

SKRIPSI

**INTEGRASI METODE *ROUGH SET MODEL-MANOVA* untuk
MENGEVALUASI AKTIVITAS *SEAPORT-RISK* pada RANTAI
PASOK MARITIM INDONESIA**

Disusun dan diajukan oleh

**RIDWAN HERNADI BASRI
D071181325**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

SKRIPSI

**INTEGRASI METODE *ROUGH SET MODEL-MANOVA* untuk
MENGEVALUASI AKTIVITAS *SEAPORT-RISK* pada RANTAI
PASOK MARITIM INDONESIA**

Disusun dan diajukan oleh

**RIDWAN HERNADI BASRI
D071181325**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
INTEGRASI METODE *ROUGH SET MODEL-MANOVA* untuk
MENGEVALUASI AKTIVITAS *SEAPORT-RISK* pada RANTAI
PASOK MARITIM INDONESIA

Disusun dan diajukan oleh
RIDWAN HERNADI BASRI
D071181325

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 25 Januari 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Rosmalina Hanafi, M.Eng
NIP. 19660128 199103 2 003

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Syarifuddin M. Parenreng, ST., MT, IPU
NIP. 19761021 200812 002

Ketua Program Studi, Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Ir. Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D, IPU
NIP. 19740621 2000604 2 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: :Ridwan Hernadi Basri

Program Studi :Teknik Industri

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Integrasi Metode Rough Set Model-Manova untuk Mengevaluasi Aktivitas
Seaport-Risk pada Rantai Pasok Maritim Indonesia

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam deskripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala risiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasikan oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 26 Januari 2023

Yang Menyatakan



Ridwan Hernadi Basri

ABSTRAK

RIDWAN HERNADI BASRI. *Integrasi Metode Rough Set Model-Manova untuk Mengevaluasi Aktivitas Seaport-Risk pada Rantai Pasok Maritim Indonesia* (dibimbing oleh Dr. Ir. Rosmalina Hanafi, M.Eng dan Dr.Ir.Syarifuddin M Parenreng, ST.,MT.,IPU).

Pelabuhan merupakan aset yang berperan penting untuk memastikan keberlangsungan arus rantai pasokan. Pelabuhan menjadi salah satu pusat aktivitas sistem dan jaringan arus rantai pasokan global. Aktivitas arus rantai pasokan di pelabuhan dijalankan oleh entitas yang saling terintegrasi, namun dalam pelaksanaan arus rantai pasokan di pelabuhan memiliki potensi risiko yang dapat mengganggu dan menghambatnya. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dimensi ancaman sekaligus menentukan variabel-variabel yang memiliki dampak negatif terhadap aktivitas arus rantai pasokan di pelabuhan dengan menggunakan metode rough set dan MANOVA. Hasil dari penelitian ini didapatkan variabel independen sebagai variabel yang memberikan dampak terhadap variabel dependen yaitu Perencanaan risiko strategis di perusahaan (a_{11}), Perencanaan risiko handling/penanganan (a_{15}), perencanaan risiko tentang penyimpanan/storage (a_{16}), Perencanaan risiko pada distribusi barang (a_{18}), Kemacetan di jalur transportasi laut (a_{21}), kecelakaan kerja (a_{23}), kerusakan sistem manajemen lalu lintas kapal (a_{25}), Kurangnya motivasi dari mekanisme pembagian kepentingan anggota (a_{54}), kurangnya cash flow (a_{65}), Rendahnya pertumbuhan ekonomi secara domestik dan internasional (a_{66}), Panjangnya konektivitas dari port-feeder market (a_{73}), Perang dagang global (a_{81}), Pandemi/epidemi (a_{92}). Hasil evaluasi yang didapatkan bahwa ada 39 persamaan model regresi, dimana koefisien determinasi terbesar berada pada persamaan regresi Y_{27} sebesar 21.5%.

Kata Kunci: Aktivitas Risiko Pelabuhan, Rantai Pasok, Rough Set, MANOVA

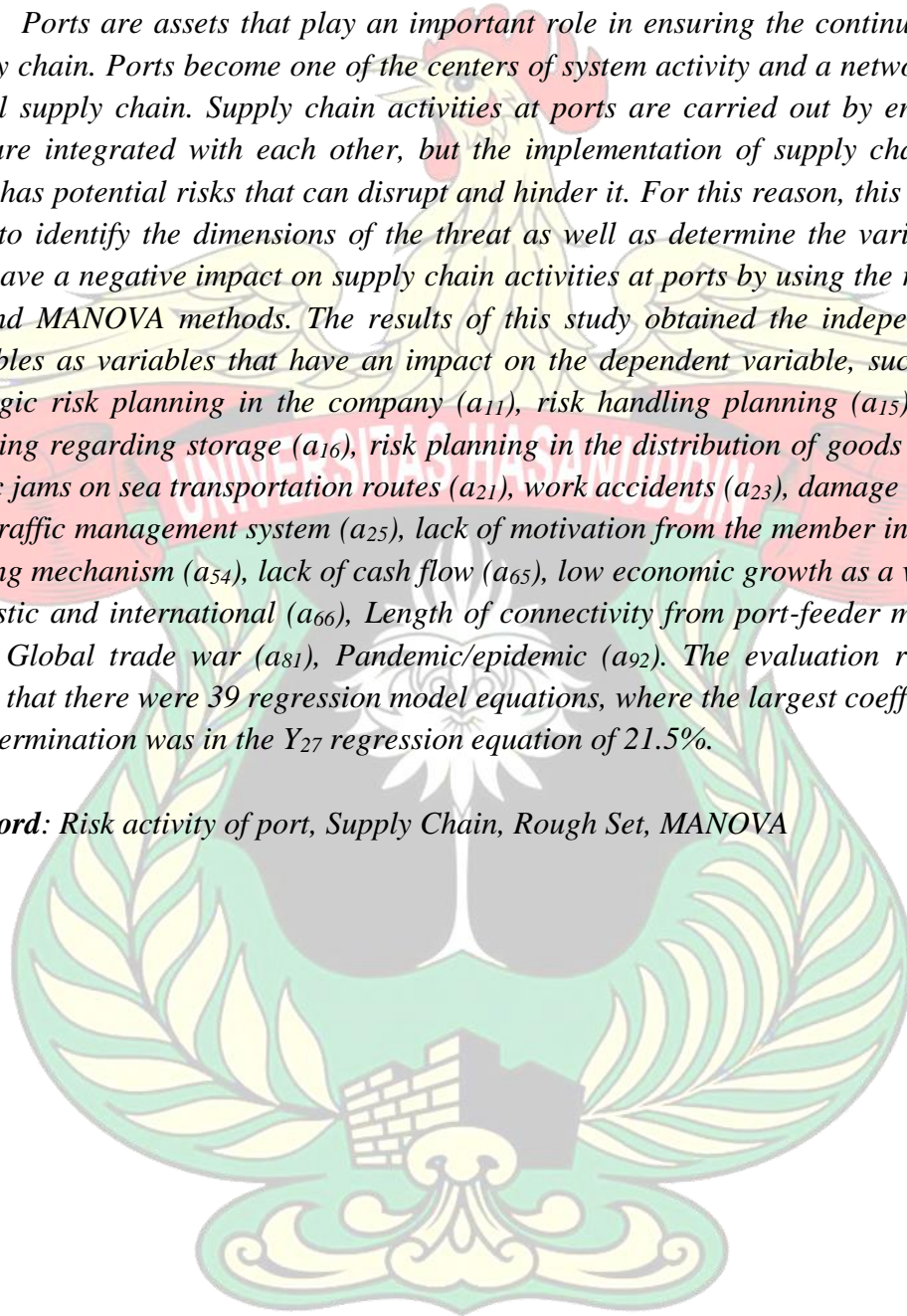


ABSTRACT

RIDWAN HERNADI BASRI. *Integrasi Metode Rough Set Model-Manova untuk Mengevaluasi Aktivitas Seaport-Risk pada Rantai Pasok Maritim Indonesia (dibimbing oleh Dr. Ir. Rosmalina Hanafi, M.Eng dan Dr.Ir.Syarifuddin M Parenreng, ST.,MT.,IPU).*

Ports are assets that play an important role in ensuring the continuity of supply chain. Ports become one of the centers of system activity and a network of global supply chain. Supply chain activities at ports are carried out by entities that are integrated with each other, but the implementation of supply chain at ports has potential risks that can disrupt and hinder it. For this reason, this study aims to identify the dimensions of the threat as well as determine the variables that have a negative impact on supply chain activities at ports by using the rough set and MANOVA methods. The results of this study obtained the independent variables as variables that have an impact on the dependent variable, such as: strategic risk planning in the company (a_{11}), risk handling planning (a_{15}), risk planning regarding storage (a_{16}), risk planning in the distribution of goods (a_{18}), traffic jams on sea transportation routes (a_{21}), work accidents (a_{23}), damage to the ship traffic management system (a_{25}), lack of motivation from the member interest sharing mechanism (a_{54}), lack of cash flow (a_{65}), low economic growth as a whole domestic and international (a_{66}), Length of connectivity from port-feeder market (a_{73}), Global trade war (a_{81}), Pandemic/epidemic (a_{92}). The evaluation results found that there were 39 regression model equations, where the largest coefficient of determination was in the Y_{27} regression equation of 21.5%.

Keyword: *Risk activity of port, Supply Chain, Rough Set, MANOVA*



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya haturkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas keberkahan dan kasih sayang-Nya menuntun peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Implementasi Integrasi Metode *Rough Set* Model-MANOVA dalam Mengevaluasi Aktivitas *seaport-risk* terhadap maritim *supply chain* Indonesia”. Sholawat serta salam senantiasa saya kirimkan kepada baginda Rasulullah SAW yang telah menuntun ummat manusia dari jaman jahiliah ke jaman yang dirahmati oleh Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir tidak akan berhasil dengan baik tanpa adanya bimbingan, waktu luang, motivasi dan waktu yang diberikan dari berbagai pihak. Untuk itu, perkenankan saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orangtua saya, Bapak Basri, SE dan Ibu Ruslina, S.Pd sebagai sosok luar luar biasa, mendidik dan mengajarkan saya sejak lahir sampai saat ini, motivasi dan doa mereka yang tulus mendoakan saya sehingga saya sampai pada tahap ini. kasih sayang mereka, saran dan masukan yang terus mengalir untuk membuat saya menjadi pribadi yang lebih baik.
2. Ibu Ir. Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU sebagai Kepala Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Ir. Rosmalina Hanafi, M.Eng sebagai Pembimbing I dan Bapak Dr. Syarifuddin M. Parenreng, S.T., M.T sebagai Pembimbing II, terima kasih banyak atas bimbingan berupa koreksi, saran serta masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini, semoga keberkahan ilmu senantiasa tercurahkan.
4. Bapak dan ibu dosen serta staf Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Pimpinan dan Staf dari KSOP III Pare-Pare, Pimpinan dan Staf MNP Pelindo Multi Terminal, Pelindo Cabang Branch Makassar dan Kalla Lines.
6. Kak Reza D. Bagus, selaku mentor dan pembimbing dalam membantu proses pembelajaran metode rough set dan MANOVA, Ilmu dan waktu luang yang sangat berharga begitu berarti dalam penyelesaian tugas akhir ini.

7. Teman-teman join research, Yesi Sukma, Rikah Octaviana, Niluh Sri Winiarti dan Fadil, yang berkontribusi secara kolektif untuk memberikan bantuan dalam pengumpulan data.
8. Saudara angkatan 2018 FEAZ18LE, yang kebersamaan proses di Teknik sampai kapanpun itu, terima kasih telah bersama-sama menjadi teman cerita seperjuangan dalam proses kaderisasi, akademik dan kegiatan sosial lainnya menjadi motivasi untuk terus memberikan yang terbaik.
9. Keluarga Asisten Lab. PTI 1 sebagai partner dalam diskusi.
10. Teman-teman dan kerabat serta pihak-pihak yang tidak bisa saya tuliskan satu persatu yang turut andil membantu dalam menyelesaikan tugas akhir saya.

Dengan segala kerendahan hati, saya menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini. saya berharap semoga tugas akhir ini dapat membantu dan bermanfaat dengan baik untuk saya pribadi, para pembaca, entitas pelabuhan di Indonesia, serta Mahasiswa Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Gowa, 23 November 2022

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR RUMUS.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Konsep Dasar Manajemen Rantai Pasokan.....	8
2.1.1 Definisi Manajemen Rantai Pasokan.....	8
2.2 Rantai Pasokan Maritim.....	11
2.2.1 Definisi Rantai Pasokan Maritim.....	11
2.2.2 Integrasi Rantai Pasokan Maritim.....	12
2.2.3 Tahapan Integrasi Industri Maritim.....	15
2.3 Manajemen Risiko.....	17
2.3.1 Pengertian Manajemen.....	17
2.3.2 Pengeritan Ketidakpastian dan Risiko.....	17

2.3.3	Manajemen Risiko dalam Rantai Pasokan.....	20
2.4	Risiko Arus Pasokan di Pelabuhan.....	23
2.4.1	Pengelolaan dan Operasi Pelabuhan	23
2.4.2	Pentingnya Pelabuhan dalam Rantai Pasok	26
2.4.3	Risiko Gangguan Rantai Pasokan.....	28
2.4.4	Istilah-istilah Risiko Gangguan Rantai Pasokan	31
2.5	Gangguan Rantai Pasok dalam Persepektif Pelabuhan	34
2.6	Model Risiko Rantai Pasokan di Pelabuhan.....	37
2.7	<i>Rough Seth Theory</i> dan Aplikasi.....	41
2.7.1	<i>The Rough Set Theory</i>	42
2.8	MANOVA.....	46
2.9	Penelitian Terdahulu.....	47
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	51
3.1	Objek Penelitian	51
3.2	Teknik Pengambilan Sampel.....	52
3.3	Metode Pengumpulan Data	52
3.4	Sumber Data	53
3.5	Prosedur Penelitian.....	54
3.6	<i>Flow Chart</i> Penelitian.....	55
3.7	Kerangka Pikir.....	56
3.7.1	Kerangka Integrasi Rough Set dan Manova.....	57
BAB IV	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	58
4.1	Pengumpulan Data.....	58
4.1.1	Informasi Demografi Responden	58
4.1.2	Risiko <i>Supply Chain</i> Pelabuhan.....	59
4.1.3	Data Kuisisioner Risiko <i>Supply Chain</i> Pelabuhan.....	77

4.2	Pengolahan Data.....	79
4.2.1	<i>Rough Set</i>	79
4.2.2	Penerapan perhitungan rough set pada MATLAB.....	80
4.2.3	MANOVA.....	96
BAB V	ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	114
5.1	Analisa.....	114
5.1.1	Analisa Objek Penelitian.....	114
5.1.2	Analisa Survei Kuisisioner	115
5.1.3	Analisa Metode <i>Rough Set</i>	115
5.1.4	Analisa MANOVA.....	118
5.1.5	Analisa Usulan Model Regresi.....	131
5.2	Pembahasan	132
BAB VI	PENUTUP	138
6.1	Kesimpulan.....	138
6.2	Saran.....	139
	DAFTAR PUSTAKA	142
	LAMPIRAN	146
	Lampiran 1. Data Kuisisioner Pelabuhan Indonesia.....	142
	Lampiran 2. Output Running Matlab.....	156
	Lampiran 3. Hasil Observerd Predicted.....	206

DAFTAR TABEL

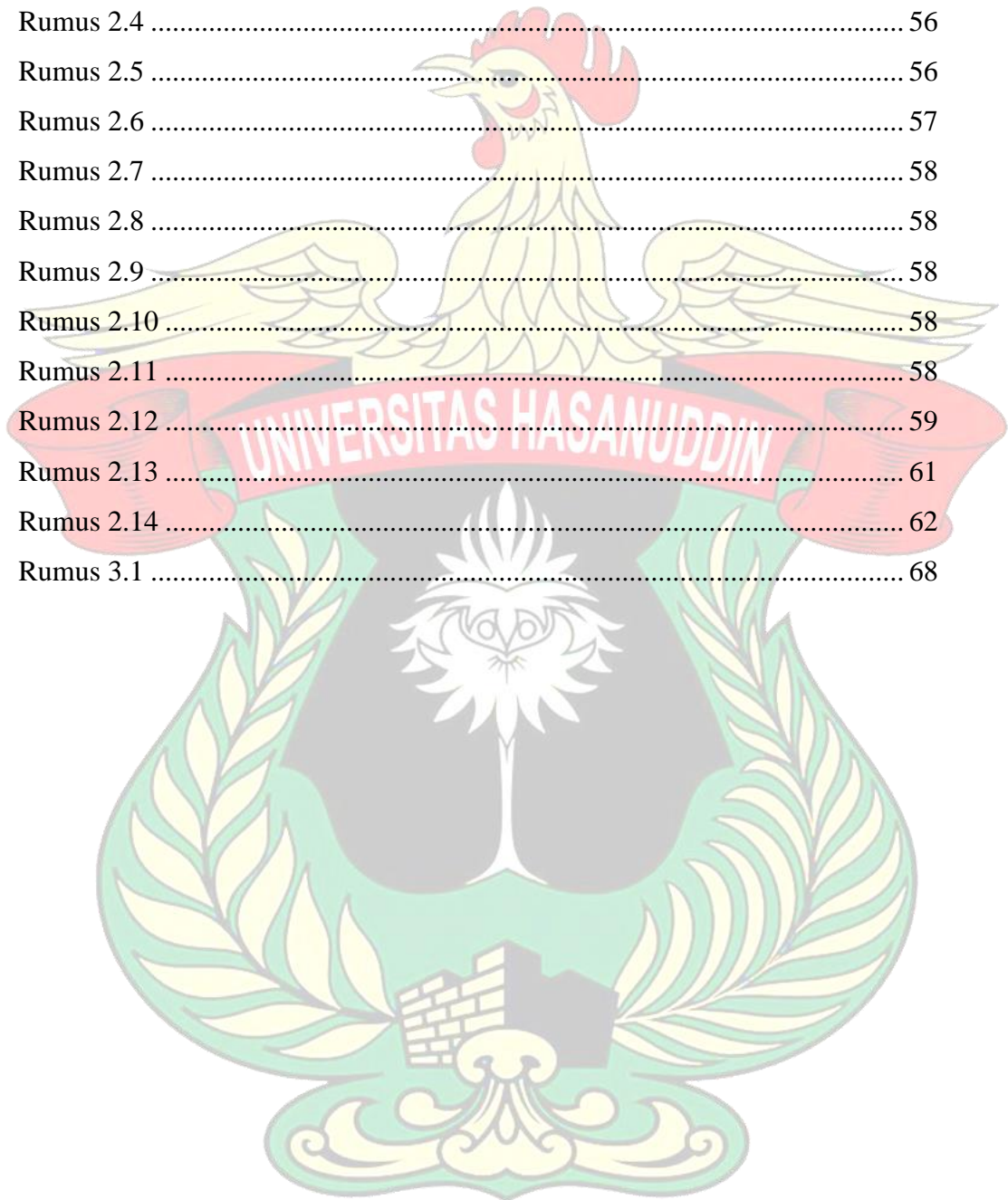
Tabel 2.1 Perkembangan Perdagangan Lintas Laut Internasional	22
Tabel 2.2 Pengaruh peristiwa terhadap komunitas rantai pasokan	41
Tabel 2.3 Faktor risiko untuk ancaman PSCD.....	43
Tabel 2.4 Dimensi model risiko gangguan rantai pasokan di Pelabuhan	51
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu	64
Tabel 3.1 Pengambilan sampel acak bertingkat.....	69
Tabel 4.1 Informasi Demografi Responden.....	75
Tabel 4.2 Risiko <i>supply chain</i> di Pelabuhan	76
Tabel 4.3 Data Kuisisioner	77
Tabel 4.4 <i>Reduction Atribut Set</i>	93
Tabel 4.5 <i>Discernibility</i> Matriks atribut <i>reduction set</i>	92
Tabel 4.6 <i>Core Attribute</i>	93
Tabel 4.7 Variabel Dependen dan Independen	94
Tabel 4.8 Variabel Error	96
Tabel 4.9 <i>Multivariate Test</i>	99
Tabel 4.10 <i>Test Between subject</i>	100
Tabel 4.11 Fungsi Regresi Uji Manova	102
Tabel 4.12 Koefisien Determinasi.....	105
Tabel 4.13 Koefisien Korelasi.....	107
Tabel 4.14 Interpretasi Koefisien Korelasi	109
Tabel 4.15 Usulan Model Regresi.....	110
Tabel 4.16 Mitigasi Risiko	112
Tabel 5.1 <i>Core attribute rough set</i>	137
Tabel 5.2 Variabel dependen dan Independen hasil MANOVA.....	138
Tabel 5.3 Usulan model regresi	139

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Manajemen Rantai Pasokan sebagai sebuah sistem.....	13
Gambar 2.2 Matriks Keputusan Manajemen Rantai Pasokan.....	14
Gambar 2.3 Klasifikasi faktor ketidakpastian	28
Gambar 2.4 Keterkaitan ketidakpastian, risiko dan gangguan.....	29
Gambar 2.5 Penanganan risiko dalam rantai pasok	32
Gambar 2.6 Risk Model	50
Gambar 3.1 Flow Chart Penelitian.....	71
Gambar 3.2 Kerangka Pikir.....	72
Gambar 3.3 Analisis Jalur	73
Gambar 4.1 Main Program.....	81
Gambar 4.2 Main Program(lanjutan)	82
Gambar 4.3 <i>Equivalent Class</i>	82
Gambar 4.4 <i>Indiscernibility Relation</i>	83
Gambar 4.5 <i>Lower Approximation</i>	85
Gambar 4.6 <i>Positive Regio</i>	86
Gambar 4.7 <i>Dependency Degree</i>	86
Gambar 4.8 <i>Target Operation Function</i>	87
Gambar 4.9 <i>Find best reduct</i>	87
Gambar 4.10 Result Code	88
Gambar 4.11 Hasil GA	88
Gambar 4.16 Uji Normalitas	97

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	56
Rumus 2.2	56
Rumus 2.3	56
Rumus 2.4	56
Rumus 2.5	56
Rumus 2.6	57
Rumus 2.7	58
Rumus 2.8	58
Rumus 2.9	58
Rumus 2.10	58
Rumus 2.11	58
Rumus 2.12	59
Rumus 2.13	61
Rumus 2.14	62
Rumus 3.1	68



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

International chamber of Shipping (2015) mendefinisikan pelabuhan laut adalah simpul transportasi penting karena sekitar 90% Volume perdagangan dunia diangkut melalui laut. Dengan meningkatnya integrasi pelabuhan ke dalam rantai pasokan internasional, skala gangguan yang berasal dari operasi pelabuhan terus meningkat. Banyak penelitian sebelumnya, menurut Petit dan Beresford (2009) pelabuhan berfungsi sebagai pusat logistik terintegrasi yang menawarkan peran multifungsi. Intinya bahwa, menurut Felsenstein et al. (2014) pelabuhan telah menjadi fungsi simpul transportasi skala besar dengan fungsi baru yang diperkenalkan oleh kontainerisasi, terminal pedalaman dan manajemen rantai pasokan (Loh, et al., 2017).

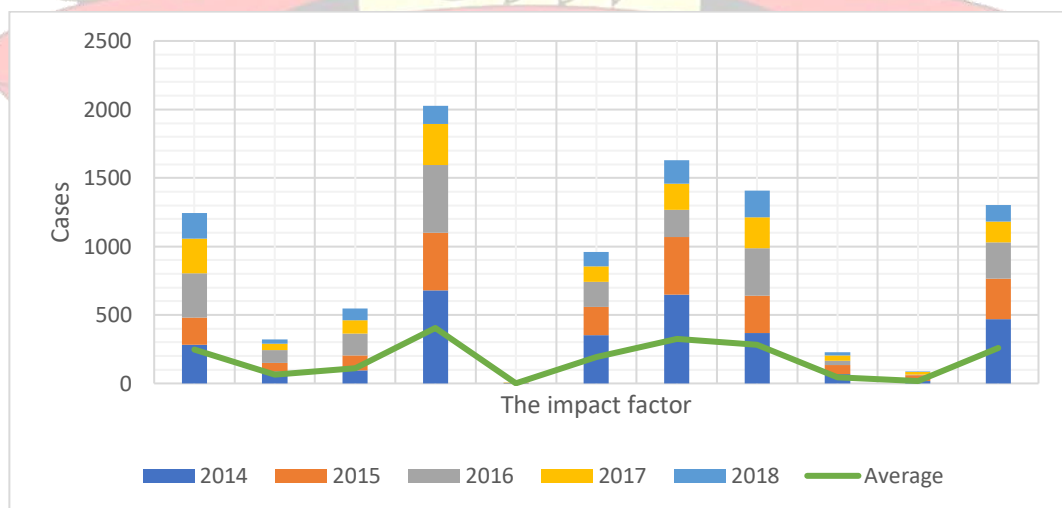
Pelabuhan rentan terhadap risiko operasional karena sifat bisnisnya. Misalnya, kargo yang ditangani pelabuhan termasuk barang berbahaya dan kargo dalam peti kemas yang tidak terlihat secara fisik. Penanganan risiko yang muncul memerlukan pengetahuan khusus dan komunikasi yang efektif. Pelabuhan juga merupakan platform dimana arus komunikasi mengalir disemua pihak yang terlibat dalam aktivitas rantai pasok seperti pengirim barang, pemilik kargo, jalur pelayaran, operator terminal, pengemudi truk, buruh Pelabuhan dan penyedia layanan logistik lainnya. Mengingat kompleksitas dan keragaman Pelabuhan. Pelabuhan cukup rentan terhadap risiko operasional yang berdampak pada kelangsungan rantai pasokan.

Risiko pelabuhan dapat berasal dari lingkungan perifer, operasi internal dan melalui komunikasi yang tidak efektif antara pihak internal dan eksternal. Aktivitas tersebut telah terjadi sebagai fenomena dalam lingkup integrasi pelabuhan dunia, beberapa gangguan rantai pasokan yang dihasilkan dari peristiwa *port-sentris*. Hal tersebut merupakan

ancaman yang cenderung terkait dengan infrastruktur seperti, peralatan fisik, fasilitas dan perangkat informasi dan komunikasi yang berperan penting dalam memfasilitasi pelayanan kepelabuhanan. Beberapa peristiwa yang terjadi berupa, pemogokan pelabuhan Australia, dimana ketidakmampuan untuk memenuhi pesanan, pelanggaran kewajiban kontrak, efek buruk dalam industri seperti manufaktur, ritel dan industri makanan, pemogokan pelabuhan pantai barat, dimana pengiriman persediaan tertunda, terduplikasi atau hilang, pengiriman tertunda ke pelanggan dan penumpukkan inventaris, dermaga rusak di Port Lincoln setelah kapal tabrakan, ledakan pipa di Pelabuhan Dalian, pengenalan sistem bea cukai baru di Tanzania, peralatan penanganan kargo yang terlalu tua, cacat atau tidak memadai di pelabuhan, kemacetan pelabuhan di Thailand dan miskomunikasi antara *Trade Daring* dan Petugas Pelabuhan/Terminal di Ponta da Madeira Brazil (Loh, et al., 2017).

Di Indonesia, pengelolaan pelabuhan berada pada otoritas PT Pelabuhan Indonesia. Aktivitas kepelabuhanan di Indonesia telah menjadi salah satu sumber pendapatan ekonomi negara. Berdasarkan Laporan Keuangan PT Pelindo Tanggal 30 Juni 2022, Laba usaha yang diperoleh sebesar Rp2.518.425.641 (6 Bulan). Namun, aktivitas kepelabuhanan tidak terlepas dari peristiwa gangguan rantai pasokan disebabkan yang oleh pergeseran regulasi, dimana dalam hal ini berkaitan dengan pemilihan presiden tahun 2014, sehingga banyak kebijakan presiden sebelumnya tidak diperpanjang dan diubah oleh presiden terpilih. Manajemen seperti itu membuat gangguan nilai ekspor dan impor turun. Berdasarkan data dari BPS (2021) nilai Total ekspor dari tahun 2010-2016, mengalami penurunan (157. 779,1 USD – 12. 743,7 USD), selain itu gangguan lainnya yaitu Pandemi Covid-19 menyebabkan perkembangan Ekpor (Miliar US\$) dari tahun 2019-2020 mengalami penurunan untuk bulan januari 2019 total ekspor (14,03 Miliar US\$) dan Bulan Januari 2020 total ekspor (13,64 Miliar US\$). Berdasarkan data statistik dari Inspektorat Jenderal Kementrian Perhubungan Republik Indonesia, penanganan

gangguan dirangkum menjadi faktor-faktor penyebab-dampak yang menyebabkan risiko di pelabuhan semakin tidak terduga. Pada gambar 1.1 terdapat sebelas faktor akibat pengelolaan gangguan pelabuhan yaitu sebagai berikut: ketidakpatuhan terhadap regulasi yang merugikan negara, ketidakpatuhan terhadap regulasi yang berpotensi merugikan keuangan negara, ketidakpatuhan terhadap peraturan yang merugikan keuangan negara/daerah, ketidakpatuhan terhadap peraturan administrasi, indikasi ketidakpatuhan terhadap pelanggaran peraturan, kelemahan pengendalian akuntansi dan sistem pelaporan, lemahnya penerapan sistem pengendalian anggaran pendapat dan belanja negara, kelemahan struktur pengendalian intern, tidak ekonomis, tidak efisien dan tidak efektif.



Gambar 1.1 Dampak disrupsi-manajemen di pelabuhan pada periode 2014 hingga 2018
Sumber: Inspektorat Jenderal Kementerian Perhubungan Indonesia

Bila dilihat dari faktor-faktor gangguan manajemen rantai pasokan Pelabuhan Indonesia, berdasarkan data Kementerian Perhubungan (2020) terdapat 2000 Kasus pelanggaran (periode 2014-2018) terhadap ketidakpatuhan terhadap kebijakan regulasi yang merugikan keuangan negara/daerah atau badan usaha milik negara/daerah. Faktor lainnya yaitu ketidakpatuhan terhadap peraturan administrasi, kelemahan pengendalian akuntansi dan sistem pelaporan, kelemahan struktur pengendalian internal dan sistem yang berjalan tidak efektif dan efisien (Bagus, 2021).

Mengingat kompleksitas operasi pelabuhan, pelabuhan cukup rentan terhadap risiko operasional yang berdampak pada kelangsungan rantai pasokan. Risiko-risiko ini disebut sebagai ancaman gangguan rantai pasokan (PSCD).

Risiko gangguan rantai pasok dalam penelitian adalah faktor-faktor risiko yang menyebabkan terjadinya peristiwa gangguan yang disebabkan oleh bencana alam dan dampaknya, kerusuhan sosial, peristiwa yang mempengaruhi proses logistik, fluktuasi permintaan pasar, kesenjangan informasi, kesalahan manusia atau kombinasi dari beberapa faktor tersebut. Ancaman PSCD tersebut kemudian dinilai melalui kuisioner survei yang dijawab oleh Operator Pelabuhan di Indonesia. Untuk menangani kompleksitas dalam operasi pelabuhan, evaluasi dilakukan dengan menggunakan evaluasi komprehensif *rough set* dan Manova, yang dapat digunakan untuk mengeksplorasi data dengan cara mengurangi kebutuhan akan informasi yang tidak penting atau tidak relevan, dan setelah menganalisis variasi antara variabel independen terhadap variabel dependen. Indikator ancaman PSCD yang telah ditetapkan dapat berfungsi untuk meningkatkan ketahanan pelabuhan dan memberikan referensi untuk analisis risiko di pelabuhan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengidentifikasi aktivitas-aktivitas operasional pada pelabuhan yang berisiko mengganggu ataupun menghambat kelancaran aktivitas rantai pasok maritim Indonesia?
2. Bagaimana mengukur derajat signifikansi dari aktivitas pelabuhan yang berisiko dengan menggunakan metode *rough set model* yang memberikan dampak terbesar dalam gangguan rantai pasok maritim Indonesia?
3. Bagaimana menganalisis korelasi antara faktor risiko pelabuhan dengan menggunakan metode *manova* dan mengukur dampak dari faktor risiko terhadap stakeholder terkait?
4. Bagaimana hasil perhitungan menggunakan metode *rough set model* dan *manova* dalam menemukan masalah utama pada aktivitas berisiko di pelabuhan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Mengidentifikasi aktivitas-aktivitas operasional pada pelabuhan yang berisiko mengganggu ataupun menghambat kelancaran aktivitas rantai pasok maritim Indonesia.
2. Mengukur derajat signifikansi dari aktivitas risiko pelabuhan dengan *rough set model* yang memberikan dampak terbesar dalam gangguan rantai pasok maritim Indonesia.
3. Menganalisis korelasi antar faktor risiko pelabuhan dan mengukur dampak dari faktor risiko terhadap pemangku kepentingan terkait.
4. Mengetahui dan mengevaluasi penyebab faktor utama yang mengganggu aktivitas di pelabuhan.
5. Mengusulkan model persamaan regresi berdasarkan uji signifikansi dan analisis korelasi menggunakan *rough set model* dan *MANOVA*

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan pada *port-central* yang ada di Indonesia
2. Objek Penelitian terbagi atas 3, yaitu *Seaport-Manager*, *Seaport-Operator* dan *Seaport User*.
3. Analisa dilakukan menggunakan metode *Rough Set* dan *Manova*.
4. Menggunakan data Sekunder dari PELINDO II (IPC) 10 Juni 2021- 4 Agustus 2021, PELINDO III 28 Juni 2021-7 September 2021, Temas Line 6 Juni 2021-25 September 2021, PT. Trans Power Marine 1 Juli 2021- 9 Oktober 2021, PT. Samudra Indonesia 25 Juni 2021 – 30 Agustus 2021.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini dilakukan sebagai bentuk implemementasi penerapan keilmuan teknik industri dalam menyelesaikan permasalahan aktual dalam lingkup teknik industri

2. Bagi Perusahaan Objek Penelitian

1) *Port Manager* (Pengelola Pelabuhan)

Sebagai badan atau Lembaga yang memiliki otoritas dalam pengelolaan Pelabuhan yang dikelola oleh pemerintah. Manfaat yang didapatkan hasil dari penelitian ini sebagai bahan evaluasi dan proteksi dalam menghadapi gangguan dalam aktivitas Pelabuhan yang berisiko

2) *Port Operator* (Operator Pelabuhan)

Manfaat yang didapat dari penelitian ini sebagai informasi yang sangat penting untuk mengambil keputusan-keputusan strategis dalam aktivitas di Pelabuhan

3) *Port User* (Pengguna Pelabuhan)

sebagai bentuk integrasi informasi dari kedua pihak yang saling berkaitan dalam pengambilan keputusan untuk menjamin aktivitas di Pelabuhan tetap stabil dan kondusif untuk menjaga arus pasokan.

3. Bagi Perguruan Tinggi

Sebagai tambahan referensi, khususnya berkaitan dengan Supply Chain Management dalam konteks maritime supply chain yang dapat digunakan oleh stakeholder terkait. Selain itu, dapat pula membina kerja sama antara pihak civitas akademik dengan stakeholder Pelabuhan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Manajemen Rantai Pasokan

Pada prinsipnya konsep sebagai abstraksi pemikiran terhadap suatu ide atau gagasan mengenai suatu kejadian, keadaan, kelompok atau individu yang menjadi pusat perhatian suatu ilmu pengetahuan. Melalui konsep, seorang peneliti dapat menjabarkan suatu gagasan menggunakan istilah untuk beberapa kejadian (*events*) yang berkaitan satu dengan lainnya. Istilah tersebut digunakan untuk mewakili realitas yang kompleks (Singarimbun & Effendi, 1995).

Berkaitan dengan konsep manajemen rantai pasokan merujuk pada keseluruhan proses produksi, distribusi dan pemasaran dimana konsumen dihadapkan pada produk yang sesuai dengan keinginannya dan produsen dapat memproduksi produk dengan jumlah, kualitas, waktu dan lokasi yang tepat. Untuk menguraikan lebih jelas dan rinci mengenai konsep manajemen rantai pasokan sebagai abstraksi gagasan yang berhubungan secara menyeluruh (Marimin, 2013).

2.1.1 Definisi Manajemen Rantai Pasokan

Rantai pasokan adalah jaringan organisasi dan proses dimana sejumlah perusahaan (pemasok, produsen, distributor dan pengecer) berkolaborasi (bekerja sama dan berkoordinasi) disepanjang rantai nilai untuk memperoleh bahan mentah, untuk mengubah bahan mentah ini menjadi produk akhir yang telah ditentukan dan mengirimkan produk akhir kepada pelanggan (Ivanov D, et al., 2017).

Rantai pasokan adalah sistem dinamis yang tunduk pada perubahan struktural dan parameterik. Fitur utama rantai pasokan adalah desain struktur ganda dan parameter struktural yang dapat diubah karena faktor objektif dan subjektif pada berbagai siklus hidup rantai

pasokan. Dengan kata lain, dinamika struktur rantai pasok selalu ditemui dalam praktik (Ivanov, 2018).

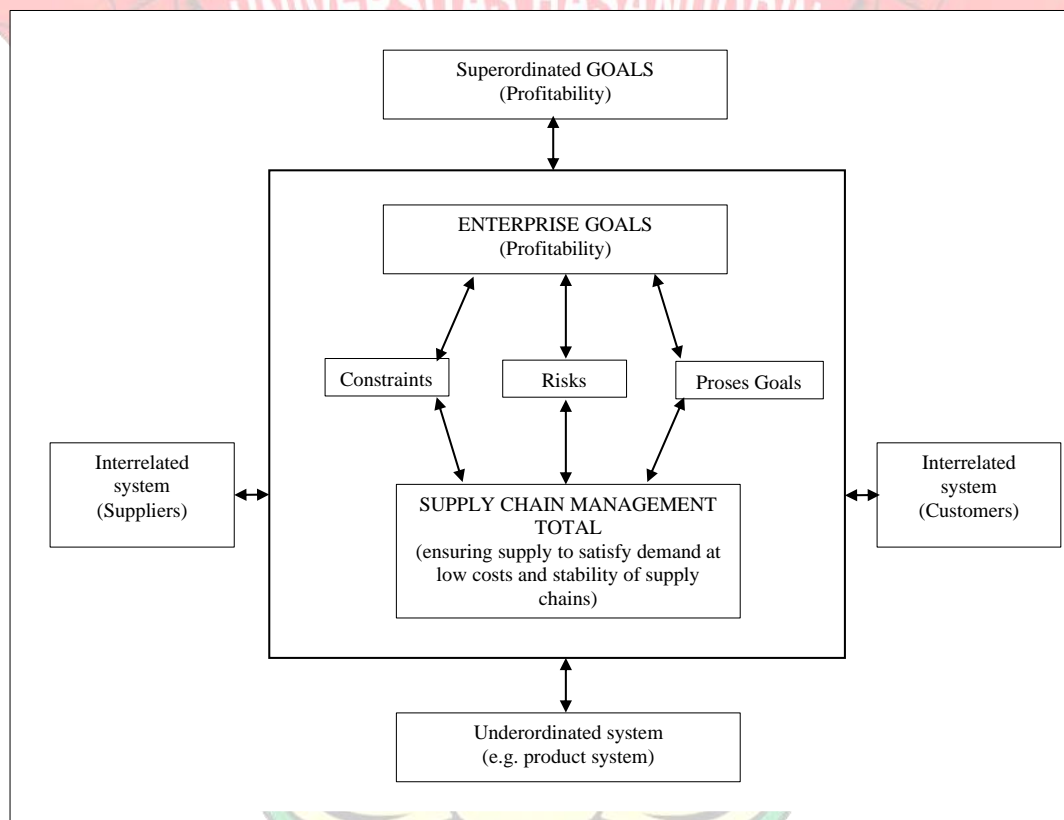
Manajemen rantai pasok adalah integrasi aktivitas pengadaan bahan baku dan pelayanan, pengubahan barang setengah jadi dan produk akhir, serta pengiriman ke pelanggan (Heizer J, 2006). Dengan demikian, manajemen rantai pasok meliputi seluruh aktivitas yang mencakup pembelian dan perubahan bentuk barang atau produk, serta fungsi pelayanan yang penting bagi keseluruhan hubungan pemasok (*supplier*) dan distributor untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

Manajemen rantai pasokan adalah suatu pengaturan yang dikelola secara tepat dengan melihat pihak yang terlibat saling terhubung erat antara desain dan manajemen rantai pasokan arus (produk, informasi dan dana) dan keberhasilan rantai pasokan (Chopra & Meindl, 2007). Sementara menurut Ivanov (2017) manajemen rantai pasokan adalah integrasi dan koordinasi lintas-departemen dan lintas perusahaan serta aliran material, informasi dan keuangan untuk mengubah dan menggunakan sumber daya rantai pasokan dengan cara yang paling rasional di sepanjang rantai nilai, dari pemasok bahan mentah hingga pelanggan.

Chopra dan Meindl (2015) melihat bahwa manajemen rantai pasokan saling mengintegrasikan proses produksi dan logistik. Dalam praktiknya, masalah produksi, logistik dan manajemen rantai pasokan berinteraksi satu sama lain dan saling terkait erat. Hanya dua dekade telah berlalu sejak manajemen perusahaan dan struktur organisasi telah dipertimbangkan dari perspektif fungsional yang meliputi pemasaran, penelitian dan pengembangan, pengadaan, pergudangan, manufaktur, penjualan dan keuangan. Perkembangan manajemen rantai pasokan didorong pada tahun 1990-an oleh tiga tren utama: orientasi pelanggan, globalisasi pasar dan pembentukan informasi kepada masyarakat. Tren ini

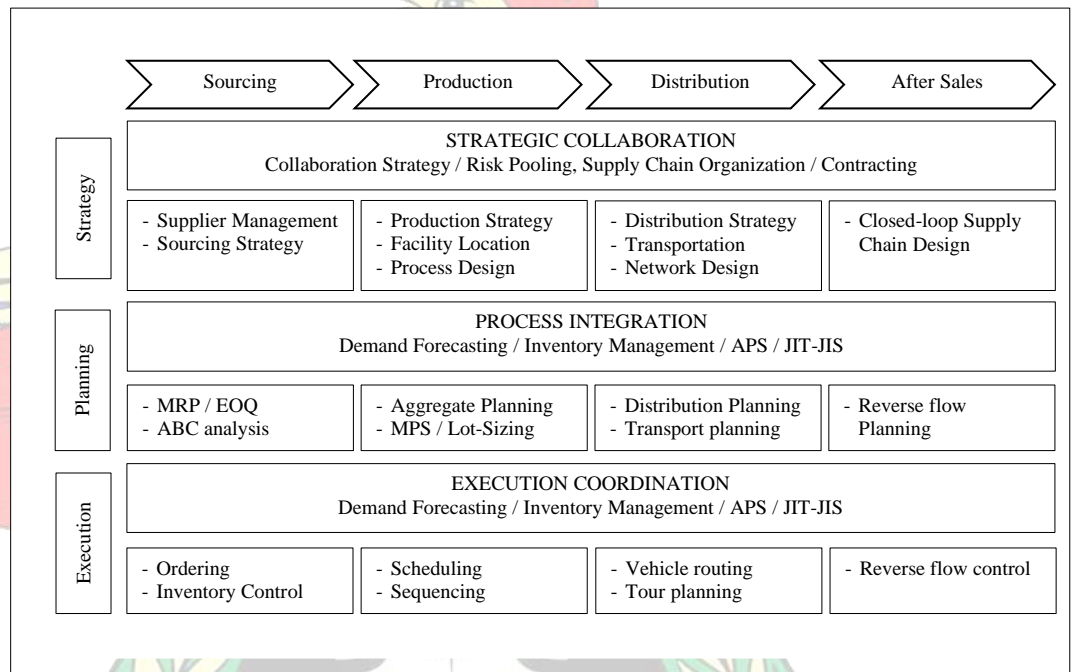
menyebabkan perubahan dalam strategi kompetitif perusahaan dan membutuhkan konsep manajemen rantai nilai yang memadai (Ivanov, 2018).

Pada dasarnya, manajemen rantai pasokan dalam suatu perusahaan didasarkan pada aktivitas internal perusahaan dan interaksi dengan sistem eksternal yang saling terkait. Sistem ini adalah pelanggan dan pemasok. Manajemen rantai pasokan pada gilirannya merupakan sistem penetapan tujuan untuk sistem yang tidak terkoordinasi, misalnya sistem produksi. Berkaitan dengan konsep sistem tersebut area pengambilan keputusan dalam manajemen rantai pasokan menurut (Ivanov & Sokolov, 2010) ditunjukkan pada gambar 2.1 di bawah ini:



Gambar 2.1 Manajemen Rantai Pasokan Sebagai Sebuah Sistem
Sumber : Ivanov D, et al., 2017

Rantai pasokan mewakili jaringan terkoordinasi kompleks yang beroperasi di lingkungan yang tidak pasti dan oleh karena itu terkena risiko dan gangguan yang beragam (Ivanov D, et al., 2017). Maka dari itu gambar di bawah ini memberikan informasi mengenai Matriks Keputusan dalam manajemen rantai pasok.



Gambar 2.2 Matriks Keputusan Manajemen Rantai Pasokan
Sumber: Ivanov D, et al., 2017

2.2 Rantai Pasokan Maritim

2.2.1 Definisi Rantai Pasokan Maritim

Rantai pasokan maritim atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Maritime Supply Chain* (MarSC) dipahami sebagai rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan jasa pengiriman dengan berfokus kepada perencanaan, koordinasi dan pengendalian kargo dari titik asal ke titik tujuan (Lam and Van De Voorde, 2011). Selain arus kargo dan keuangan, operator kapal perlu mengkoordinasikan arus informasi dan komunikasi di sepanjang rantai pasokan maritim, berinteraksi dengan pemangku kepentingan seperti operator Pelabuhan, operator terminal, agen pelayaran, penyedia layanan logistik, pengirim barang dan otoritas pabean. Berdasarkan

informasi yang disampaikan oleh La Londe dan Masters (1994), integrasi rantai pasokan maritim yang masuk kedalam kesepakatan dan keterhubungan jangka panjang. Berbeda dengan integrasi rantai pasokan umum, literatur tentang integrasi pasokan maritim agak terbatas.

2.2.2 Integrasi Rantai Pasokan Maritim

Globalisasi, deregulasi, liberalisasi dan peningkatan persaingan menyoroti bahwa integrasi rantai pasokan merupakan topik penelitian yang penting dalam ekonomi maritim dan Pelabuhan. Pertama perusahaan logistik memahami pentingnya orientasi rantai pasokan, didorong oleh pengurangan biaya, nilai pelanggan dan keunggulan kompetitif. Kedua dalam bisnis maritim industri pengelolaan kapal dan pembuatan kapal segera mengakui kemitraan rantai pasokan dalam strategi perusahaan mereka. Integrasi dimaksudkan untuk semua pihak yang terlibat dalam aktivitas maritim *supply chain* terkoordinir dengan baik yang terdiri atas

1. *Shipping*

Pedoman kebijakan utama, kebijakan transportasi Uni Eropa (UE) selama bertahun-tahun adalah promosi antar moda dan penggunaan moda transportasi lain. Baru-baru ini, sebuah peta jalan menuju Kawasan transportasi eropa telah digariskan oleh Komisi Eropa dengan penekanan besar pada daya saing dan keberlanjutan sistem transportasi, yang meliputi pengiriman laut pendek dan jalur air pedalaman. Defenisi pengiriman laut pendek adalah pergerakan kargo dan penumpang melalui laut antara Pelabuhan yang terletak di eropa geografis atau antara pelabuhan dan Pelabuhan yang terletak di non negara-negara eropa.

2. *Port dan Terminal*

Pelabuhan memainkan peran penting dalam sistem rantai pasokan, karena transportasi laut mewakili sekitar 90% dari perdagangan global. Secara bertahap, ukuran dari karakteristik Pelabuhan telah diubah, lebih condong pada area yang terletak di area rute perdagangan baru yang diperluas, yaitu area dengan faktor produksi berbiaya rendah, pasar besar, populasi besar, kapasitas besar, kapasitas ekonomi signifikan dan area yang cukup besar, kegiatan inovatif. Pada tahun 2013, ada sekitar 40 zona secara global, yang Sebagian besar dibentuk oleh kota-kota yang tumbuh ke luar dan menjadi satu sama lain. Namun demikian, keabadian bukanlah atribut Pelabuhan modern, puncak komersial tergantung pada nilai wilayah yang terwakilkan oleh pihak Pelabuhan berupa rute perdagangan, pasar dan teknologi yang digunakan. Sejarah dapat menunjukkan banyak contoh global yang berkembang selama beberapa tahun dan secara bertahap menurun.

Pelabuhan adalah pemain utama dalam perdagangan global, berfungsi sebagai simpul transportasi yang memfasilitasi aliran kargo di seluruh rantai pasokan global. Pelabuhan dibuat sesuai dengan pertumbuhan perdagangan global yang melonjak empat kali lipat dalam 40 tahun terakhir dalam upaya untuk menghubungkan komoditas lintas laut dengan infrastruktur pedalaman. Beberapa alasan utama melonjaknya komoditas global ini termasuk globalisasi, inovasi teknologi dan intensifikasi perjanjian perdagangan. Namun demikian, kendala yang harus diatasi adalah waktu penyelesaian yang cepat untuk penanganan dan penyimpanan kargo. Kontainerisasi yang muncul pada tahun 1960-an. Tetapi berkembang pesat sejak tahun 1990-an, memfasilitasi pengangkutan barang skala besar melalui laut, darat dan udara, melalui multimoda transportasi.

Arti penting sebuah pelabuhan secara langsung berkaitan dengan lokasi dan ceruk yang mungkin diwakilinya. Secara bertahap, kekuatan dialihkan dari pelabuhan ketika aliansi strategis dan kemitraan terbentuk diantara operator terminal dan perusahaan liner, pada tingkat yang lebih dalam, penguat yang diberikan pelabuhan bergantung pada strategi politik di tingkat regional dan nasional. Dukungan politik dapat memberikan pengaruh sambil membentuk aliansi strategi yang kuat dalam rantai pasokan. Selain itu, mungkin kepentingan suatu daerah untuk membagi rentang operasi Pelabuhan regional, untuk mengembangkan keunggulan kompetitif yang unik dan meminimalkan persaingan regional.

Teori jaringan dengan jelas menunjukkan mengapa pelabuhan secara sistem jaringan memiliki kapasitas untuk menjadi lebih baik. Rantai pasokan berkumpul di titik-titik di aman pasar, ekonomi dan infrastruktur bertemu.

Tabel dibawah ini menurut (UNCTAD, 2012) menunjukkan perkembangan perdangan lintas laut internasional dari tahun 1997-2011 (Jutaan Ton).

Tabel 2. 1 Perkembangan Perdangan Lintas Laut Internasional, 1970-2011 (Jutaan Ton)

Tahun	Minyak dan Gas	Main Bulks	Kargo Kering Lainnya	Total (Semua Kargo)
1970	1440	448	717	2605
1980	1871	608	1225	3704
1990	1755	988	1265	4008
2000	2163	1295	2526	5984
2005	2422	1709	2978	7109
2006	2698	1814	3188	7700
2007	2747	1953	3334	8034
2008	2742	2085	3131	7858
2009	2642	2085	3131	7858
2010	2772	2335	3302	8409
2011	2796	2477	3475	8748

Dalam aktivitas kepelabuhanan, tentu pelabuhan memiliki peran sentral dalam menghubungkan entitas-entitas pelabuhan berupa

1. Port Management

Port management atau disebut juga dengan pengelola pelabuhan adalah badan usaha Pelabuhan atau badan usaha milik negara.

2. *Port Operator*

Port operator adalah pemangku kepentingan yang menangani proses operasional di Pelabuhan seperti peti kemas dan kargo non peti kemas seperti kendaraan, cair dan curah kering.

3. *Port User*

Pengguna Pelabuhan adalah entitas-entitas yang memiliki hubungan kerja dengan operator Pelabuhan dan mereka yang berkepentingan langsung dengan kargo yang diangkut melalui Pelabuhan.

2.2.3 Tahapan Integrasi Industri Maritim

Globalisasi dan inovasi teknologi telah memungkinkan integrasi untuk mengubah rantai pasokan secara luas. Hampir 25 tahun yang lalu, integrasi dibedakan menjadi empat tahap berbeda dalam rantai pasokan. Hasil integrasi akan sangat bergantung pada strategi pemasaran, struktur dan proses operasional perusahaan. Tahapan integrasi perlu didefinisikan ulang dan direstrukturisasi agar dapat mencakup realitas global modern untuk industri maritim dan pelabuhan khususnya:

Level 1: rantai pasokan terdiri dari entitas dan divisi perusahaan berbeda, strategi dan operasi pelabuhan dibentuk atas dasar sumber daya perusahaan. Kurangnya pertukaran informasi menciptakan kurangnya visibilitas selama proses logistik, menyebabkan penundaan dan hasil yang buruk. Kerusakan informasi menyebabkan ketidakmampuan untuk mengikuti proses yang ramping dan gesit. Perusahaan kehilangan peluang pertumbuhan, karena pertukaran informasi yang buruk dan visibilitas pasar yang buruk. Untuk mencegah runtuhnya pelabuhan, satu-satunya pilihan

adalah mengejar integrasi, awalnya internal dan berakhir pada tingkat eksternal.

Level 2: Organisasi menerapkan integrasi internal, bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan dan memperoleh faktor produksi berbiaya rendah. Perusahaan tidak memiliki visibilitas jangka panjang dan komunikasi tidak digunakan secara efektif untuk menyelaraskan tujuan dan sasaran rantai pasokan.

Level 3: Integrasi perusahaan difokuskan pada wilayah pelabuhan. Pelabuhan berinteraksi dengan klien dan mitra rantai pasokan yang hanya terlibat atau berkaitan dengan operasi, waktu, layanan dan aktivitas yang mempengaruhi pelabuhan. Kolaborasi antar departemen dan pertukaran informasi telah tercapai dan pelabuhan telah mencapai strategi holistik. Visi dan tujuan pelabuhan berkaitan dengan prakiraan dan pertumbuhan pasar tahunan. Karena sikap tertutup pelabuhan, maka akan memberikan dampak berupa keterbatasan dalam menjangkau peluang pasar global dan gagal memahami secara mendalam tujuan strategis kliennya dan pada akhirnya gagal memenuhinya.

Level 4: pelabuhan mencapai integrasi eksternal di seluruh rantai pasokan. Sikap korporat memungkinkan pelabuhan untuk memperluas visinya ke seluruh pasar, pabrikan, operator terminal dan stakeholder lainnya. Pelabuhan sekarang memiliki pendekatan baru yang interaktif dan berbagai informasi yang memungkinkannya berfungsi sebagai komponen rantai pasokan yang efisien yang menambah nilai bagi aktivitas mitranya

Level 5: Integrasi eksternal meluas dan tingkat rantai pasokan ke tingkat regional, nasional atau global. Otoritas pelabuhan bertujuan untuk meningkatkan daya tawar pelabuhan dengan merancang strategi jangka panjang. Dengan pemahaman yang mendalam bahwa kekuatan pelabuhan dalam rantai pasokan saat ini dapat

dipengaruhi oleh pelabuhan lainnya, pelabuhan memperluas visi dan kegiatan pemasarannya ke rantai pasokan yang lain

(Burns, 2015).

2.3 Manajemen Risiko

2.3.1 Pengertian Manajemen

Manajemen diartikan sebagai seni penyelesaian pekerjaan melalui orang lain. Ricky W. Griffin mendefinisikan manajemen sebagai sebuah proses perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian dan pengontrolan sumber daya untuk mencapai sasaran (*goals*) secara efektif dan efisien. Selain itu beberapa definisi manajemen menurut para ahli. Mary Parker Follet mendefinisikan manajemen sebagai seni dalam mencapai tujuan melalui orang lain. James A.F. Stoner berpendapat bahwa manajemen itu adalah proses perencanaan, organisasi, kepemimpinan dan pengawasan terhadap usaha-usaha anggota organisasi lainnya untuk mencapai tujuan organisasi yang telah ditetapkan. Luther Gulik memberikan definisinya sendiri mengenai manajemen, bahwa manajemen itu suatu bidang pengetahuan (Ilmu) yang secara sistematis berusaha memahami mengapa dan bagaimana orang bekerja sama. Berdasarkan beberapa definisi diatas dapat dipahami bahwa manajemen pada dasarnya suatu seni mengatur yang melibatkan proses, cara dan tindakan tertentu seperti perencanaan, pengorganisasian, pengarahan dan pengendalian/pengawasan, yang dilakukan untuk menentukan dan mencapai tujuan secara efisien dan efektif dengan dan melalui orang lain (Sulastri, 2014).

2.3.2 Pengeritan Ketidakpastian dan Risiko

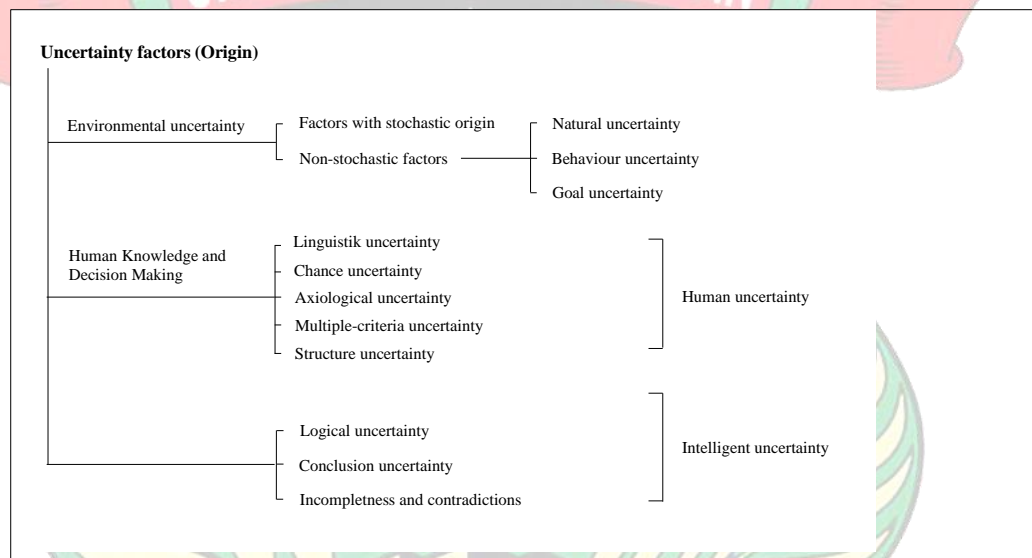
Ketidakpastian adalah properti sistem yang mencirikan ketidaklengkapan pengetahuan pada diri seseorang tentang sistem dan kondisi perkembangannya. Ketidakpastian adalah istilah polisemik (poli artinya banyak, sema artinya tanda). Secara historis, istilah pertama yang terkait dengan ketidakpastian adalah

kecelakaan probabilitas dan kemungkinan, yang dikaitkan dengan Aristoteles. Sampai pada abad kedua puluh, dasar-dasar matematika dari deskripsi faktor ketidakpastian didirikan pada interpretasi probabilitas-frekuensi dan terkait juga dengan Hukum Pascal, Ferma, Bernoulli dan Laplace. Teori probabilitas modern didasarkan pada penelitian Kolmogorov, yang memperkenalkan definisi aksiomatik probabilitas sebagai ukuran yang terkait dengan sistem aksioma yang disebut ruang probabilitas. Berbeda dengan risiko, ketidakpastian adalah istilah yang lebih komprehensif, mengingat situasi yang menyebabkan penyimpangan positif (peluang) dan negatif (ancaman) dari hasil yang diharapkan. Teori sistem modern yang diungkapkan oleh Moller dan Beer (2004) mendefinisikan ketidakpastian sebagai penilaian bertahap dari isi kebenaran dari suatu proposisi, misalnya dalam kaitannya dengan terjadinya peristiwa (Ivanov, 2018).

Sumber ketidakpastian biasanya dibagi menjadi dua kelompok: faktor stokastik dan faktor non stokastik. Kelompok pertama dapat digambarkan melalui model probabilitas. Faktor-faktor yang digambarkan sebagai variabel alternatif (fungsi, bidang) dengan distribusi yang diketahui didefinisikan secara statistik. Variabel *aleatory* dengan distribusi yang tidak diketahui dapat terdiri dari dua jenis: variabel dengan karakteristik yang diketahui atau tidak diketahui. Faktor-faktor berikut menghasilkan ketidakpastian *non-stochastic*:

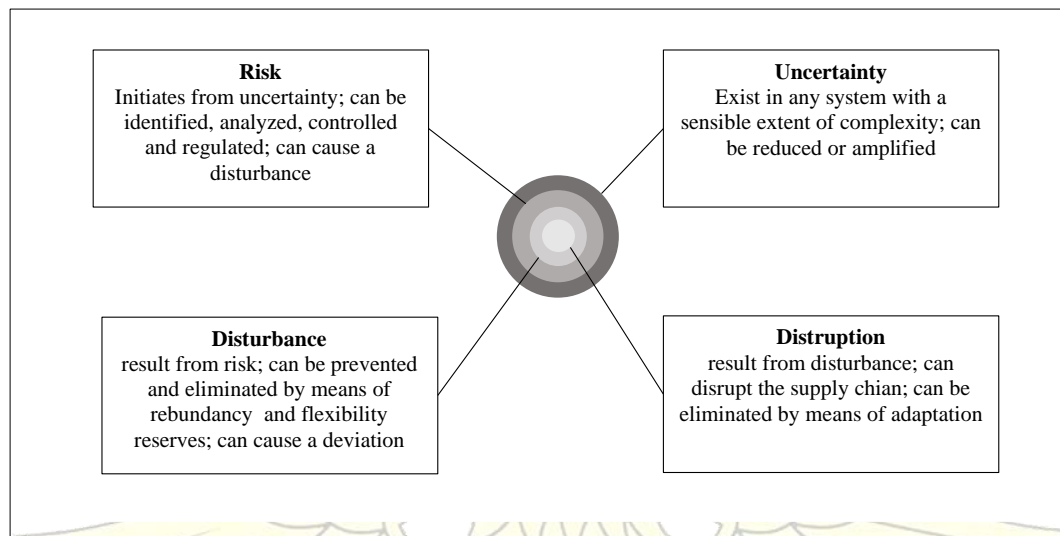
1. Oposisi yang disengaja dari sistem saingan, sementara tindakannya tidak diketahui. Jenis ketidakpastian ini disebut perilaku.
2. Fenomena yang saling terkait dengan operasi rantai pasokan dan kurang dipelajari.

3. Ketidakpastian pemikiran manusia. Ketidakpastian semacam ini muncul ketika sistem sedang dikelola atau diselidiki. Ini bisa disebut ketidakpastian personal
 4. Ketidakpastian pengetahuan dalam sistem kecerdasan buatan
- Untuk deskripsi formal ketidakpastian non-stokastik, deskripsi fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang diketahui, probabilitas subjektif untuk faktor ketidakpastian, deskripsi interval, dan deskripsi gabungan dari faktor ketidakpastian digunakan Dalam menganalisis ketidakpastian, biasanya ditemui empat aspek. Yang pertama adalah ketidakpastian itu sendiri, yang kedua adalah risiko, yang ketiga adalah pengaruh gangguan (disturbances), dan yang terakhir adalah pengaruh dampak gangguan (deviasi). Berikut klasifikasi faktor ketidakpastian (Ivanov dan Sokolov, 2010)



Gambar 2.3 Klasifikasi Faktor Ketidakpastian
Sumber: Ivanov dan Sokolov, 2010

Selain itu penting untuk mengetahui keterkaitan ketidakpastian, risiko, dan gangguan. Gambar dibawah ini memberikan informasi sesuai dengan apa yang disampaikan oleh (Ivanov dan Sokolov, 2010)



Gambar 2. 4 Keterkaitan Ketidakpastian, risiko dan gangguan

Sumber: Ivanov dan Sokolov, 2010

2.3.3 Manajemen Risiko dalam Rantai Pasokan

Manajemen risiko dalam rantai pasokan menjadi salah satu topik terpenting dalam penelitian dan praktik selama dekade terakhir. Literatur terbaru memperkenalkan klasifikasi risiko rantai pasokan yang berbeda. Misalnya (Chopra & Sodhi, 2004) mengkategorikan risiko rantai pasokan potensial menjadi Sembilan kategori:

1. Gangguan (Misalnya bencana alam, terorisme, perang, dll)
2. Penundaan (Misalnya tidak fleksibelnya sumber pasokan)
3. Sistem (Misalnya, kerusakan infrastruktur informasi)
4. Prakiraan (Prakiraan tidak akurat)
5. Kekayaan Intelektual (Integrasi Vertikal)
6. Pengadaan (misalnya risiko nilai tukar)
7. Piutang (misalnya jumlah pelanggan)
8. Persediaan (misalnya penyimpanan persediaan, ketidakpastian permintaan dan pasokan)
9. Kapasitas (misalnya biaya kapasitas)

1. Kerangka Umum Pengendalian Risiko

Ketidakpastian memulai risiko. Pada tahap desain rantai pasok (konfigurasi dan sintesis struktur), ketidakpastian merupakan kategori yang paling banyak digunakan dalam kaitannya dengan

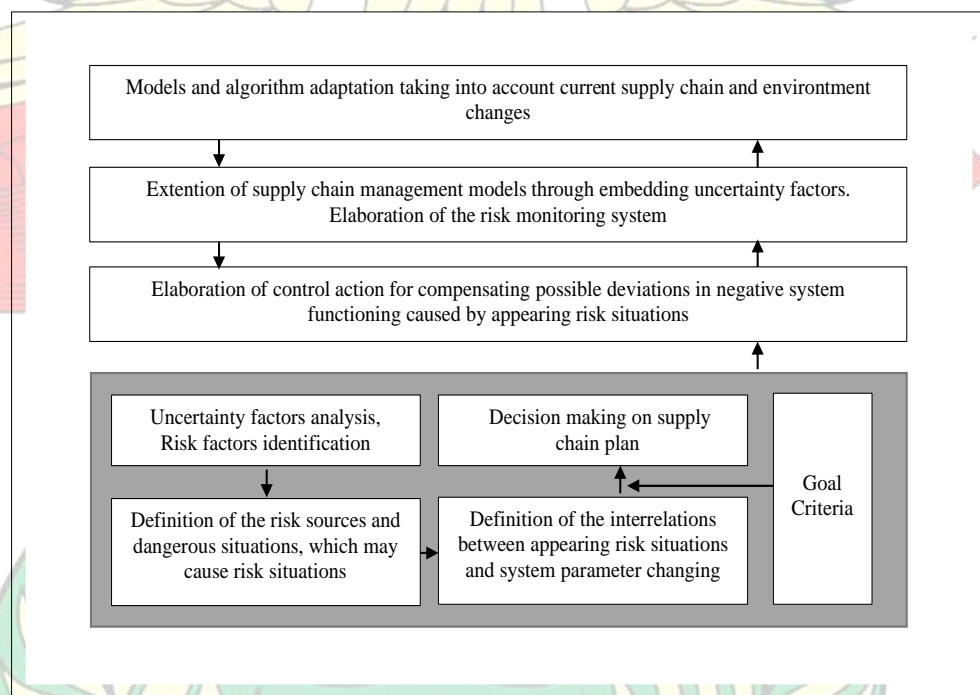
manajemen risiko. Manajemen risiko adalah pendekatan metodologis untuk mengelola ketidakpastian hasil. Konsep risiko tunduk pada berbagai definisi. Menurut March dan Shapira (1987), risiko adalah produk dari probabilitas terjadinya peristiwa negatif dan jumlah kerusakan yang dihasilkan (Ivanov, 2018).

Umumnya, dalam teori keputusan, risiko adalah ukuran dari serangkaian kemungkinan hasil (negatif) dari satu keputusan rasional dan nilai probabilitiknya. Dalam literatur manajemen rantai pasok, istilah “risiko” juga diganti dengan “kerentanan” yang berarti “berisiko”. Secara konseptual Ivanov (2018) mencatat bahwa risiko dapat dipertimbangkan dari tiga posisi dasar:

1. risiko adalah perkiraan kemungkinan hasil negatif dari peristiwa yang mengarah ke kerugian (pendekatan teknologi)
2. risiko adalah perkiraan individu oleh orang tersebut tentang bahaya akibat negatif dari peristiwa yang menyebabkan kerugian/kerugian; risiko pada akhirnya adalah milik setiap wirausahawan (pendekatan psikologis)
3. risiko merupakan properti integral dari setiap proses atau sistem, yang pengelolaannya merupakan masalah utama dalam kinerja ekonomi dan pemeliharaan stabilitas (pendekatan organisasi)

Untuk menganalisis risiko, kategori utama berikut diperkenalkan faktor risiko, sumber risiko. Situasi risiko dan situasi berbahaya. Faktor risiko adalah kategori global yang mencirikan sistem pada tingkat orientasi tujuan (mis. mengganggu rencana produksi, gangguan pengiriman, dll.). Sumber risiko mempertimbangkan kejadian tertentu yang dapat menyebabkan faktor risiko. Situasi berbahaya mencirikan keadaan sistem ketika kemungkinan munculnya sumber risiko dan pengaruh

langsungnya terhadap sistem ini tinggi. Situasi risiko berarti suatu kondisi ketika pengaruh aktif dari sumber risiko menyebabkan gangguan dan penyimpangan dalam fungsi sistem. Masalah fungsi rantai pasokan dalam hal risiko terdiri atas fase-fase utama berikut: identifikasi faktor risiko sumber risiko dan identifikasi situasi berbahaya—identifikasi saling ketergantungan antara tampilan situasi risiko dan perubahan parameter fungsi sistem — pengambilan keputusan. Berikut gambar penanganan risiko dalam rantai pasokan (Ivanov, 2018):



Gambar 2. 5 Penanganan Risiko Dalam Rantai Pasokan
Sumber: Ivanov, 2018

2.4 Risiko Arus Pasokan di Pelabuhan

Sebagai *portal logistic* dan keuangan yang mendasar, efisiensi Pelabuhan sangat penting untuk memastikan praktik operasi kelautan yang aman, terjamin, produktif dan ramah lingkungan. Terlepas dari ukuran, lokasi dan spesialisasinya, Pelabuhan pada prinsipnya dirancang untuk menyediakan perlindungan bagi kapal yang berlayar dilautan atau di daratan, sementara secara efektif mengelola berbagai aktivitas, tenaga manusia, material dan sumber daya keuangan yang berbeda. Otoritas Pelabuhan bertanggung jawab untuk menampung dan mengamankan kapal, sambil memastikan kelancaran operasi di seluruh penjangkaran kapal, pemanduan, operasi bongkar/muat dan sebagainya. Mereka mengawasi transit kanal dan jalur saluran dan mengawasi pergerakan kargo, mentransfer kargo basah, kering dan gas, sementara menangani kargo curah, peti kemas dan palet. Sehingga dari penjabaran di atas, manajemen pelabuhan dapat didefinisikan sebagai proses pengorganisasian, pemantauan dan pengendalian kegiatan pelabuhan dalam industri global yang genting, untuk mencapai tujuan perusahaan, yang sejalan dengan kepentingan regional dan nasionalnya.

2.4.1 Pengelolaan dan Operasi Pelabuhan

1. Departemen dan Kegiatan Otoritas Pelabuhan

Perdagangan global dicirikan oleh risiko yang tinggi, persaingan yang ketat dan aktivitas yang padat modal. Oleh karena itu, otoritas pelabuhan merasa semakin sulit untuk beradaptasi dengan *lanskap* global yang terus berubah dan bermusuhan dengan Pelabuhan global dalam upaya peningkatan kinerja tahunan dan upaya untuk mencapai tingkat ekspor/impor yang berkelanjutan. Otoritas pelabuhan bekerja sama dengan pemerintah, pembuat kebijakan dan Lembaga penegak hukum, pemegang saham, investor, bank, pemilik kapal, manajer kapal, pengirim kargo, penerima kargo, penjamin emisi, serikat pekerja, pialang komoditas, agen kapal, galangan kapal, tim perbaikan,

surveyor, inspektur dan auditor. Eksekutif Pelabuhan bertanggung jawab atas pembelian tanah dan fasilitas

2. Strategi Pelabuhan dalam Pergolakan Transisi

Selama sejarah pelayaran kontemporer, pelabuhan memberdayakan perusahaan dan konsumen untuk menjual dan membeli komoditas global ke tingkat dan volume yang sebelumnya dianggap tak terbayangkan. Teknologi telah sangat berkontribusi dalam hal aktivitas bisnis. Sangat penting bagi otoritas Pelabuhan untuk mengembangkan ahli strategi yang mampu beroperasi secara efisien di platform pasar internasional, sambil mengambil keputusan penting untuk kelayakan kerja pelabuhan dimasa depan. Fungsi manajemen Pelabuhan secara mendasar telah dibentuk kembali selama beberapa decade terakhir, karena percepatan perubahan teknologi maritim, diikuti oleh pergeseran besar kekuatan ekonomi global dan pola perdagangan:

- 1) Teknologi Informasi adalah istilah umum yang mencakup sistem satelit dan perangkat lunak yang digunakan untuk memfasilitasi komunikasi global antara pelabuhan, kapal dan rantai pasokan. Pelabuhan mendapat manfaat dari peningkatan komunikasi, termasuk meluasnya penggunaan komunikasi satelit dan perangkat lunak berbasis internet di atas kapal, memungkinkan penanganan kargo, operasi bongkar muat dan pemantauan jarak jauh serta pengendalian kinerja navigasi dan teknik kapal. Manajer Pelabuhan menjadi koordinator darurat dan penyelamatan yang vital dan penerima sinyal bahaya pada kapal, melalui perangkat suar lokasi darurat, seperti AIS (Sistem Identifikasi Otomatis), yaitu sistem pelacakan otomatis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menemukan kapal, EPIRB (Suar Radio Penanda Posisi Darurat), PLB (Suar Lokasi Pribadi),

SART (Transponder Pencarian dan Penyelamatan), Radio VHF dan lainnya.

2) Teknologi Maritim meliputi hal-hal dalam desain kapal, rekayasa kelautan, pembangunan kapal, dan pengoperasian kapal. Pelabuhan harus mengikuti perkembangan jenis ukuran, dan desain kapal baru yang muncul dan mengakomodasi kebutuhan pengguna yang berkaitan dengan operasi pelabuhan yang aman dan penanganan kargo yang efisien.

a) Kontainerisasi merupakan terobosan besar karena meningkatkan efisiensi kargo curah yang bernilai tinggi dan mengurangi waktu pemuatan/pengosongan kargo sebesar 84% dan biaya sebesar 35%. Kapal kontainer pertama dioperasikan pada tahun 1952 di Amerika Serikat dan Denmark dan sejak saat itu berbagai desain, volume dan kemajuan teknologi telah dimulai

Terminal pelabuhan sekarang membutuhkan fasilitas dan peralatan penanganan peti kemas dan industri yang sama sekali baru diciptakan kembali, yaitu truk peti kemas, operasi buruh Pelabuhan, persyaratan minimum tinggal dipelabuhan dan seterusnya. Selanjutnya, Pelabuhan dapat memperoleh manfaat penuh dari skala ekonomi, dalam hal produktivitas tenaga kerja dermaga yang lebih tinggi per jam kerja, peningkatan ukuran kapal dan pengurangan lalu lintas. Pada tahun 2009, lebih dari 90% komoditas *nonbulk* diangkut dalam peti kemas. Berdasarkan permintaan yang tinggi dan pemulihan bertahap dan krisis ekonomi 2008, desain baru, lebih besar dan lebih efisien telah diluncurkan. Pada tahun 2013, jenis kontainer terbesar dan terancang adalah “*triple E class*” yang berisi tiga keunggulan desain

utama. “Skala ekonomi, efisien energi dan peningkatan lingkungan.

b) Pengangkut Gas Alam Liquefied (LNG) dan Pengangkut Gas Minyak (LPG)

Pembawa LNG menyimpan gas alam yang diubah menjadi cairan kriogenik (yaitu, dicairkan melalui suhu yang sangat dingin). Biasanya, suhu yang diperlukan untuk mengembungkannya berkisar antara -120°C dan -170°C (antara -184°F dan -274°F). kapal pengangkut LNG pertama berlayar di Louisiana, Amerika Serikat, ke Inggris pada tahun 1959.

3) Ekonomi dan Perdagangan Global: Konsep Ekonomi Baru yang diperkenalkan pada tahun 1980-an menggambarkan transisi dari ekonomi berbasis manufaktur ke ekonomi berbasis jasa. Pergeseran menuju ekonomi nilai tambah yang berorientasi pada layanan menyebabkan reorganisasi geografis rantai pasokan. Pada tahun 1991, *World Wide Web* menjadi tersedia secara luas, memfasilitasi transaksi bisnis dan memungkinkan komunikasi global secara instan. Terobosan ini lebih lanjut mempromosikan konsep “*outsourcing kompulsif*” di dunia di mana hambatan geografis dan perdagangan berkurang. Pada tahun 1990-1n, dampak pada sektor maritim dan pelabuhan laut global sangat besar dan luas.

(Burns, 2015).

2.4.2 Pentingnya Pelabuhan dalam Rantai Pasok

Banyak pekerjaan telah dilakukan untuk mempelajari peran pelabuhan dalam rantai pasokan. Transformasi yang dialami oleh pelabuhan telah mendefinisikan ulang signifikansinya dalam jaringan rantai pasokan. Membandingkan perubahan ini sejak transformasi dari pelabuhan tradisional, penyelidikan perkembangan evolusi fungsi pelabuhan melalui tiga generasi. Pelabuhan memberikan kenyamanan penyimpanan kargo tetapi pada akhirnya

layanan seperti distribusi kargo, pengepakan dan pemrosesan menjadi fungsi pelabuhan yang penting untuk kargo konvensional dan curah di pelabuhan generasi kedua. Pelabuhan generasi ketiga melihat munculnya konsep kerjasama dan berbagi informasi dengan pelabuhan bertindak sebagai fasilitator dan dengan teknologi memainkan peran kunci dalam pertukaran informasi antara pemangku kepentingan yang berbeda. Perubahan kepemilikan pelabuhan, strategi pengembangan pelabuhan dan ruang lingkup kegiatan pelabuhan terlihat jelas selama tiga generasi. Akibatnya tujuan pelabuhan telah jauh menyimpang, dari menjadi pintu gerbang suatu wilayah ke system yang memberikan nilai tambah dan layanan fasilitas. Pelabuhan telah didefinisikan sebagai tautan penting yang mengantarkan dan memberikan nilai dalam sistem rantai yang digerakkan oleh nilai, sehingga mengubah mereka dalam posisi bisnis. Justru karena kapasitas pelabuhan dalam mengelola koneksi fungsi logistik di seluruh rantai pasokan yang memberikan pengaruh pada aliran kargo di sepanjang rantai pasokan. Terutama karena konteks baru yang semakin terintegrasi, pelabuhan disarankan untuk mengambil peran yang menghubungkan pihak-pihak yang berinteraksi dan menjadi pusat hubungan dimana nilai-nilai dihasilkan dengan menawarkan berbagai kegiatan dalam upaya untuk mempertahankan pihak yang memanfaatkan fasilitas pelabuhan. Selain itu, pelabuhan dapat melanjutkan transformasi menjadi pusat manajemen rantai pasokan global berbasis pengetahuan. Namun, tantangan muncul ketika perubahan konteks ini diperkenalkan. Tantangan yang dihadapi oleh pelabuhan dalam rantai pasokan terintegrasi yang lebih tinggi telah secara empiris diperiksa melalui mempelajari perilaku rantai pasokan. Tantangan-tantangan ini patut dicatat karena membantu menentukan pengaturan bisnis dimana pelabuhan tersebut berada.

Karena pelabuhan didorong untuk mengadopsi kelincahan dalam proses kepelabuhanan, maka perlu untuk menciptakan nilai yang lebih baik. Fitur pelabuhan telah ditentukan dan dengan langkah-langkah menuju pendekatan yang akurat untuk dilakukan oleh pelabuhan yang telah direkomendasikan. Demikian pula, penelitian telah dilakukan untuk mempelajari strategi pelabuhan dan perspektif rantai pasokan yang menekankan pada data tanggap, kelincahan dan efisiensi. Kebutuhan pelabuhan untuk lebih gesit didorong oleh dampak inefisiensi pelabuhan, yang mencakup biaya operasi dan transportasi tambahan yang tidak perlu (Loh, et al., 2017).

2.4.3 Risiko Gangguan Rantai Pasokan

Pelabuhan dengan operasi dan manajemen yang andal memainkan peran penting dalam memastikan kelangsungan rantai pasokan, mengingat peran integral pelabuhan dalam rantai pasokan saat ini. Karena pihak rantai pasokan terkait erat satu sama lain dalam perdagangan global saat ini, gangguan apapun di pelabuhan akan berdampak negatif pada pihak yang terlibat dalam rantai pasokan.

Risiko pelabuhan dapat berasal dari lingkungan *peripheral*, operasi internal dan melalui komunikasi yang tidak sesuai selama interaksi antara pihak internal dan eksternal. Bagian ini menyoroti hasil tinjauan literatur tentang ancaman PSCD dan kelangsungannya pada rantai pasokan, kemudian dikelompokkan ke dalam empat tema utama risiko pelabuhan berikut : infrastruktur; perencanaan; tenaga kerja dan keamanan.

Ada kekurangan yang secara langsung mempeengaruhi fungsi pelabuhan. Tabel di bawah ini menyatakan daftar gangguan rantai pasokan yang dihasilkan dari peristiwa yang berpusat pada pelabuhan. Hal tersebut merupakan ancaman yang cenderung terkait dengan infrastruktur seperti peralatan fisik, fasilitas dan

perangkat informasi dan komunikasi, yang berperan penting dalam memfasilitasi pelayanan kepelabuhanan.

Tabel 2.2 Pengaruh Peristiwa yang Mengganggu Port-Sentris terhadap Kontinuitas Rantai Pasokan

No.	<i>Port-Centric Disruptive Events</i>	Dampak
1	Pemogokan Pelabuhan Australia (Colman, 2016) (Toscano, 2016) (Burgess, 2011)	Ketidakmampuan untuk memenuhi pesanan, pelanggaran kewajiban kontrak, efek buruk dalam industri seperti manufaktur, ritel dan industri makanan
2	pemogokan pelabuhan Pantai Barat (Blachurst, et al., 2005) (MANAGEMENT, 2002)	Pengiriman persediaan yang tertunda, terduplikasi atau hilang, pengiriman yang tertunda ke pelanggan, penumpukan inventaris
3	Dermaga rusak di Port Lincoln setelah kapal tabrakan (Harrison, 2012) (Pedler, 2011)	Dermaga ditutup untuk menampung tumpahan minyak
4	Tabrakan MSC Chitra di Mumbai (Containerization, 2011) (Correspondent, n.d.)	Kontainer hilang, tumpahan minyak, penutupan pelabuhan Mumbai dan Jawaharlal Nehru Port Trust karena tumpahan minyak
5	Ledakan pipa di Pelabuhan Dalian (Group, 2010) (Association, 2010) (Tan, et al., 2010) (Chow, 2010)	Penutupan pelabuhan, penundaan ekspor dan impor
6	Pengenalan system bea cukai bari di Tanzania (Storage, 2010)	Waktu pembersihan meningkat tiga kali lipat
7	Peralatan penanganan kargo yang terlalu tua, cacat atau tidak memadai di pelabuhan (Commision, 2015) (Igbokwe, 2001)	Produktivitas rendah, inefisiensi dan kerusakan atau kehilangan kargo, proses pelepasan kargo dan penumpukan kargo di pelabuhan melambat
8	Kemacetan pelabuhan di Thailand (Murray, 2011)	Harga gula naik
9	Sistem port gagal berubah untuk beradaptasi dengan tinggi pertumbuhan volume (Igbokwe, 2001)	Masalah "pengumpulan" yang serius, di mana kargo tidak dibersihkan tepat waktu untuk yang baru masuk
10	Pelabuhan di Afrika Sub-Sahara tidak memiliki jalur kereta api dan jalan yang diperlukan, membuat mereka tidak dapat memperoleh manfaat dari petikemas dan koridor transportasi multi-moda karena peti kemas harus melalui pengepakan di pelabuhan (Igbokwe, 2001)	Pergerakan kargo dan tingkat izin terhambat, keterlambatan pengiriman

Peralatan penanganan kargo yang terlalu tua, cacat atau tidak memadai di pelabuhan mengurangi produktivitas dan efisiensi operasi pelabuhan dan membuat kargo rentan terhadap kemungkinan kerusakan dan kehilangan. Marsh dan McLennan

Companies (2008) menunjukkan bahwa kehilangan dan kerusakan kargo dapat disebabkan oleh kecelakaan penanganan kargo, efek dari kegagalan peralatan, kesalahan penanganan peralatan, diantara penyebab langsung dan tidak langsung lainnya seperti terorisme dan pencurian. Karena kecelakaan pelabuhan mengurangi efisiensi di pelabuhan dan menimbulkan biaya kecelakaan, tingkat keselamatan di pelabuhan mempengaruhi total biaya transportasi yang ditanggung oleh pihak rantai pasok. Pelabuhan Mumbai dan Jawaharial Port Trust, harus ditutup dan peti kemas yang hilang dilaporkan karena tumpahan minyak yang disebabkan oleh kapal (Loh, et al., 2017).

Dengan semakin banyaknya jenis pelayanan yang dimiliki oleh pelabuhan, maka pelabuhan dituntut untuk mengelola proses yang beragam, selain mengawasi pemeliharaan infrastruktur fisik. Kegiatan operasional di terminal meliputi penempatan peti kemas, pemuatan dan pembongkaran kargo ke tempat berlabuh, transportasi dan penyimpanan kargo di terminal (Burns, 2015). Perencanaan infrastruktur dan sumber daya yang ada akan mempengaruhi ketersediaan peralatan dan tenaga kerja. Adanya kemacetan dapat menjadi indikasi sumber daya atau fasilitas yang tidak memadai dan merupakan hasil dari perencanaan dan peramalan yang tidak tepat. Dalam beberapa tahun terakhir, ukuran kapal telah meningkat pada tingkat yang lebih cepat dari pada yang dapat ditampung oleh pelabuhan. Ketika system pelabuhan gagal untuk mengubah dan beradaptasi dengan pertumbuhan volume yang tinggi, kargo tidak dapat dibersihkan tepat waktu untuk yang baru masuk (Igbokwe, 2001).

Literatur yang menunjukkan bahwa gangguan dalam rantai pasokan dapat ditimbulkan oleh gangguan yang berpusat pada pelabuhan yang didorong oleh kekurangan operasional di pelabuhan. Dalam hal ini bisa dilihat sebagai rujukan dan sumber

untuk mengidentifikasi faktor-faktor apa saja yang termasuk dalam risiko ancaman PSCD menurut (Loh, et al., 2017):

Tabel 2.3 Faktor Risiko untuk Ancaman PSCD

PSCD Threats	Kategori
Ancaman Infrastruktur	Kerusakan peralatan pelabuhan Peralatan penanganan kargo pelabuhan yang tidak memadai Kecelakaan kerja Pemadaman listrik Kerusakan system manajemen lalu lintas kapal Kerusakan system informasi pelabuhan Tabrakan di jalur air
Ancaman Perencanaan	Kemacetan di saluran air Kemacetan di dalam terminal Kekurangan fasilitas atau peralatan
Ancaman Tenaga Kerja	Pemogokan Buruh Pelabuhan Salah tafsir atas instruksi di Tempat kerja Kekurangan tenaga kerja
Ancaman Keamanan	Perdagangan Penyelundupan Pernumpang Gelap Pencurian Serangan Teroris

Pelabuhan dulu agak sederhana dalam penyediaan layanan. Namun, tren peningkatan peran integratif pelabuhan ke dalam rantai pasokan saat ini telah mengubah jangkauan dan kompleksitas layanan pelabuhan. Dengan munculnya area kekurangan baru. Integrasi pelabuhan ke dalam rantai pasokan menghasilkan implikasi yang mempengaruhi bagaimana ancaman PSCD yang dapat menyebabkan gangguan. Karena risiko ini ditentukan oleh ancaman yang tidak pasti, maka perlu metode evaluasi komprehensif fuzzy dalam penilaian risiko.

2.4.4 Istilah-istilah Risiko Gangguan Rantai Pasokan

1. Bahaya (*Hazard*)

Menurut Tarwaka (2008), bahaya adalah suatu keadaan yang memungkinkan atau berpotensi terhadap terjadinya kejadian kecelakaan berupa cedera, penyakit, kematian, kerusakan atau kemampuan melaksanakan fungsi operasional yang telah ditetapkan.

Menurut Soehatman Ramli (2010), bahaya adalah segala sesuatu termasuk situasi atau tindakan yang berpotensi menimbulkan kecelakaan atau cedera pada manusia, kerusakan atau gangguan lainnya. Karena hadirnya bahaya maka diperlukan upaya pengendalian agar bahaya tersebut tidak menimbulkan akibat yang merugikan

Menurut Suma'mur (1996), Bahaya pekerjaan adalah faktor-faktor dalam hubungan pekerjaan yang dapat mendatangkan kecelakaan. Bahaya tersebut potensial, jika faktor-faktor tersebut belum mendatangkan kecelakaan (Wulandari, 2011).

2. Ancaman (*Threats*)

Ancaman merupakan situasi yang dapat memicu sumber berbahaya dan meningkatkan probabilitas risiko dalam suatu system atau infrastruktur (Singh, 2013).

3. Risiko (*Risks*)

Risiko sering diartikan ketidakpastian (*uncertainty*). Dalam pemahaman umum, risiko bisa menyebabkan timbulnya masalah tetap bisa juga mendatangkan peluang yang menguntungkan. Risiko juga berkaitan dengan kemungkinan (probabilitas) kerugian yang akan menimbulkan masalah. Risiko menjadi suatu masalah penting karena adanya kerugian yang ditimbulkannya tidak dapat diketahui secara pasti.

Menurut ISO 3100 (2018) dinyatakan bahwa risiko adalah ketidakpastian yang berdampak pada sasaran. Risiko adalah peristiwa yang belum (mungkin) terjadi yang memiliki potensi dampak terhadap sasaran. Dan dampak tersebut bisa mungkin positif dan mungkin pula negatif.

(Sudarmanto, et al., 2021)

4. Gangguan (*Disruption*)

Gangguan adalah sebuah interupsi dengan cara yang biasa dilakukan oleh sebuah sistem, proses atau event (Cambridge Dictionary).



2.5 Gangguan Rantai Pasok dalam Persepektif Pelabuhan

Pentingnya menggabungkan ketahanan dalam entitas rantai pasokan telah ditekankan dalam banyak penelitian dan cara organisasi menangani gangguan dapat mempengaruhi citra dan pangsa pasarnya. Salah satu contoh klasik adalah gangguan yang dihadapi oleh Ericsson ketika petir menyambar pabrik semikonduktor Philip di New Meksiko. Ericsson telah menggunakan strategi pemasok tunggal dan tidak dapat secara fleksibel menanggapi penghentian produksi chip ponsel. Akibatnya, pangsa pasarnya menderita.

Mekanisme strategis yang diterapkan dalam gangguan rantai pasokan berguna untuk manajemen pelabuhan untuk tujuan yang sama. Karena pelabuhan semakin dilihat sebagai simpul penting dari rantai pasokan global, profit potensi rantai pasokan terkait pelabuhan yang dapat menyebabkan gangguan di seluruh rantai pasokan akan menjadi lebih komprehensif karena kompleksitas operasi dan manajemen pelabuhan serta interaksinya dengan pelabuhan.

Kasus-kasus penting dari gangguan rantai pasokan yang dikelola dengan baik oleh organisasi menyiratkan beberapa ciri penting dalam manajemen gangguan rantai pasokan yang efektif dan ciri-cirinya termasuk daya tanggap, fleksibilitas, hubungan pemasok yang kuat, kemampuan organisasi untuk mempengaruhi permintaan, komitmen terhadap organisasi dan keseragaman dalam proses dan prosedur. Kemampuan untuk mengidentifikasi gangguan dan menetapkan rencana kesinambungan juga telah ditekankan dalam penelitian. Secara khusus, peneliti telah mengidentifikasi karakteristik pendekatan mitigasi risiko untuk mengambil tujuh bentuk berikut:

1. Meningkatkan kapasitas
2. Memperoleh pemasok yang berlebihan
3. Meningkatkan fleksibilitas
4. Meningkatkan inventaris
5. Meningkatkan kemampuan

6. Kumpulan atau permintaan agregat

7. Meningkatkan kemampuan.

Efektivitas strategi ini bermuara pada menghilangkan akar penyebab gangguan, yang berbeda di seluruh organisasi industri. Disinilah pelabuhan dapat berkontribusi karena tidak melakukan strategi khusus industry untuk mengurangi gangguan rantai pasokan. Strategi yang digunakan pelabuhan bisa sangat luas untuk meminimalkan gangguan rantai pasokan yang menjangkau berbagai industri.

Di tengah pendekatan ancaman keamanan pelabuhan sebagai sumber potensial untuk gangguan rantai pasokan dari perspektif logistik dan manajemen rantai pasokan, salah satu cara untuk meningkatkan standar keamanan di jaringan maritim adalah dengan membuat pelabuhan dan pemangku kepentingannya memprediksi hasil dari kerentanan yang terdeteksi di seluruh internal dan pelabuhannya. Sistem eksternal, dalam upaya kolaboratif yang terintegrasi. Melalui tingkat kerja sama yang lebih tinggi, keamanan dapat dimasukkan dan dipastikan di seluruh rantai. Jika tidak, perusahaan yang memilih keluar dari inisiatif keamanan seperti Customs Trade Partnership against Terrorism (C-PAT) mungkin berakibat dengan pemrosesan kargo yang lebih lambat. Secara khusus, analisis empiris dampak ISPS Code, CSI dan aturan 24 jam pada efisiensi operasi terminal peti kemas telah dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa terminal penerapan aturan 24 jam umumnya memiliki efisiensi yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa aturan 24 jam dan penerapan CSI mengalami peningkatan efisiensi terminal sedangkan terminal tanpa penerapan CSI mengalami kerugian. Di sisi lain, karena interpretasi ISPS Code bervariasi di seluruh pelabuhan, penilaian keuntungan atau kerugian produktivitas yang berkaitan dengan penerapan ISPS Code menjadi rumit. Namun demikian, efek dan manfaat jangka panjang dapat membenarkan biaya tindakan keamanan.

Pada akhirnya, rantai pasokan yang berkinerja baik membutuhkan koneksi dan sinkronisasi untuk aliran barang yang berkelanjutan di antara setiap agar terjadi. Hal ini pada gilirannya menuntut langkah-langkah keamanan untuk dipenuhi di semua mata rantai dalam setiap rantai pasokan.

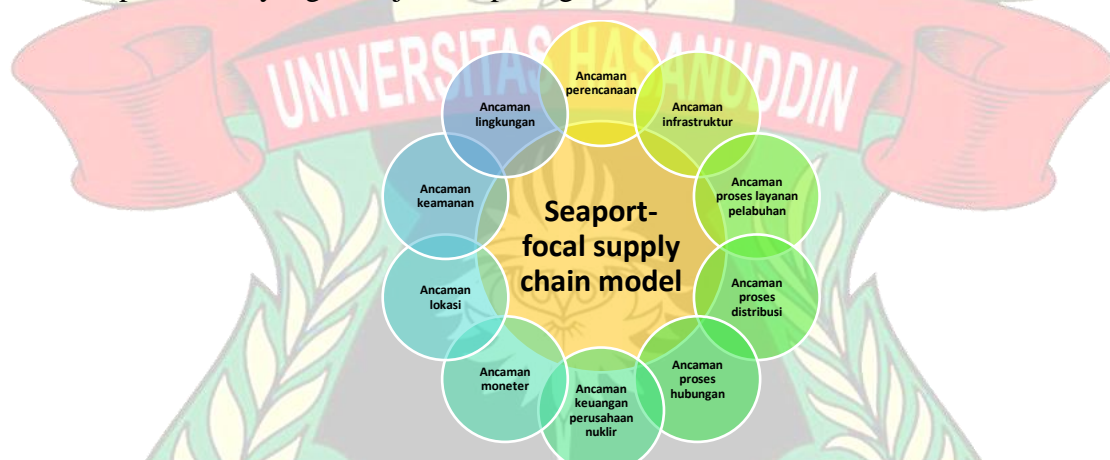
Pengaturan untuk mengurangi efek gangguan dari kejadian yang tidak diinginkan memerlukan upaya manajemen pelabuhan internal serta kolaborasi atau keterlibatan dari pihak eksternal. Jika tidak, ruang lingkup tindakan dan tingkat bantuan terhadap gangguan akan dibatasi.

Mengingat perubahan peran pelabuhan dan peningkatan cakupan layanan transportasi antarmoda di pelabuhan, konsep penggunaan pusat terpadu untuk *Transshipment, Storage, Collection Distribution* (TSCD) kargo telah disarankan untuk meningkatkan efisiensi penanganan kargo di dalam pelabuhan. Selain mengurangi ancaman kemacetan pelabuhan, aksesibilitas bisnis juga akan ditingkatkan dengan penggunaan konsep TSCD karena manfaat dapat diperoleh dari kedekatan fisik. Seruan untuk pendekatan “Logistik pelabuhan sentris” yang serupa terlihat di Inggris raya melalui beberapa kemitraan signifikan di bawah tekanan volume kargo yang berkembang pesat. Pendekatan alternatif untuk mencegah kemacetan pelabuhan adalah mengidentifikasi pelabuhan pengganti dan membuat prakiraan yang tepat yang membantu menghasilkan keseimbangan pasokan sambil mengawasi permintaan dan pasokan transit. Namun pelabuhan perlu mempertimbangkan tren industri seperti kedatangan kapal yang lebih besar serta efek dari lingkungan eksternal karena mereka berperan dalam mempengaruhi kinerja terminal dan peningkatan pelabuhan. Selain itu memfasilitasi setiap kebijakan dan strategi akan membutuhkan komunikasi dan penerimaan yang efektif di dalam masyarakat yang membutuhkan pengetahuan dan pemahaman tentang sumber daya manusia.

(Loh & Thai, 2014).

2.6 Model Risiko Rantai Pasokan di Pelabuhan

Model manajemen risiko rantai pasok fokus manufaktur – berfokus pada operasi produk terdiri dari lima aspek secara umum, seperti perencanaan, pengadaan, manufaktur, distribusi, dan pengembalian. Sedangkan studi ini (model gangguan risiko rantai pasok maritim) mengusulkan sembilan aspek. Karena model manajemen risiko rantai pasok fokus pelabuhan berdasarkan layanan, baik pengadaan maupun manufaktur tidak termasuk dalam model ini. Selain itu, sembilan aspek yang diusulkan berasal dari tinjauan literatur, terutama penelitian lanjutan dari studi Loh dan Thai (2014) tentang gangguan rantai pasokan terkait pelabuhan yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini



Gambar 2.5 Risk model
sumber: (Hanaoka & Bagus, 2022)

Selain itu, risiko operasi rantai pasokan (manufaktur) termasuk dalam struktur hirarki model manajemen risiko, tetapi risiko eksternal tidak. Sebagai perusahaan pelabuhan, operasi dan pengembangan rantai pasokan maritim terkait erat dengan perdagangan impor dan ekspor. Oleh karena itu, ia memiliki risiko terkait lingkungan eksternal dan operasional. Selain itu, model rantai pasokan manufaktur-fokal memiliki kelemahan mengabaikan analisis risiko aliran modal. "Tiga aliran" di kelas masalah apa pun akan memengaruhi operasi yang sehat dan stabil dari seluruh rantai pasokan. Oleh karena itu, risiko aliran modal diperlukan untuk menjamin totalitas rantai pasok perusahaan pelabuhan. Makalah ini hanya

menganalisis ancaman keuangan perusahaan nuklir dan ancaman moneter. Selanjutnya, 10 aspek model risiko gangguan rantai pasok fokus pelabuhan akan dikaji struktur rantai pasok pelabuhan laut Indonesia sebagai studi kasus, dan beberapa atribut risiko untuk setiap dimensi ancaman disajikan pada tabel di bawah ini

Tabel 2.4 Dimensi model risiko gangguan rantai pasokan di pelabuhan

Dimensi gangguan risiko	Penjelasan
Ancaman perencanaan	Potensi ancaman dari dimensi ini disebabkan dari proses perencanaan yang tidak memadai. Kemungkinan terjadinya risiko selalu terjadi karena lemahnya proses perencanaan dalam rantai pasok maritim. Dengan membuat proses perencanaan yang lebih ilmiah, komprehensif, dan masuk akal membantu pemangku kepentingan pelabuhan untuk mencapai tujuan. Selengkap rencana itu lebih mudah untuk mengikuti arah yang telah ditetapkan dengan sedikit ketidakpastian dan mencapai tujuan. Proses perencanaan perusahaan pelabuhan harus mencakup dua bagian, sebagai berikut: risiko proses perencanaan internal dan risiko proses perencanaan rantai pasokan. Contoh Qingdao Port Group (Jiang, et.al., 2017) menggambarkan bahwa rencana internal meliputi rencana strategis, rencana tempat berlabuh, rencana kapal, rencana penanganan, rencana penyimpanan, rencana transfer, dan rencana distribusi. Rencana rantai pasokan terutama mencakup rencana strategis dan rencana pencegahan risiko.
Ancaman infrastruktur	Ancaman di bawah “ancaman infrastruktur” kemungkinan besar terkait dengan pemeliharaan atau kemajuan teknologi di pelabuhan dan oleh karena itu terkait erat dengan produktivitas operasi pelabuhan. Tindakan di tingkat lokal biasanya cukup untuk mengatasi masalah ini. Oleh karena itu, inisiatif pelabuhan dalam memperbaiki kawasan-kawasan tersebut sangatlah penting. Selanjutnya, kemacetan dan ketidakcukupan sumber daya adalah hasil khas dari perencanaan dan peramalan yang tidak tepat. Untuk mengatasi ancaman ini, interaksi dan kerjasama dengan entitas eksternal akan menawarkan banyak bantuan.
Ancaman proses layanan pelabuhan	Secara umum, rantai pasokan fokus pelabuhan memiliki empat layanan utama: bongkar muat, penyimpanan, transfer, dan distribusi. Risiko proses pelayanan pelabuhan terkait dengan fasilitas pelayanan dan distribusi pelabuhan, seperti rasionalitas alokasi dermaga pelabuhan, efisiensi operasional produksi (kapal, crane dan peti kemas, dll), serta efisiensi dan responsivitas penanganan, penyimpanan, pemindahan, dan distribusi. Sebagai inti dari rantai pasokan pelabuhan, risiko proses layanan perusahaan pelabuhan secara langsung terkait dengan pengoperasian seluruh rantai pasokan. Jika proses pelayanan kepelabuhanan ini mengalami risiko yang signifikan, maka gangguan terhadap seluruh rantai pasok perusahaan pelabuhan meningkat secara signifikan dan memberikan dampak yang merugikan

<p>Ancaman proses distribusi</p>	<p>Risiko proses distribusi merupakan salah satu logistik utama terkait risiko rantai pasokan. Risiko tersebut meliputi risiko pemilihan rute transportasi, risiko pemilihan alat angkut, risiko pemilihan logistik, risiko keberangkatan dan masuk pelabuhan, risiko pengiriman, risiko kepabeanan, dan risiko cacat barang. Diantaranya, tiga risiko pertama akan mempengaruhi pengendalian biaya logistik dari rantai pasokan, sedangkan yang terakhir terkait dengan kualitas logistik. Lainnya akan mempengaruhi efisiensi logistik.</p>
<p>Ancaman proses hubungan</p>	<p>Setelah selesainya produksi oleh perusahaan manufaktur, produk diproduksi dan dapat dikirim ke konsumen secara langsung atau melalui distributor. Perubahan layanan rantai pasokan perusahaan pelabuhan mengikuti perubahan proses logistik. Sebagian besar barang dalam rantai pasokan perusahaan pelabuhan adalah bahan mentah (kargo kering seperti bijih besi, atau kargo cair seperti minyak bumi); sebuah perusahaan daripada konsumen akhir mewakili entitas paling hilir dalam rantai. Rantai pasokan perusahaan pelabuhan lebih pendek dari rantai pasokan manufaktur. Namun, rantai pasokan perusahaan pelabuhan tidak menghasilkan produk yang nyata, dan layanannya tidak dapat disimpan; itu memberikan layanan yang tidak dapat dikembalikan. “Pengembalian” untuk perusahaan pelabuhan selalu dikaitkan dengan hilangnya anggota rantai pasokan. Risiko utama adalah “peningkatan mekanisme koordinasi anggota, mekanisme distribusi kepentingan, pembagian tanggung jawab dan mekanisme keluar, dan asimetri informasi anggota.” Seluruh risiko utama terkait dengan ancaman tenaga kerja terkait soft skill pekerja di seluruh pelabuhan dan juga rentan terhadap tekanan pemerintah. Pelabuhan tidak mungkin mengurangi ancaman ini dengan bekerja sendiri.</p>
<p>Ancaman keuangan perusahaan nuklir</p>	<p>Dalam rantai pasokan perusahaan pelabuhan, arus tidak hanya mencakup arus informasi, logistik, dan layanan, tetapi juga arus modal rantai pasokan inti. Risiko aliran modal perusahaan inti adalah risiko keuangan yang akan mempengaruhi risiko operasional seluruh rantai pasokan. Risiko keuangan perusahaan nuklir terutama mencakup risiko laba, risiko utang, risiko operasional, risiko pengembangan, dan risiko arus kas.</p>
<p>Ancaman moneter</p>	<p>Ancaman tersebut melibatkan rantai pasok global, sehingga berkaitan dengan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan pelayaran dalam proses transshipment. Selanjutnya ancaman moneter terkait dengan efisiensi biaya deviasi dan biaya pelabuhan. Yang pertama adalah biaya perjalanan yang dikeluarkan oleh jalur pelayaran ketika menyimpang dari jalur laut utama untuk mengakses pelabuhan hub, sedangkan yang berikutnya terkait dengan operasi di pelabuhan. Biaya ini termasuk biaya penanganan peti kemas; iuran pelabuhan, seperti iuran navigasi; ilmu pelayaran; penyeretan; dan seterusnya. Selain itu, biaya yang terkait dengan pengangkutan kargo antara hub dan pelabuhan feeder disebut biaya di feeder link.</p>
<p>Ancaman lokasi</p>	<p>Lokasi pelabuhan memainkan peran penting dalam rantai pasokan global karena banyak jalur pelayaran berusaha mempertahankan jumlah pelabuhan panggilan yang terbatas dengan cakupan pasar maksimum, terutama untuk berada di dekat pasar yang sedang tumbuh. Kategori ini mencakup kriteria yang terkait dengan lokasi port hub. Studi ini mempertimbangkan skema hub and spoke, seperti lokasi relatif terhadap</p>

	<p>port hub lainnya, aksesibilitas port hub, dan pasar feeder yang terhubung. Aspek penting dari lokasi pelabuhan hub relatif terhadap pelabuhan hub kompetitif lainnya, seperti apakah pelabuhan hub terletak berdekatan satu sama lain dan pertumbuhan pasar di wilayah pelabuhan hub juga. Faktor-faktor yang mempengaruhi aksesibilitas pelabuhan hub, seperti pasang surut, draft air, dan sebagainya. Sifat pasar feeder yang terhubung, seperti apakah pasar feeder memiliki potensi pertumbuhan yang tinggi dan volume kargo dari pasar feeder.</p>
Ancaman keamanan	<p>Risiko terkait keamanan berimplikasi mencakup risiko ekonomi, risiko politik, dan risiko terkait lingkungan alam. Risiko ekonomi disebabkan oleh operasi makroekonomi domestik dan internasional, fluktuasi nilai tukar, dan perdagangan internasional. Risiko politik mengacu pada faktor-faktor seperti perang yang menyebabkan peningkatan biaya, dan bahkan kerusakan rantai pasokan.</p>
Ancaman lingkungan	<p>Risiko terkait lingkungan alam terutama dimanifestasikan oleh dampak bencana alam terhadap produksi perusahaan pelabuhan dan terkait dengan lokasi perusahaan pelabuhan dan pilihan rute transportasi.</p>



2.7 *Rough Seth Theory* dan Aplikasi

Rough seth adalah pendekatan matematika baru untuk pengetahuan yang tidak sempurna. Masalah pengetahuan yang tidak sempurna telah ditangani sejak lama oleh para filsuf, ahli logika dan matematikawan. *Rough set* yang dikembangkan oleh Pawlak (1982), telah muncul sebagai metode matematika untuk mengelola ketidakpastian dari informasi yang tidak tepat dan tidak lengkap. Baru-baru ini juga menjadi isu penting bagi para ilmuwan computer, khususnya di bidang kecerdasan buatan. Ada banyak pendekatan untuk masalah bagaimana memahami dan memanipulasi pengetahuan yang tidak sempurna. Yang paling sukses, tidak diragukan lagi, adalah teori *Rough Set* yang dikemukakan oleh Lotfi Zadeh.

Pendekatan *rough set* sangat penting bagi *Aritificial Intelligence* (AI) dan kognitif ilmu pengetahuan, terutama dibidang *mechine learing*, akuisisi pengetahuan, analisis keputusan, penemuan pengetahuan dari database, sistem pakar dan penalaran induktif. *Rough set* telah diintegrasikan dengan banyak pendekatan lain seperti Teori Fuzzy Set, Komputasi Granular, Teori Bukti, analisis konsep Formal, Penalaran Boolean, analisis keputusan multikriteria, metode statistik, teori keputusan dan matroid. Meskipun tumpang tindih dengan banyak teori lain, teori *Rough Set* dapat dianggap sebagai disiplin independent dengan sendirinya. Ada banyak laporan mengenai metode hibrida yang diperoleh dengan menggabungkan *rough set* dengan pendekatan lain seperti komputasi lunak (Fuzzy set, Jaringan saraf dan algoritma genetika), statistik, komputasi alami, analisis komponen utama, dekomposisi nilai tunggal atau mesin vector pendukung. *Rough set* memberikan representasi dari kumpulan data yang diberikan menggunakan pendekatan lebih rendah dan ketersediaan informasi yang terbatas untuk menentukan nilai yang tepat dari himpunan data tersebut. Tujuan utama dari analisis *rough set* adalah untuk mensintesis pendekatan konsep dari data yang diperoleh.

2.7.1 *The Rough Set Theory*

Bagian ini memberikan gambaran umum tentang konsep dari rough set:

1. Data Tabel dan *Indiscernibility Relation*

Informasi tentang objek dijelaskan dalam bentuk tabel data, yang barisnya merujuk ke objek (tindakan berbeda) dan kolom atribut berbeda dipertimbangkan. Setiap sel dari tabel tersebut menyajikan evaluasi (kuantitatif atau kualitatif) dari objek yang ditempatkan di baris itu melalui atribut di kolom yang sesuai

Data formal tabel adalah 4-Tupel $D = \{U, Q, V, f\}$, dimana U adalah himpunan terbatas objek; $Q = \{q_1, q_2, q_3 \dots q_m\}$, adalah himpunan atribut yang berhingga; V_q adalah atribut domain q , $V = \bigcup_{q \in Q} V_q$ dan $f: U \times Q \rightarrow V$ adalah total fungsi yang disebut sebagai fungsi informasi (Greco, et al., 2001), sehingga $f(x, q) \in V_q, \forall q \in Q$, and $x \in U$. Setiap objek x dari U disajikan oleh vektor yang disebut deskripsi x berdasarkan evaluasi dari atribut Q , yang menunjukkan informasi x tersedia. Untuk setiap subset atribut P yang tidak kosong, diasosiasikan dengan relasi *indiscernibility* pada U yang dideskripsikan oleh I_p ,

$$I_p = \{(x, y) \in U \times U : f(x, q), \forall q \in P\} \dots \dots \dots (2.1)$$

Jika $(x, y) \in I_p$, maka x dan y adalah *P-indiscernible*.

2. *Approxiamtions*

Misalkan S adalah data, X adalah subset tak kosong dari U dan $\emptyset \neq P \subseteq Q$. *Approxiamtions P-lower* dan *P-upper* dari X dalam S masing-masing didefinisikan sebagai

$$P_1(X) = \{x \in U : I_p(x) \subseteq X\} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$P_u(X) = \bigcup I_p(X), \forall x \in X \dots \dots \dots (2.3)$$

Unsur-unsur $P_1(X)$ adalah objek $x \in U$, terkandung dalam X . $P_1(X)$ adalah gabungan terbesar dari himpunan *P-elementary*

yang termasuk dalam X . Unsur-unsur dari $P_u(X)$ adalah objek dari $x \in U$ yang mengandung setidaknya satu objek milik X . $X.P_u(X)$ adalah gabungan terkecil dari himpunan P -elemen yang mengandung X . Misalkan $Bn_p(X)$ menyatakan P -boundary dari X di S maka $Bn_p(X) = P_1(X) - P_u(X), P_1(X) \subseteq X \subseteq P_u(X), P_1(X) = U - P_U(X)$. Jika batas P dari X kosong, maka himpunan X adalah himpunan biasa terhadap P , yang dapat digambarkan sebagai penyatuan sejumlah himpunan P -elemntary tertentu. Jika tidak kosong, set X adalah himpunan perkiraan terhadap P yang dapat disajikan oleh $P_1(X)$ dan $P_u(X)$. Itu keluarga dari semua himpunan yang memiliki aproksimasi P -lower dan P -upper yang sama dinamakan a rough set.

Keakuratan aproksimasi X ditentukan berdasarkan atribut dari P ,

$$\alpha_p(X) = \frac{|P_1(X)|}{|X|} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana X bukan himpunan kosong, $0 \leq a_p(X) \leq 1$; $|Y|$ menunjukkan kardinalitas himpunan hingga Y . Jika $a_p(X) = 1, X$ adalah sebuah himpunan biasa dan jika $a_p(X) < 1, X$ adalah himpunan kasar dengan kualitas aproksimasi X dengan atribut Y didefinisikan sebagai

$$\beta_p(X) = \frac{|P_1(X)|}{|X|} \dots\dots\dots (2.5)$$

Nilai dari $\beta_p(X)$ menggambarkan frekuensi relatif benda-benda yang diklasifikasikan dengan benar oleh atribut dari P , $0 \leq a_p(X) \leq \beta_p(X) \leq 1$.

Kualitas aproksimasi dari klasifikasi Y dengan himpunan atribut P didefinisikan sebagai

$$\beta_p(Y) = \frac{\sum_{i=1}^n |P_1(X)|}{|U|} \dots\dots\dots (2.6)$$

Nilai dari $\beta_p(Y)$ mewakili rasio semua objek yang diklasifikasikan dengan P -correctly terhadap semua objek dalam sistem, dimana $Y = \{Y_1, Y_2, \dots Y_n\}$ adalah partisi dari U ;

himpunan bagian dari Y_1 , $i = 1, \dots, n$, adalah kelas-kelas disjungtif dari Y ; atur $PY_1 = \{P_1Y_1, \dots, P_1Y_n\}$, dan set $P_uY = \{P_uY_1, \dots, P_uY_n\}$.

Fungsi keanggotaan kasar μ_X^P didefinisikan sebagai

$$\mu_X^P = \frac{|X \cap I_p(X)|}{|I_p(X)|} \dots \dots \dots (2.7)$$

Nilai dari μ_X^P dianggap dapat diinterpretasikan secara analog dengan probabilitas bersyarat dan mungkin sederajat kepastian (kredibilitas) dimana x termasuk kedalam X .

Antara fungsi kenaggotaan kasar dari fungsi μ_X^P dan aproksimasi X , diperoleh hubungan sebagai berikut:

$$P_1(X) = \{X \in U: \mu_X^P(X) = 1\} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$P_u(X) = \{X \in U: \mu_X^P(X) > 1\} \dots \dots \dots (2.9)$$

$$Bn_p(X) = \{X \in U: 0 < \mu_X^P(X) < 1\} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$P_1(U - X) = \{X \in U: \mu_X^P(X) = 0\} \dots \dots \dots (2.11)$$

3. Dependence and Reduction of Attributes

Sekumpulan atribut, $T \subseteq Q$ sepenuhnya bergantung pda sekumpulan atribut $P \subseteq Q$ jika semua nilai atribut dari T secara unik ditentukan oleh nilai atribut P .

T sepenuhnya bergantung pada P jika $I_p \subseteq I_T$. Oleh karena itu, T Sepenuhnya (Sebagian) bergantung pada P jika semua (beberapa) elemen alam semesta U dapat secara univocal ditugaskan ke kelas-kelas dari partisi I_pU/I_T , dengan hanya menggunakan atribut dari P .

Misalkan $P \subseteq Q$ dan $p \in P$. Kemudian atribut p berlebihan dalam P jika $I_p = I_{P-\{p\}}$; jika tidak, p sangat diperlukan dalam P . Himpunan P independent (*ortoghonal*) jika semua atributnya indenpende dan $I_{P'} = I_P$. Pengurangan P dapat didefinisikan terhdap sebuah aproksimasi paritisi Y dari U , yang disebut dengan Y -reduction dari P dan menentukan subset minimal P' of

P yang menjaga kualitas klasifikasi tidak berubah. Himpunan yang berisi semua atribut P yang sangat diperlukan dijelaskan sebagai Y -core

$$\text{core}_Y(P) = \cap \text{Red}_Y(P) \dots \dots \dots (2.12)$$

Ini adalah subset terpenting dari atribut Q , karena tidak ada elemennya yang dapat dihilangkan tanpa menurunkan kualitas klasifikasi.

4. Decision Table and Decision Rules

Misalkan atribut himpunan Q dalam tabel data, dibagi menjadi himpunan atribut kondisi C (C tidak kosong, $C \neq \emptyset$) dan atribut keputusan himpunan D (D tidak kosong, $D \neq \emptyset$), $C \cup D = Q$ dan $C \cap D = \emptyset$, maka tabel ini disebut dengan tabel keputusan. Atribut keputusan menginduksi partisi U yang disimpulkan dari *indiscernibility* I_D relasi yang tidak bergantung pada atribut kondisi. Himpunan D -elementary adalah disebut kelas keputusan. Ketika himpunan atribut kondisi diganti dengan salah satu dari pengurangannya, kualitas perkiraan klasifikasi yang disebabkan oleh keputusan atribut tidak memburuk. Untuk menjelajahi dependensi fungsional antara kondisi dan atribut keputusan, tabel keputusan juga dapat dilihat sebagai satu set aturan keputusan.

Aturan keputusan r mencakup objek x jika cocok dengan setidaknya bagian kondisi aturan. Aturan keputusan dicirikan oleh kekuatannya, yang didefinisikan sebagai jumlah objek yang mendukung aturan tersebut. Kekuatan dihitung untuk kelas keputusan yang mungkin secara terpisah dalam hal aturan perkiraan.

Prinsip pembelajaran induktif digunakan untuk menghasilkan aturan keputusan dari tabel keputusan. Objek dianggap sebagai contoh keputusan. Dalam urutan untuk menginduksi aturan keputusan dengan penugasan konsekuen untuk ke set D -

elementary, contoh-contoh yang termasuk dalam himpunan dasar-D disebut positif dan yang lainnya negatif. Suatu aturan keputusan bersifat diskriminan jika konsisten, yaitu membedakan positif contoh dari yang negative. Koefisien tingkat kepercayaan menggambarkan tingkat aturan dan jumlah yang konsisten dari semua contoh yang dicakup oleh aturan. Algoritma induksi yang ada dapat digambarkan sebagai berikut

- 1) Generasi seperangkat aturan minimal yang mencakup semua objek dari tabel keputusan
- 2) Generasi dari seperangkat aturan lengkap yang terdiri dari semua aturan yang mungkin untuk tabel keputusan
- 3) Generasi dari seperangkat aturan keputusan, bahkan sebagian diskriminatif, meliputi relative banyak objek masing-masing tetapi tidak harus semua objek dari tabel keputusan

(Wu, 2004).

2.8 MANOVA

Menurut Hair dkk. (2010, Hlm. 341) *Multivariate analysis of variance* (MANOVA) merupakan perluasan dari ANOVA. Dalam ANOVA hanya terbatas pada penggunaan satu variabel tak bebas yang bersifat metrik (interval atau rasio), sedangkan pada MANOVA dapat melibatkan dua atau lebih variabel tak bebas yang bersifat metrik.

Analysis of variance

$$Y_1 = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \dots + X_n \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana:

Y_1 = *Metric*

X_n = *Nonmetric*

Multivariate analysis of variance

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_n = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \dots + X_n \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana:

Y_n = *Metric*

$X_n = \text{Nometric}$

MANOVA menguji ada tidaknya perbedaan rata-rata dari dua atau lebih variabel bebas secara simultan berdasarkan kelompok-kelompok pada variabel bebas. Perlu diperhatikan bahwa pada MANOVA, variabel bebas (*independent variable*) bersifat non-metrik (terdiri dari beberapa kelompok/kategori). Sedangkan variabel bebas bersifat metrik (interval atau rasio).

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan aktivitas rantai pasokan maritim khususnya di Indonesia masih sangat minim referensi atau jurnal-jurnal yang telah melakukan penelitian tentang topik ini, untuk itu peneliti mengambil referensi dari jurnal internasional sebagai berikut

Penelitian yang dilakukan oleh Hui Shadun Loh dan Vinh. V. Thai tahun 2014 yang berjudul *Management Disruption By Seaport: Preliminary Findings* merupakan penelitian tahap awal untuk mengidentifikasi permasalahan berupa gangguan aktivitas yang ada di Pelabuhan. Ini kemudian menjadi temuan awal dengan melakukan metode berupa wawancara terhadap profesional dari manajemen Pelabuhan serta pengguna Pelabuhan untuk memperkuat temuan yang sudah ada. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ada ancaman-ancaman terhadap rantai pasokan yang berkaitan dengan Pelabuhan, kemudian diidentifikasi dan dianalisis. Selain itu hasil yang diperoleh setelah wawancara didapatkan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi model manajemen.

Penelitian selanjutnya menindaklanjuti dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hui Shan Loh, Vinh. V. Thai, Yik Diew Wong dan Kum Fai Yuen dan Qingji Zhou tahun 2017 dengan judul penelitian *Portofolio of port-centric supply chain disruption*, metodologi atau pendekatan yang dilakukan adalah dengan berdasarkan tinjauan literatur dan kasus yang dilaporkan, ada sebanyak 19 peristiwa yang mengganggu aktivitas di pelabuhan. Selanjutnya, survei dilakukan untuk mengumpulkan data dari 102 operator pelabuhan dan 123 pengguna

pelabuhan di seluruh dunia tentang frekuensi dan konsekuensi dari peristiwa gangguan yang ada di Pelabuhan. Matriks risiko kemudian dibuat untuk membandingkan perspektif operator Pelabuhan dan pengguna Pelabuhan. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa ancaman yang terkait dengan perencanaan sumber daya Pelabuhan memerlukan perhatian tingkat tinggi. Hal ini menyoroti bidang-bidang penting bagi manajer Pelabuhan yang ingin meningkatkan ketahanan Pelabuhan dan kesinambungan rantai pasokan melalui manajemen risiko yang lebih hati-hati.

Tahun 2017 peneliti Hui Shun Loh, Qingji Zhou, Vinh V Thai, Yik Diew Wong and Kum Fai melakukan tindak lanjut penelitian sebelumnya untuk mengevaluasi seberapa besar dampak dari ancaman serta gangguan yang ada dipelabuhan. Penelitian ini berjudul *Fuzzy comprehensive evaluation of port-centric supply chain disruption threats*, metodologi dalam penelitian ini berupa survei secara elektronik untuk mengumpulkan data primer dari 845 operator Pelabuhan yang berlokasi di 20 bagian dunia berbeda. Kemudian untuk formulasi model yang digunakan adalah Fuzzy Set yang dimana merupakan model yang efektif untuk mengatasi masalah ketidakpastian. Metode fuzzy dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh tingkat pertama pada peristiwa konsekuensial. Hasil atau temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat risiko PSCD berada di antara rendah dan menengah, dan gangguan rantai pasokan sebagai besar disebabkan oleh 14 ancaman yang terkait dengan perencanaan dan infrastruktur.

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Metode	Temuan
1	Hui Shan Loh dan Vinh. Thai (2014) Management Disruption By Seaports: Preliminary Findings	Wawancara mendalam dilakukan dengan para profesional dari manajemen Pelabuhan untuk memperkuat temuan sebelumnya	Daftar ancaman rantai pasokan terkait dengan pelabuhan, pertama kali diidentifikasi dan kemunculannya dilakukan analisis. Kemudian melalui wawancara dengan manajemen perilaku industri, telah diidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi manajemen pelabuhan
2	Hui Shan Loh, Vinh. V. Thai, Yik Dieu Wong dan Kum Fai Yuen dan Qingji Zhou (2017) Portfolio of Port-Centric Supply Chain Disruption Threats	Menggambarkan pada tinjauan literatur dan kasus yang dilaporkan, 19 peristiwa yang mengganggu aktivitas Pelabuhan, selanjutnya survei dilakukan untuk mengumpulkan data dari 102 operator Pelabuhan dan 123 penggunaan Pelabuhan diseluruh dunia tentang frekuensi dan konsekuensi dari peristiwa gangguan yang berpusat pada Pelabuhan yang diidentifikasi	Hasil penelitian menunjukkan bahwa ancaman terkait dengan perencanaan sumber daya Pelabuhan membutuhkan tingkat perhatian tertinggi, ini menyoroti area penting bagi manajer Pelabuhan yang ingin meningkatkan ketahanan Pelabuhan dan kontinuitas rantai pasokan melalui manajemen risiko yang lebih hati-hati
3	Hui Shun Loh, Qingji Zhou, Vinh V Thai, Yik Dieu Wong and Kum Fai (2017) Fuzzy Comprehensive evaluation of Port-Centric Supply Chain Disruption Threats	Ancaman PSCD adalah pertama yang diidentifikasi dari literatur dan wawancara yang ada dan kemudian disusun kedalam kuesioner bagu responden untuk menilai kemungkinan ancaman ini dan konsekuensinya,	Hasilnya menunjukkan bahwa tingkat risiko gabungan dinilai oleh operator Pelabuhan adalah antara rendah dan menengah, dengan ancaman yang berkaitan dengan perencanaan dan infrastruktur

		<p>analisis data menggunakan metode Fuzzy Set. Setiap ancaman memiliki peringkat sesuai dengan nilai risiko yang diterapkan untuk risiko tersebut.</p>	<p>memiliki kontribusi terbesar terhadap gangguan dan yang terkait dengan keamanan adalah terendah. Kemacetan, kekurangan fasilitas atau peralatan, kerusakan peralatan Pelabuhan dan peralatan penanganan kargo Pelabuhan yang tidak memadai merupakan faktor utama penyebab gangguan, indikatornya kemudia disajikan untuk bertindak sebagai deteksi dini dari ancaman tersebut untuk mengelola gangguan rantai pasokan</p>
--	--	--	---

Penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode rough set model dan Manova. Rough set memberikan representasi dari kumpulan data yang diberikan menggunakan pendekatan lebih rendah dan ketersediaan informasi yang terbatas untuk menentukan nilai yang tepat dari himpunan data tersebut. Tujuan utama dari analisis rough set adalah untuk mensitesis pendekatan konsep dari data yang diperoleh.