kebakaran	3,80	Low Risk
S17	Risiko pemakaian tenaga bongkar muat	3,20	Low Risk
S18	Risiko salah hitung	3,08	Low Risk
MAKE			
M01	Risiko kapasitas <i>finish mill</i> menurun	12,00	High Risk
M02	Risiko silo semen penuh	8,00	Moderate Risk
M03	Risiko proporsi pemakaian terak tinggi	8,00	Moderate Risk
M04	Risiko mutu semen	8,00	Moderate Risk
M05	Risiko gangguan operasional pelabuhan	8,00	Moderate Risk
M06	Risiko gangguan peralatan <i>packer</i>	6,00	Moderate Risk
M07	Risiko kapasitas produksi <i>packer</i> terbatas	6,00	Moderate Risk
M08	Risiko gangguan peralatan di <i>finish mill</i>	6,00	Moderate Risk
M09	Risiko <i>finish mill</i> berhenti beroperasi	6,00	Moderate Risk
M10	Risiko kenaikan harga listrik	6,00	Moderate Risk
M11	Risiko SDM	6,00	Moderate Risk
M12	Risiko pemogokan tenaga <i>loader</i>	6,00	Moderate Risk
M13	Risiko beroperasinya peralatan baru	6,00	Moderate Risk
M14	Risiko <i>power</i> mati	3,00	Low Risk
M15	Risiko sistem distribusi listrik	3,00	Low Risk
M16	Risiko <i>spare part</i> tidak tersedia	3,00	Low Risk
M17	Risiko biaya pemeliharaan <i>over budget</i>	3,00	Low Risk
DELIVER			
D01	Risiko terhambatnya pembongkaran semen biro via laut	12,00	High Risk
D02	Risiko terlambatnya pembongkaran kiriman semen curah via kapal ke PP	11,00	High Risk
D03	Risiko terhambatnya proses pembongkaran pengiriman semen via darat	10,50	High Risk
D04	Risiko terhambatnya pengiriman semen biro via laut	10,00	High Risk
D05	Risiko ketersediaan armada darat	9,00	Moderate Risk
D06	Risiko kenaikan ongkos angkut dan pengelolaan gudang	8,60	Moderate Risk
D07	Risiko terlambatnya/tidak tersedianya pemuatan semen pabrik	8,10	Moderate Risk
D08	Risiko ekspediter tidak mau melakukan pengiriman	7,40	Moderate Risk
D09	Risiko listrik padam di penyerahan pabrik, gudang penyangga, dan penyerahan <i>packing plant</i>	6,60	Moderate Risk
Kode Risiko	Nama Risiko	RPN (S x O)	Kategori
D10	Risiko terhambatnya proses sandar kapal di PP	6,50	Moderate Risk
D11	Risiko listrik padam di PP	6,09	Moderate Risk
D12	Risiko operator <i>packer</i> di PP mogok	5,60	Moderate Risk
D13	Risiko terhambatnya pembongkaran semen di PP	5,40	Moderate Risk
D14	Risiko terhambatnya proses <i>cost calculation and settlement</i>	5,20	Moderate Risk
D15	Risiko peralatan mesin <i>packer</i> di PP tidak berfungsi	4,80	Low Risk
D16	Risiko kiriman <i>drop shoot</i>	4,00	Low Risk
D17	Risiko gagal rilis semen (penyerahan di <i>shipping</i>)	3,60	Low Risk
D18	Risiko jumlah sisa <i>order</i> meningkat	3,00	Low Risk
D19	Risiko kerusakan semen karena pengiriman via truk	2,50	Low Risk
D20	Risiko gangguan bongkar muat di gudang	2,30	Low Risk
D21	Risiko kerusakan semen di gudang	2,00	Low Risk

Langkah selanjutnya adalah melakukan *criticality analysis* untuk memberikan skor penilaian terhadap kemampuan perusahaan dalam mendeteksi kemunculan risiko. Dalam hal ini, dilakukan penilaian ahli (*expert judgement*) yang ditujukan kepada Kepala Seksi Biro Manajemen Risiko

perusahaan. Dengan menggabungkan skor deteksi (D) dengan penilaian *severity index* (S) dan *occurrence rate* (O), maka nilai RPN baru dapat dihitung sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Ulang RPN terhadap Risiko-risiko Kritis

Kode Risiko	Nama Risiko	S	O	D	RPN
S01	Risiko keterlambatan pembayaran	4,00	3,00	3,00	36,00
M01	Risiko kapasitas <i>finish mill</i> menurun	3,00	4,00	3,00	36,00
D01	Risiko terhambatnya pembongkaran semen biro via laut	4,00	3,00	2,00	24,00
D02	Risiko terlambatnya pembongkaran kiriman semen curah via kapal ke PP	2,00	5,50	3,00	33,00
D03	Risiko terhambatnya proses pembongkaran pengiriman semen via darat	3,00	3,50	4,00	42,00
D04	Risiko terhambatnya pengiriman semen biro via laut	3,00	3,30	3,00	29,70

Dari enam risiko yang tergolong *high risk*, empat diantaranya merupakan risiko yang berkaitan dengan proses bisnis *deliver*, yaitu D01, D02, D03, dan D04. Disamping itu, terdapat dugaan bahwa keempat risiko tersebut memiliki keterkaitan satu sama lain. Oleh karenanya, risiko-risiko inilah yang akan dimodelkan dan disimulasikan pada tahap pengembangan model simulasi.

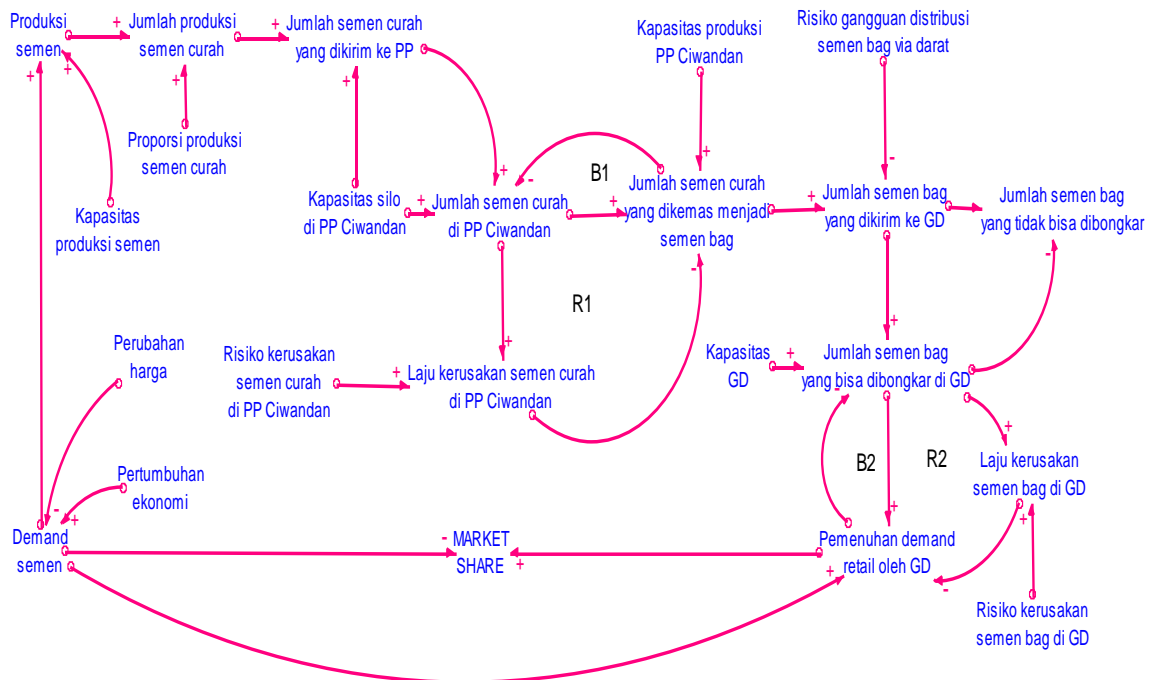
c) Pengembangan Model Simulasi Risiko-risiko Kritis

Risiko-risiko kritis yang membutuhkan penanganan lebih lanjut telah ditentukan berdasarkan hasil dari tahap analisis dan evaluasi risiko. Variabel penyebab risiko, dampak risiko, dan kemampuan kontrol terhadap risiko tersebut yang diperoleh dari hasil FMECA ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Penyebab Risiko, Dampak Risiko, dan Kemampuan Kontrol terhadap Risiko

Kode Risiko	Penyebab Risiko	UC/C	Dampak Risiko
D01	Skala prioritas bongkar	UC	<ul style="list-style-type: none"> • Sisa order distributor > 3% • Kelangkaan semen • Kerusakan semen di kapal
	Air laut surut	UC	
D02	Ketersediaan <i>space</i> pelabuhan bongkar	UC	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya distribusi dan transportasi terhadap penjualan <i>netto</i> > 15% • Kelangkaan semen
	Air laut surut atau gelombang tinggi	UC	
D03	Distributor atau toko tidak bersedia melakukan pembongkaran (toko tutup)	C	<ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan armada untuk mengangkut semen dari pabrik ke gudang distributor/toko
	<i>Stock</i> di gudang distributor/toko penuh	C	
D04	Kekurangan kapal	C	<ul style="list-style-type: none"> • Sisa order distributor > 3% • Kerusakan semen di kapal • Kelangkaan semen • Memungkinkan semen pesaing untuk merebut pasar yang sedang kekurangan pasokan
	Cuaca buruk	UC	

Setelah variabel-variabel yang berkaitan dengan risiko-risiko kritis ditentukan, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi hubungan antar variabel. Hubungan antar variabel tersebut kemudian digambarkan kedalam *causal loop diagram* sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2. Pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa terdapat dua buah *loop* positif (R1 dan R2) dan dua buah *loop* negatif (B1 dan B2). Ditinjau dari jumlah *loop* positif dan *loop* negatif, sistem ini cenderung akan berfluktuasi karena kedua jenis *loop* berupaya untuk menyeimbangkan satu sama lain.



Gambar 2. Causal Loop Diagram

Causal loop diagram kemudian dikonversi menjadi *stock and flow diagram* yang memuat gambaran lebih rinci mengenai sistem yang diamati. Dalam *stock and flow diagram*, pengaruh waktu terhadap keterkaitan antar variabel diperhatikan. Hal ini karena *stock and flow diagram* telah memisahkan variabel kedalam kategori *level* dan *rate*. Variabel *level* merupakan variabel yang nilainya terakumulasi dari waktu ke waktu selama periode simulasi. Adapun variabel *rate* merupakan variabel yang menggambarkan laju aktivitas yang dapat mengubah nilai *level*. Dalam menggambarkan *stock and flow diagram*, variabel-variabel dikelompokkan menjadi beberapa sub model, yaitu pabrik, *packing plant*, distributor, dan toko pengecer. Pengelompokan variabel ini didasarkan pada pihak-pihak yang terlibat dan aliran produk semen dalam rantai pasok.

Stock and flow diagram yang telah dibuat perlu diverifikasi dan divalidasi. Verifikasi dilakukan untuk mengecek apakah terdapat *error* formulasi (*equation*) maupun satuan (*unit*) dalam model. Disamping itu, model juga harus divalidasi dengan membandingkan perilaku sistem dalam kondisi riil dan dalam simulasi yang dilakukan. Tujuan dari validasi adalah untuk melihat apakah model mampu mewakili sistem nyata. Berdasarkan uji validasi, seluruh sub model memiliki nilai *error* kurang dari 0,1. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model valid secara kuantitatif dan mampu merepresentasikan perilaku sistem nyata.

Setelah model melalui uji verifikasi dan validasi, maka model sudah layak untuk disimulasikan. Variabel respon dalam simulasi ini adalah semen curah yang tidak dapat dikirimkan ke *packing plant* dan semen *bag* yang tidak dapat dibongkar di gudang distributor. Hasil simulasi menunjukkan bahwa terdapat 459.288,01 ton semen curah yang tidak dapat dikirimkan ke *packing plant* di akhir periode simulasi. Sementara itu, terdapat 5.293.335 sak semen yang tidak dapat dibongkar di gudang distributor. Hasil ini dijadikan sebagai dasar untuk menilai efektivitas alternatif mitigasi risiko. Simulasi terhadap alternatif mitigasi risiko berfokus untuk menghasilkan tindakan mitigasi yang efektif dalam mereduksi probabilitas terjadinya risiko dan mengurangi keparahan dampak risiko.

d) Penentuan Opsi Mitigasi Risiko

Dari keempat risiko kritis yang terjadi pada proses bisnis *deliver*, maka dipilihlah risiko terlambatnya pembongkaran kiriman semen curah via kapal ke PP (D02) dan risiko terhambatnya proses pembongkaran pengiriman semen via darat (D03) sebagai risiko yang disimulasikan alternatif mitigasi risikonya. Risiko D02 dan D03 dipilih berdasarkan hasil FMECA serta hasil diskusi dengan perwakilan dari Divisi Distribusi dan Transportasi perusahaan. Mengingat penyebab-penyebab risiko D02 dan D03

yang bersifat *controllable*, maka alternatif mitigasi risiko dapat dikembangkan untuk menanggulangi kedua risiko tersebut.

Pada tahap penentuan opsi mitigasi risiko, disimulasikan dua jenis alternatif mitigasi, yaitu penjadwalan frekuensi pengiriman semen curah ke *packing plant* (skenario 1) dan peningkatan kapasitas gudang distributor (skenario 2). Skenario 1 merupakan skenario yang mensimulasikan alternatif mitigasi risiko berupa peningkatan frekuensi pengiriman semen curah dari pabrik ke *packing plant* menggunakan mode transportasi kapal. Skenario mitigasi ini bertujuan untuk menghindari kelangkaan semen di area pemasaran yang potensial seperti Jawa Barat, Banten, dan DKI Jakarta. Dalam skenario 1, variabel kontrolnya adalah frekuensi pengiriman semen curah, dimana frekuensi pengiriman yang disimulasikan adalah 6 kali pengiriman/bulan (skenario 1a) dan 8 kali pengiriman/bulan (skenario 1b). Adapun skenario 2 bertujuan untuk meminimalisir jumlah semen *bag* yang tidak dapat dibongkar akibat keterbatasan kapasitas penyimpanan gudang distributor. Dalam skenario 2, variabel kapasitas gudang distributor menjadi variabel kontrol dalam simulasi, dimana kapasitas gudang distributor yang disimulasikan adalah 1.900.000 sak (skenario 2a) dan 2.000.000 sak (skenario 2b). Hasil simulasi skenario 1 dan 2 selengkapnya ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Simulasi Skenario 1 dan Skenario 2

Variabel Respon	% Penurunan Dampak		% Penurunan Frekuensi	
SKENARIO 1				
Semen curah yang tidak dapat dikirimkan ke <i>packing plant</i>	Skenario 1a	Skenario 1b	Skenario 1a	Skenario 1b
	76%	100%	66,67%	100%
SKENARIO 2				
Semen <i>bag</i> yang tidak dapat dibongkar di gudang distributor	Skenario 2a	Skenario 2b	Skenario 2a	Skenario 2b
	43%	72%	8,33%	58,33%

Tabel 6 menyajikan hasil perbandingan skenario 1 dan skenario 2 ditinjau dari *market share*. Merujuk kepada tabel tersebut, skenario mitigasi risiko yang terbaik yaitu skenario 2b. Melalui skenario 2b, perusahaan mampu meningkatkan *market share* sebesar 10% dan mampu menguasai pasar dengan persentase 21,3192% untuk wilayah pemasaran Jawa Barat, Banten, dan DKI Jakarta.

Tabel 6. Perbandingan Skenario Mitigasi Risiko Ditinjau dari Market Share

Skenario Mitigasi Risiko	Market Share (%)	Persentase Peningkatan Market Share
Skenario 1a	19,2764	0%
Skenario 1b	19,2764	0%
Skenario 2a	20,2988	5%
Skenario 2b	21,3192	10%

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada subbab ini dilakukan pembahasan mengenai keunggulan maupun kelemahan FMECA, simulasi sistem dinamik, serta metode FRAME berdasarkan hasil uji coba yang diselenggarakan dengan teori-teori yang dikemukakan oleh peneliti-peneliti terdahulu. Disamping itu, subbab ini berupaya untuk melakukan perbandingan antara metode FRAME dengan metode pemilihan opsi mitigasi HOR (*House of Risk*) yang dikembangkan oleh Pujawan & Geraldin (2009).

a) Analisis FMECA

Beberapa keunggulan yang dimiliki oleh FMECA, diantaranya adalah:

- 1) Mampu memprediksi dan mengestimasi probabilitas terjadinya risiko tertentu serta mengukur dampak potensialnya secara akurat (Dani, 2009).

Pada studi kasus, skala penilaian untuk *severity index* (S), *occurrence rate* (O), serta *detection score* (D) ditentukan dalam rentang 1 sampai dengan 5, dimana penilaian yang diharapkan adalah *smaller the better*. FMECA mampu melakukan prediksi dan estimasi melalui pemberian nilai untuk masing-masing kriteria S, O, dan D.

Penilaian S, O, dan D dapat menggunakan metode kualitatif, semi kuantitatif, dan kuantitatif. Pada uji coba yang telah dilakukan, penilaian S dan O diperoleh melalui Laporan *Risk Assessment* perusahaan. Adapun penilaian D diperoleh melalui *expert judgement* yang ditujukan kepada Kepala Seksi Biro Manajemen Risiko. Keakuratan penilaian S, O, dan D amat dipengaruhi oleh ketersediaan data serta pemahaman *expert* mengenai risiko-risiko yang diamati.

- 2) Mampu memprioritaskan risiko berdasarkan RPN yang mempertimbangkan tingkat keparahan (*severity index*), kekerapan terjadinya risiko (*occurrence rate*), serta kesulitan dalam mendeteksi risiko (*detection score*) (Lavastre dkk, 2012).

Setelah nilai S, O, dan D ditentukan, maka RPN dapat dihitung dengan mengalikan ketiga nilai tersebut. RPN yang tinggi merefleksikan kekritisannya suatu risiko, sehingga semakin tinggi RPN maka semakin kritis dampak suatu risiko, semakin kerap frekuensi terjadinya risiko, atau kurangnya upaya pengawasan dan deteksi terhadap kemunculan risiko.

Semakin kritis suatu risiko, maka semakin prioritas risiko tersebut untuk mendapatkan tindakan lebih lanjut. Terlebih apabila risiko telah melampaui ambang batas yang telah ditetapkan. Dalam uji coba, FMECA mampu memprioritaskan risiko yang terjadi pada proses bisnis *deliver* dengan urutan prioritas sebagai berikut:

- a. Prioritas ke-1, risiko terhambatnya proses pembongkaran pengiriman semen via darat (D03), dengan RPN sebesar 42,00.
- b. Prioritas ke-2, risiko terlambatnya pembongkaran kiriman semen curah via kapal ke PP (D02), dengan RPN sebesar 33,00.
- c. Prioritas ke-3, risiko terhambatnya pengiriman semen biro via laut (D04), dengan RPN sebesar 29,70.
- d. Prioritas ke-4, risiko terhambatnya pembongkaran semen biro via laut(D01), dengan RPN sebesar 24,00.

Kelemahan yang dimiliki FMECA terletak pada pemanfaatannya yang terbatas hanya pada proses penilaian dan evaluasi risiko. FMECA berpotensi untuk dikembangkan sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam pengelolaan risiko rantai pasok yang proaktif. Namun, FMECA hanya dapat *generate* alternatif mitigasi risiko yang diperoleh dari upaya memitigasi penyebab risiko serta upaya deteksi dan pengawasan terhadap kemunculan risiko. Untuk dapat menentukan alternatif mitigasi terbaik, FMECA perlu diintegrasikan dengan alat bantu pengambilan keputusan seperti model-model analitis maupun simulasi.

b) Simulasi Sistem Dinamik

Simulasi sistem dinamik merupakan simulasi yang terhitung masih cukup baru pemanfaatannya untuk memodelkan dan mensimulasikan risiko rantai pasok. Meski demikian, simulasi sistem dinamik memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah:

- 1) Mampu mengakomodir interaksi *stakeholder* dalam rantai pasok serta risiko-risiko yang muncul karena adanya interaksi tersebut (Ghadge dkk, 2012).

Sistem dinamik memiliki kemampuan dalam memodelkan sistem yang kompleks sehingga sangat menjanjikan untuk diaplikasikan pada rantai pasok berskala besar. Pada uji coba yang telah dilakukan, sistem dinamik dapat digunakan dalam konteks pengelolaan risiko untuk memodelkan risiko-risiko yang terjadi pada proses bisnis *deliver*.

Simulasi sistem dinamik berpotensi untuk memodelkan keseluruhan risiko dalam rantai pasok, tidak terbatas pada risiko distribusi dan transportasi saja. Hanya saja, perlu dipertimbangkan mengenai tujuan dari pemodelan sistem dinamik sebagai alat bantu pengambilan keputusan mitigasi risiko. Oleh karena itu, hanya risiko-risiko yang memerlukan upaya mitigasi saja yang penting untuk dimodelkan kedalam simulasi sistem dinamik.

- 2) Mampu memahami dampak relatif dan interaktif dari perubahan satu atau sejumlah variabel (Manuj dkk, 2009; Persson & Araldi, 2009; Persson, 2011; Ghadge dkk, 2012).

Sistem dinamik mampu menangkap fenomena penjarangan risiko dalam suatu periode tertentu. Dalam konteks rantai pasok, risiko dapat merambat dari satu *stakeholder* ke *stakeholder* lainnya. Dampak relatif merupakan dampak risiko yang dialami oleh *stakeholder* yang bersangkutan, sedangkan dampak interaktif berkaitan dengan *stakeholder* lainnya dalam rantai pasok.

Pada pemodelan risiko yang telah dilakukan, dapat dilihat bagaimana sistem dinamik mampu menampilkan dampak relatif dan interaktif dari kejadian risiko. Sebagai contoh, sistem dinamik mampu menunjukkan bagaimana risiko kegagalan pembongkaran pada distributor mampu berdampak bagi distributor sendiri maupun kepada kemampuan distributor memasok semen kepada toko-toko pengecer. Dalam hal ini, dampak relatif terhadap distributor sendiri adalah meningkatnya jumlah semen *bag* yang tidak dapat dibongkar di gudang distributor. Adapun dampak interaktif adalah pemenuhan *demand* toko-toko pengecer yang dipasok oleh gudang distributor, dimana dampak risiko menjalar hingga dirasakan pula dampaknya oleh pengecer. Setelah mitigasi dilakukan, dampak relatif dan interaktif pun dapat dilihat untuk setiap sub model dalam model sistem dinamik, tidak terbatas pada sub model distributor saja.

- 3) Dapat mengakomodir uji coba berbagai strategi mitigasi dengan perubahan beberapa parameter secara simultan (Singhal dkk, 2011).

Pada penelitian ini, dikembangkan dua jenis skenario mitigasi, yaitu peningkatan frekuensi pengiriman semen curah ke *packing plant* dan peningkatan kapasitas gudang distributor. Masing-masing skenario memiliki tujuan dan sasaran untuk memitigasi risiko yang berbeda, namun keduanya sama-sama ingin mengukur variabel respon *market share*.

Alternatif mitigasi risiko tidak bersifat *mutually exclusive* (satu alternatif mitigasi untuk mengatasi satu risiko), atau satu alternatif cocok untuk semua kondisi risiko. Namun, penelitian ini hanya mensimulasikan satu skenario mitigasi untuk menangani satu risiko spesifik. Simulasi sistem dinamik masih mampu dikembangkan untuk mengujicobakan kombinasi dari kedua skenario mitigasi secara simultan dan melihat dampaknya terhadap *market share*.

Hanya saja, dibalik keunggulan yang dimiliki oleh sistem dinamik dalam konteks penanganan risiko, sistem dinamik memiliki beberapa kelemahan, diantaranya adalah:

- 1) Terdapat kesulitan dalam merancang dan menetapkan parameter simulasi (Melnyk dkk, 2009; Singhal dkk, 2011).
- 2) Perlu diintegrasikan dengan instrumen lainnya agar dapat dimanfaatkan sebagai *decision support system* dalam pengelolaan risiko rantai pasok yang proaktif (Singhal dkk, 2011).
- 3) *Time consuming* dalam proses pengembangan model simulasi.

Mengacu kepada kelemahan-kelemahan tersebut, maka simulasi sistem dinamik perlu dikombinasikan dengan metode lainnya yang dapat mereduksi kelemahan-kelemahan yang dimiliki oleh simulasi sistem dinamik dalam pemanfaatannya sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam pengelolaan risiko rantai pasok.

c) Perbandingan Metode FRAME dan HOR

Pujawan & Geraldin (2009) memodifikasi FMEA untuk mengkuantifikasi risiko dan mengadaptasi HOQ untuk memprioritaskan agen risiko yang harus ditangani terlebih dahulu, serta memilih tindakan yang paling efektif dalam rangka mereduksi potensi risiko yang ditimbulkan oleh agen risiko. Dalam tahap kuantifikasi, proses-proses dasar rantai pasok didefinisikan berdasarkan terminologi SCOR. Secara umum, metode HOR dibagi menjadi dua tahapan, yaitu HOR1 dan HOR2. HOR1 berfungsi untuk memeringkatkan agen risiko berdasarkan nilai ARP (*aggregate risk potential*), sedangkan HOR2 berfungsi untuk memprioritaskan tindakan proaktif yang perlu diupayakan oleh perusahaan untuk memaksimalkan efektivitas upaya-upaya penanganan agen risiko yang terpilih pada HOR1. Tabel 7 berikut ini menampilkan rangkuman perbandingan antara metode HOR dan metode FRAME.

Tabel 7. Rangkuman Perbandingan Metode HOR dan Metode FRAME

Kriteria Perbandingan	Metode HOR	Metode FRAME
Kemudahan dalam menganalisis dampak strategi mitigasi terhadap frekuensi dan keparahan dampak risiko		√
Kemampuan melakukan analisis sensitivitas terhadap alternatif mitigasi risiko		√
Pertimbangan aspek kemampuan deteksi dan pengawasan terhadap kemunculan risiko		√
Pertimbangan dinamika penyebab risiko dari waktu ke waktu		√
Memperhatikan fungsi waktu dalam melakukan evaluasi terhadap alternatif mitigasi risiko		√
Penilaian efektivitas alternatif mitigasi didasarkan pada kemampuannya mereduksi probabilitas dan dampak risiko		√
Memiliki prosedur yang sistematis dalam penentuan risiko yang akan dimitigasi	√	√
Kemampuan dalam men- <i>generate</i> alternatif mitigasi risiko yang sifatnya tidak <i>mutually exclusive</i>	√	√
Mempertimbangkan kemampuan implementasi dalam mengembangkan alternatif mitigasi risiko	√	√
Kemampuan generalisasi metode	√	
Kemudahan implementasi secara praktis	√	
Melibatkan perhitungan agregat penyebab risiko dalam melakukan <i>assessment</i> terhadap risiko	√	
Mempertimbangkan sumber daya yang dibutuhkan dalam melaksanakan tindakan mitigasi risiko	√	

5. KESIMPULAN

Penelitian ini memperkenalkan suatu metode pengambilan keputusan strategi mitigasi risiko rantai pasok yang dinamakan FRAME (*Framework of Risk Analysis and Mitigation Effectiveness*). Melalui pemanfaatan FRAME, risiko-risiko telah diidentifikasi, dianalisis, dan dievaluasi untuk menentukan risiko kritis yang perlu diprioritaskan upaya mitigasinya. Pendekatan sistem dinamik diaplikasikan untuk memodelkan dan mensimulasikan risiko-risiko kritis untuk menginvestigasi frekuensi terjadinya risiko dan keparahan dampaknya. Lebih lanjut, efektivitas alternatif mitigasi juga disimulasikan untuk melihat kemampuan alternatif mitigasi dalam mereduksi risiko-risiko kritis hingga ambang batas (*threshold*) yang ditetapkan oleh perusahaan. Alternatif mitigasi yang terpilih merupakan alternatif yang memberikan hasil terbaik menurut suatu variabel respon tertentu.

Keunggulan metode FRAME terletak pada kemampuannya dalam mendesain dan menetapkan parameter simulasi dengan tepat. Dengan adanya metode FRAME, para pengambilan keputusan dapat dengan mudah menganalisis pengaruh dari suatu strategi mitigasi terhadap frekuensi dan dampak terjadinya risiko kritis. Selain itu, analisis sensitivitas juga dapat dilakukan terhadap alternatif mitigasi risiko untuk mengestimasi batas dimana suatu alternatif masih layak dan efektif untuk diimplementasikan.

Penelitian ini telah berhasil mendemonstrasikan bahwa metode FRAME dapat digunakan untuk mengevaluasi alternatif strategi mitigasi risiko untuk risiko-risiko yang diklasifikasikan sebagai kategori *high risk*. Namun, pada penelitian ini, kemunculan risiko dan penanganannya dianggap *mutually exclusive*. Dalam uji coba metode, setiap risiko kritis hanya direduksi oleh satu strategi mitigasi risiko, demikian pula sebaliknya. Oleh karena itu, penelitian mendatang hendaknya menggunakan kombinasi strategi mitigasi untuk mensimulasikan alternatif mitigasi risiko. Disamping itu, metode FRAME dapat pula diuji coba untuk mensimulasikan skenario mitigasi risiko yang lebih kompleks dengan melibatkan lebih banyak variabel kontrol dan variabel respon.

DAFTAR PUSTAKA

- Arshinder, K., A. Kanda, and S. G. Deshmukh, (2011). *A Review on Supply Chain Coordination: Coordination Mechanisms, Managing Uncertainty and Research Direction*, dalam *International Handbook on Information Systems*, eds. Choi, T. M. dan T. C. E. Cheng. Berlin: Springer.
- Asbjørnslett, Bjørn Egil, (2009). *Assessing the Vulnerability of Supply Chains*, dalam *Supply Chain Risk: A Handbook of Assessment, Management, and Performance*, eds. Zsidisin, George A. and Bob Ritchie. New York: Springer.
- Behdani, Behzad, (2013). *Handling Disruptions in Supply Chains: An Integrated Framework and an Agent-based Model*. Iran: Sharif University of Technology.
- Carvalho, Helena, Ana P. Barroso, Virginia H. Machado, Susana Azevedo, and V. Cruz-Machado, (2012). *Supply Chain Redesign for Resilience using Simulation*, *Computers and Industrial Engineering*. Vol. 62, Pp. 329-341.
- Coyle, R. G., (1996). *System Dynamics Modelling*. United Kingdom: Chapman & Hall.
- Dani, Samir, (2009). *Predicting and Managing Supply Chain Risks*, dalam *Supply Chain Risk: A Handbook of Assessment, Management, and Performance*, eds. Zsidisin, George A. and Bob Ritchie. New York: Springer.
- Forrester, Jay Wright, (1961). *Industrial Dynamics*. New York: MIT Press and John Wiley and Sons, Inc.
- Ghadge, Abhijeet, Samir Dani, and Roy Kalawsky, (2012). *Supply Chain Risk Management: Present and Future Scope*, *International Journal of Logistics Management*. Vol. 23, No. 3, Pp. 313-339.
- Ghadge, Abhijeet, Samir Dani, Michael Chester, and Roy Kalawsky, (2013). *A System Approach for Modelling Supply Chain Risks*, *Supply Chain Management: An International Journal*. Vol. 18, No. 5, Pp. 523-538.
- Han, Meilin and Jingxian Chen, (2007). *Managing Operational Risk in Supply Chain*, *Wireless Communication, Networking, and Mobile Computing International Conference*. Pp. 4919-4922.
- Hallikas, Jukka, Iris Karvonen, Urho Pulkkinen, Veli-Matti Virolainen, and Markku Tuominen, (2004). *Risk Management Processes in Supplier Networks*, *International Journal of Production Economics*. Vol. 90, Pp. 47-58.
- Henke, Michael, (2009). *Enterprise and Supply Risk Management*, dalam *Supply Chain Risk: A Handbook of Assessment, Management, and Performance*, eds. Zsidisin, George A. and Bob Ritchie. New York: Springer.
- Jain, Jinesh Kumar, G. S. Dangayach, G. Agarwal, and Soumya Banerjee, (2010). *Supply Chain Management: Literature Review and Some Issues*, *Journal of Studies on Manufacturing*. Vol. 1, Issue 1, Pp. 11-25.

- Khan, Omara and Bernard Burnes, (2007). *Risk and Supply Chain Management: Creating a Research Agenda*, The International Journal of Logistics Management. Vol. 18, No. 2, Pp. 197-216.
- Lavastre, Olivier, Angappa Gunasekaran, and Alain Spalanzani, (2012). *Supply Chain Risk Management in French Companies*, Decision Support Systems. Vol. 52, Pp. 828-838.
- Manuj, Ila, John T. Mentzer, and Melissa R. Bowers, (2009). *Improving the Rigor of Discrete-Event Simulation in Logistics and Supply Chain Research*, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. Vol. 39, No. 3, Pp. 172-201.
- Melnyk, Steven A., Alexander Rodrigues, and Gary L. Ragatz, (2009), *Using Simulation to Investigate Supply Chain Disruptions*, dalam *Supply Chain Risk: A Handbook of Assessment, Management, and Performance*, eds. Zsidisin, George A. and Bob Ritchie. New York: Springer.
- Paulsson, Ulf, (2004). *Supply Chain Risk Management*, dalam *Supply Chain Risk*, ed. Brindley, Clare. Burlington: Ashgate Publishing Limited.
- Persson, Fredrik and Mirko Araldi, (2009). *The Development of a Dynamic Supply Chain Analysis Tool – Integration of SCOR and Discrete Event Simulation*, International Journal of Production Economics. Vol. 121, No. 2, Pp. 574-583.
- Persson, Fredrik, (2011). *SCOR Template – A Simulation Based Dynamic Supply Chain Analysis Tool*, International Journal of Production Economics. Vol. 131, No. 1, Pp. 288-294.
- Peng, Min, Yi Peng, and Hong Chen, (2013). *Post-seismic Supply Chain Risk Management: A System Dynamics Disruption Analysis Approach for Inventory and Logistics Planning*, Computers and Operations Research. Article in Press <http://dx.doi.org/10.1016/j.cor.2013.03.003>.
- Pujawan, I Nyoman and Laudine H. Geraldin, (2009). *House of Risk: A Model for Proactive Supply Chain Risk Management*, Business Process Management Journal. Vol. 15, No. 6, Pp. 953-967.
- Profita, Anggriani, (2012). *Usulan Model Teoritis Pengukuran Kinerja Agri-food Supply Chain Berbasis Supply Chain Risk Management*, Seminar Nasional Pascasarjana XII. ISBN: 979-545-0270-1.
- Profita, Anggriani, (2014). *Managing Risk in Supply Chain: A Framework for Supply Chain Risk Mitigation Decision-Making*, 6th International Conference on Operations and Supply Chain Management (OSCM), ISSN: 2407-2273.
- Ritchie, Bob and Clare Brindley, (2009). *SCRM and Performance – Issues and Challenges*, dalam *Supply Chain Risk: A Handbook of Assessment, Management, and Performance*, eds. Zsidisin, George A. and Bob Ritchie. New York: Springer.
- Shukla, Rajendra Kumar, Dixit Garg, and Ashish Agarwal, (2011). *Understanding of Supply Chain: A Literature Review*, International Journal of Engineering and Technology. Vol. 3, No. 3, Pp. 2059-2072.
- Singhal, Piyush, Gopal Agarwal, and Murali Lal Mittal, (2011). *Supply Chain Risk Management: Review, Classification, and Future Research Directions*, International Journal of Business Science and Applied Management. Vol. 6, No. 3, Pp. 15-42.
- Tang, Christopher and Brian Tomlin, (2009). *How Much Flexibility Does It Take to Mitigate Supply Chain Risks?*, dalam *Supply Chain Risk: A Handbook of Assessment, Management, and Performance*, eds. Zsidisin, George A. and Bob Ritchie. New York: Springer.
- Trkman, Peter and Kevin McCormack, (2009). *Supply Chain Risk in Turbulent Environments – A Conceptual Model for Managing Supply Chain Network Risk*, International Journal of Production Economics. Vol. 119, Pp. 247-258.
- Tuncel, Gonca and Gülgün Alpan, (2010). *Risk Assessment and Management for Supply Chain Networks: A Case Study*, Computers in Industry. Vol. 61, Pp. 250-259.
- Vanany, Iwan, Suhaiza Zailani, and Nyoman Pujawan, (2009). *Supply Chain Risk Management: Literature Review and Future Research*, International Journal of Information Systems and Supply Chain Management. Vol. 2, No. 1, Pp. 16-33.
- Zegordi, Seyed Hessameddin and Hoda Davarzani, (2012). *Developing a Supply Chain Disruption Analysis Model: Application of Colored Petri-Nets*, Expert Systems with Applications. Vol. 39, Pp. 2102-2111.