

**DESAIN MITIGASI RISIKO PADA JARINGAN RANTAI PASOK  
FABRIKASI BAJA MENGGUNAKAN PENDEKATAN  
*INTUITIONISTIC FUZZY SET (IFS)* DENGAN METODE *HOUSE  
OF RISK (HOR)* DI PERUSAHAAN KONSTRUKSI BAJA  
(Studi Kasus: PT Artha Mas Graha Andalan)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1  
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Fadhil Adita Ramadhan  
No. Mahasiswa : 20522360

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2024**

**PERNYATAAN KEASLIAN****PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 1 April 2024



Fadhil Adita Ramadhan  
20522360

## SURAT BUKTI PENELITIAN



**PT. ARTHAMAS GRAHA ANDALAN**

STEEL FABRICATION, CONTRACTOR, GENERAL SUPPLIER

Office : Ruko Cikarang Central City Blok B No. 11 Hyundai - Lippo Cikarang  
Telp. ( 021 ) 29619051/52 Fax. : ( 021 ) 29619060, 8970769 E-Mail : pt.arthamasgrahaandalan@yahoo.com



### SURAT KETERANGAN PENELITIAN

No : 027//PRD-WS-AMGA/MGG/XI/23

Yang bertandatangan di bawah ini

Nama : SUPARTONO  
Jabatan : Manajer Produksi  
Perusahaan : PT. ARTHAMAS GRAHA ANDALAN  
Alamat : KP. Kalendarwak RT.003 RW.002 Karangsari,  
Kec. Cikarang Timur, Kab. Bekasi, Jawa Barat  
17530

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Fadhil Adita Ramadhan  
NIM : 20522360  
Jurusan : Teknik Industri  
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Indonesia Yogyakarta  
Judul : Desain Mitigasi Risiko Pada Jaringan Pasok Fabrikasi Baja Menggunakan Pendekatan Intuitionistic Fuzzy Set dengan metode House OF Risk ( HOS ) di perusahaan konstruksi baja.

Telah melaksanakan Penelitian di PT. ARTHAMAS GRAHA ANDALAN, Pada **Tanggal 25 September s/d 25 Oktober 2023**, dengan predikat penilaian **BAIK**.

Demikian surat keterangan ini disampaikan, untuk dipergunakan sebagaimana fungsinya.

Cikarang, 18 November 2023

PT. ARTHAMAS GRAHA ANDALAN



**PT. ARTHAMAS GRAHA ANDALAN**  
CONTRACTOR, GENERAL SUPPLIER

**SUPARTONO**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**DESAIN MITIGASI RISIKO PADA JARINGAN RANTAI PASOK FABRIKASI  
BAJA MENGGUNAKAN PENDEKATAN *INTUITIONISTIC FUZZY SET* (IFS)  
DENGAN METODE *HOUSE OF RISK* (HOR) DI PERUSAHAAN  
KONSTRUKSI BAJA  
(Studi Kasus: PT Artha Mas Graha Andalan)**



**Dosen Pembimbing**

**(Dr. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc.)**

## LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**DESAIN MITIGASI RISIKO PADA JARINGAN RANTAI PASOK FABRIKASI  
BAJA MENGGUNAKAN PENDEKATAN *INTUITIONISTIC FUZZY SET* (IFS)  
DENGAN METODE *HOUSE OF RISK* (HOR) DI PERUSAHAAN  
KONSTRUKSI BAJA  
(Studi Kasus: PT Artha Mas Graha Andalan)**

### TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Fadhil Adita Ramadhan  
No. Mahasiswa : 20522360

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 29 April 2024

#### Tim Penguji

Dr. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc.

Ketua

Danang Setiawan, S.T., M.T.

Anggota I

Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T

Anggota II





Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah rabbil 'alamin,*

Atas ke hadirat Allah SWT yang maha pengasih dan penyayang, Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah shallallahu alaihi wassalam beserta para pengikutnya. Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri di Universitas Islam Indonesia. Tugas Akhir ini didedikasikan kepada kedua orang tua saya yang telah memberikan doa, dukungan, dan motivasi selama perjalanan penelitian ini. Terima kasih kepada Bapak Dr. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc. sebagai dosen pembimbing yang penuh kesabaran dan pengetahuan dalam memberikan masukan berharga dalam proses penelitian. Selain itu, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada PT Artha Mas Graha Andalan yang telah memberikan akses, data, dan dukungan teknis dalam penelitian ini. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang positif bagi PT Artha Mas Graha Andalan dan kontribusi yang berarti dalam bidang manajemen risiko rantai pasok secara umum.

## MOTTO

“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu Yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan Tuhanmulah Yang Maha Pemurah. Yang mengajarkan (manusia) dengan perantaraan kalam. Dia mengajar kepada manusia apa yang tidak diketahuinya”

(QS. Al-Alaq ayat 1-5)

“Menjadi individu yang selalu haus akan pengetahuan dan siap menghadapi setiap rintangan kehidupan merupakan kunci bagi kesuksesan sejati. Setiap tantangan yang muncul bukanlah hambatan, melainkan peluang untuk memperoleh pengalaman berharga.”

“Dengan semangat belajar yang tak pernah padam serta keberanian menghadapi setiap situasi baru, seseorang akan mampu tumbuh dan berkembang. Namun, doa merupakan pilar utama dalam memberikan kekuatan dan petunjuk.”

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,*

*Alhamdulillah rabbil'alamini*, puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul “Desain Mitigasi Risiko Pada Jaringan Rantai Pasok Fabrikasi Baja Menggunakan Pendekatan *Intuitionistic Fuzzy Set* (IFS) Dengan Metode *House of Risk* (HOR) Di Perusahaan Konstruksi Baja”

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan dalam menyelesaikan pendidikan Program Sarjana pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri di Universitas Islam Indonesia. Selain itu, tugas akhir ini bertujuan untuk memberikan wawasan kepada pembaca mengenai “Manajemen Risiko pada Rantai pasok”. Penyusunan tugas akhir ini dapat diselesaikan berkat do'a, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc., Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Agus Mansur, S.T, M.Eng.Sc., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah mengorbankan waktu dan tenaga untuk senantiasa memberikan dukungan, bimbingan, dan arahan kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Agus Fuadi dan Ibu Vista Yulianti, kedua orang tua saya yang senantiasa memberikan do'a dan motivasi untuk penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan tepat waktu.
6. PT Artha Mas Graha Andalan yang telah memberikan kesempatan penulis untuk melakukan penelitian, khususnya divisi produksi.



7. Bapak Rizky Wira Pradata selaku Direktur Operasional dan Bapak Supartono selaku Manajer Produksi yang telah meluangkan waktu untuk menjadi responden dalam penelitian ini dan membantu penulis dalam mengumpulkan data.
8. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis agar terus bersemangat dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini.

Penulisan tugas akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca yang bersifat membangun demi kesempurnaan penelitian ini. Masukan yang diberikan akan menjadi landasan untuk perbaikan lebih lanjut guna menghasilkan hasil yang lebih akurat dan terpercaya. Penulis memiliki harapan besar, semoga tugas akhir ini tidak hanya menjadi bahan referensi, tetapi dapat digunakan sebagaimana mestinya dan memberikan manfaat bagi seluruh pihak.

***Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh***

Yogyakarta, 1 April 2024



Fadhil Adita Ramadhan

## ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki ciri khas pada iklim geografisnya yang membuat dunia konstruksi mengalami perubahan yang signifikan dengan berkurangnya lahan akibat pembangunan infrastruktur. Untuk meningkatkan kekuatan perusahaan dalam meningkatkan daya saing di era persaingan bisnis yang tidak pasti, penting bagi PT Artha Mas Graha Andalan untuk melakukan manajemen rantai pasok untuk menghadapi permasalahan yang sedang dialami oleh perusahaan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menganalisis risiko-risiko pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja serta memberikan rancangan desain mitigasi dalam memberikan usulan pada risiko yang dapat diusulkan kepada PT Artha Mas Graha Andalan. Metode yang digunakan adalah gabungan dari metode *House of Risk* (HOR) dan *Intuitionistic Fuzzy Set* (IFS) dengan menggunakan *Fuzzy Inference System* (FIS). *House of Risk* (HOR) digunakan untuk melakukan mengidentifikasi dan menganalisis potensi risiko serta memberikan rancangan desain mitigasi, sedangkan *Fuzzy Inference System* (FIS) digunakan untuk mengatasi ketidakpastian dalam pengambilan keputusan saat menentukan penyebab risiko prioritas untuk diberikan desain aksi mitigasi risiko. Hasil dari penelitian ini terdapat 29 *risk event* yang disebabkan oleh 46 *risk agent*. Setelah dilakukannya perhitungan nilai *Fuzzy Aggregate Risk Potential* (FARP) dan penentuan *risk agent* prioritas menggunakan diagram pareto didapatkan 28 *risk agent* prioritas dengan 50 aksi mitigasi yang diharapkan berdampak pada pengurangan risiko dalam jaringan rantai pasok fabrikasi baja. Salah satu aksi mitigasi yang akan dibahas adalah implementasi sistem *Vendor Managed Inventory* (VMI) karena aksi mitigasi tersebut mampu memberikan solusi pada *risk agent* dengan penilaian tertinggi yaitu pemasok tidak dapat memenuhi pesanan yang berkaitan dengan proses pengadaan material untuk kebutuhan proses produksi.

Kata Kunci: Diagram Pareto, *Fuzzy Inference System*, *House of Risk*, Jaringan Rantai Pasok, *Vendor Managed Inventory*

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>SURAT BUKTI PENELITIAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	<b>1</b>
1.2 Rumusan Masalah.....	<b>3</b>
1.3 Tujuan Penelitian .....	<b>3</b>
1.4 Manfaat Penelitian .....	<b>3</b>
1.5 Batasan Penelitian.....	<b>4</b>
1.6 Sistematika Penulisan .....	<b>4</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Kajian Literatur.....	<b>6</b>
2.2 Landasan Teori .....	<b>13</b>
2.2.1 Konstruksi Baja.....	<b>13</b>
2.2.2 Fabrikasi Baja.....	<b>14</b>
2.2.3 Risiko .....	<b>15</b>
2.2.4 <i>Supply Chain</i> .....	<b>16</b>
2.2.5 <i>Supply Chain Management (SCM)</i> .....	<b>16</b>
2.2.6 <i>Supply Chain Operations Reference (SCOR)</i> .....	<b>17</b>
2.2.7 Manajemen Risiko Supply Chain.....	<b>18</b>
2.2.8 Mitigasi Risiko .....	<b>19</b>
2.2.9 <i>House of Risk (HOR)</i> .....	<b>20</b>
2.2.10 Diagram Pareto.....	<b>25</b>
2.2.11 <i>Intuitionistic Fuzzy Set</i> .....	<b>25</b>
2.2.12 Logika Fuzzy .....	<b>26</b>
2.2.13 <i>Fuzzy Inference System (FIS)</i> .....	<b>27</b>
2.2.14 <i>Toolbox Fuzzy Aplikasi Matlab</i> .....	<b>31</b>
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>34</b>
3.1 Subjek Penelitian .....	<b>34</b>
3.2 Objek Penelitian.....	<b>34</b>
3.3 Jenis Data .....	<b>34</b>

3.4	Metode Pengumpulan Data.....	35
3.5	Alur Penelitian .....	36
<b>BAB IV</b>	<b>PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....</b>	<b>44</b>
4.1	Pengumpulan Data.....	44
4.1.1	Jaringan Rantai Pasok Fabrikasi Baja .....	44
4.1.2	Klasifikasi Proses .....	45
4.1.3	Identifikasi Aktivitas Setiap Divisi .....	50
4.1.4	Pemetaan Aktivitas Jaringan Rantai Pasok .....	52
4.2	Pengolahan Data .....	53
4.2.1	<i>House of Risk</i> (HOR) Fase 1 .....	53
4.2.2	<i>House of Risk</i> (HOR) Fase 2 .....	79
<b>BAB V</b>	<b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>96</b>
5.1	Hasil Pengolahan Data.....	96
5.2	Proses Pengadaan Material Saat Ini.....	97
5.3	Implementasi Sistem <i>Vendor Managed Inventory</i> (VMI) .....	99
5.3.1	<i>Use Case Diagram</i> .....	99
5.3.2	<i>Data Flow Diagram</i> .....	101
5.4	Tampilan Sistem .....	102
5.5	Pengujian Sistem.....	107
5.6	Perbandingan Proses Pengadaan Material .....	109
<b>BAB VI</b>	<b>PENUTUP.....</b>	<b>113</b>
6.1	Kesimpulan .....	113
6.2	Saran .....	113
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>114</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>A-1</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Literatur.....	10
Tabel 2.2 Kriteria Penilaian <i>Severity</i> .....	21
Tabel 2.3 Kriteria Penilaian <i>Occurrence</i> .....	22
Tabel 2.4 Kriteria Penilaian <i>Correlation</i> .....	23
Tabel 2.5 Kriteria Tingkat Derajat Kesulitan .....	24
Tabel 2.6 Perbedaan Metode <i>Fuzzy Inference System</i> .....	30
Tabel 3.1 <i>Rating</i> Bilangan <i>Fuzzy Severity</i> .....	39
Tabel 3.2 <i>Rating</i> Bilangan <i>Fuzzy Occurrence</i> .....	40
Tabel 3.3 <i>Rating</i> Bilangan <i>Fuzzy Correlation</i> .....	41
Tabel 3.4 <i>Rating</i> Bobot Kepentingan Hasil .....	41
Tabel 4.1 Aktivitas Setiap Divisi .....	50
Tabel 4.2 Pemetaan Aktivitas Setiap Divisi .....	52
Tabel 4.3 Identifikasi <i>Risk Event</i> dan <i>Risk Agent</i> .....	54
Tabel 4.4 Penilaian Tingkat Keparahan ( <i>Severity</i> ) .....	59
Tabel 4.5 Penilaian Tingkat Frekuensi Kemunculan ( <i>Occurrence</i> ).....	61
Tabel 4.6 Penilaian <i>Correlation</i> Responden 1 <i>Risk Event</i> dengan <i>Risk Agent</i> .....	64
Tabel 4.7 Penilaian <i>Correlation</i> Responden 1 <i>Risk Event</i> dengan <i>Risk Agent</i> .....	65
Tabel 4.8 Contoh Aturan <i>Fuzzy</i> .....	70
Tabel 4.9 Rekapitulasi Nilai FARP .....	72
Tabel 4.10 Urutan Nilai FARP .....	74
Tabel 4.11 Persentase Kumulatif .....	76
Tabel 4.12 <i>Risk Agent</i> Prioritas.....	78
Tabel 4.13 Penyusunan Aksi Mitigasi .....	79
Tabel 4.14 Penilaian <i>Correlation</i> Responden 1 <i>Risk Agent</i> Prioritas dengan Aksi Mitigasi .....	84
Tabel 4.15 Penilaian <i>Correlation</i> Responden 2 <i>Risk Agent</i> Prioritas dengan Aksi Mitigasi .....	85
Tabel 4.16 Rekapitulasi Nilai <i>Total Effectiveness</i> (TEk) .....	86
Tabel 4.17 Penilaian <i>Degree of Difficult</i> (Dk).....	88
Tabel 4.18 Rekapitulasi Nilai <i>Effectiveness To Difficulty</i> (ETDk).....	91
Tabel 4.19 Urutan Aksi Mitigasi .....	93
Tabel 5.1 Identifikasi Aktor.....	99
Tabel 5.2 Pengujian Sistem .....	107
Tabel 5.3 Perbedaan Proses Pengadaan Material .....	110
Tabel 5.4 Penilaian Ulang.....	111

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model <i>Fuzzy Inference System</i> .....	27
Gambar 2.2 Tampilan <i>Graphical User Interface (GUI)</i> .....	31
Gambar 2.3 Fungsi Keanggotaan Segitiga .....	32
Gambar 2.4 Fungsi Keanggotaan Trapesium .....	32
Gambar 2.5 Fungsi Keanggotaan Lonceng .....	33
Gambar 3.1 Alur Penelitian .....	36
Gambar 4.1 Jaringan Rantai Pasok Fabrikasi Baja.....	44
Gambar 4.2 Proses <i>Plan-Source</i> .....	47
Gambar 4.3 Proses <i>Source-Make</i> .....	48
Gambar 4.4 Proses <i>Make-Make to Order</i> .....	49
Gambar 4.5 Proses <i>Deliver-Make to Order</i> .....	49
Gambar 4.6 Proses <i>Return-Defect Product</i> .....	50
Gambar 4.7 <i>Input Severity</i> .....	67
Gambar 4.8 <i>Input Occurrence</i> .....	68
Gambar 4.9 <i>Input Correlation</i> .....	69
Gambar 4.10 <i>Output FARP</i> .....	70
Gambar 4.11 <i>Fuzzy Rules Matlab R2023b</i> .....	71
Gambar 4.12 Defuzzifikasi.....	72
Gambar 4.13 Diagram Pareto .....	78
Gambar 5.1 Diagram Alir Pengadaan Material .....	98
Gambar 5.2 <i>Use Case Diagram</i> .....	100
Gambar 5.3 <i>Context Diagram</i> .....	101
Gambar 5.4 DFD Level 1 .....	102
Gambar 5.5 Tampilan Halaman <i>Login</i> .....	103
Gambar 5.6 Tampilan <i>Home</i> .....	103
Gambar 5.7 Tampilan Menu <i>User</i> .....	103
Gambar 5.8 Tampilan Penambahan <i>User</i> .....	103
Gambar 5.9 Tampilan Menu Stok Material.....	104
Gambar 5.10 Tampilan Penambahan Stok Material.....	104
Gambar 5.11 Tampilan Menu Pemesanan.....	105
Gambar 5.12 Tampilan Penambahan Pemesanan.....	105
Gambar 5.13 Tampilan Menu Pengiriman .....	106
Gambar 5.14 Tampilan Penambahan Pengiriman .....	106
Gambar 5.15 Tampilan Menu Penerimaan.....	106
Gambar 5.16 Tampilan Penambahan Penerimaan.....	106
Gambar 5.17 Tampilan Menu Pengembalian .....	107
Gambar 5.18 Tampilan Penambahan Pengembalian .....	107
Gambar 5.19 Proses Pengadaan Material Setelah Usulan.....	109

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia adalah negara kepulauan yang ditandai pada iklim geografis dan membawa variasi signifikan pada sektor konstruksi dengan berkurangnya lahan akibat pembangunan infrastruktur untuk mendorong kemajuan negara ke arah yang lebih maju dan membantu masyarakat dalam beraktivitas sehari-hari. Dari segi nilai ekonomi, industri konstruksi menempati posisi yang semakin penting setiap tahunnya. Berdasarkan survei Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023 melalui Survei Perusahaan Konstruksi Triwulanan (SKTR), keterlibatan sektor konstruksi menduduki peringkat kelima dalam perekonomian Indonesia dilihat dari persentase Produk Domestik Bruto (PDB) triwulan III tahun 2023 sebesar 9,86 persen. Meskipun sektor konstruksi memiliki koneksi yang kuat dengan pertumbuhan perekonomian Indonesia, tetapi sektor konstruksi tidak memberikan indikasi yang kuat kepada iklim usaha bagi sektor industri konstruksi itu sendiri.

Hakikatnya industri konstruksi memiliki peran yang sangat penting pada pembangunan infrastruktur sebagai pondasi utama. Sebagian besar industri konstruksi menggunakan material yang terbuat dari baja karena baja merupakan material yang mampu untuk menopang struktur bangunan dengan kekuatan yang proporsional (Lorenzo Fernandito Moruk, 2019). Setiap perusahaan harus memiliki strategi yang kuat untuk bersaing dalam industri konstruksi baja yang sangat ketat dengan melakukan penerapan konsep rantai pasok yang terstruktur, sehingga dapat memberikan produk atau layanan, tempat, dan waktu yang tepat (Ridwan et al., 2012). Dalam rantai pasok suatu perusahaan, risiko dapat timbul di setiap tahapan kegiatannya, dimulai dari aliran informasi, pemesanan material, produksi barang, maupun hubungan dengan pelanggan (Liansari et al., 2020). Di era persaingan bisnis yang tidak dapat diprediksi, upaya perusahaan melakukan manajemen rantai pasok sangat penting untuk dilakukan karena hal tersebut dapat meningkatkan daya saing perusahaan dan berdampak positif terhadap profitabilitas perusahaan (Kurniawan et al., 2021).

PT Artha Mas Graha Andalan merupakan perusahaan konstruksi baja yang bergerak di bidang jasa fabrikasi baja dan menghasilkan produk berupa struktur bangunan dengan menggunakan bahan baku material baja jenis *H-Beam*, *Wide Flange (WF)*, *round bar*, plat, dan lain sebagainya. Berdasarkan wawancara yang dilakukan penulis kepada Manajer Produksi PT Artha Mas Graha Andalan, permasalahan yang terjadi di PT Artha Mas Graha Andalan adalah penurunan produktivitas pada jaringan rantai pasok proses fabrikasi. Permasalahan tersebut disebabkan oleh beberapa risiko, seperti kesalahan menyusun jadwal produksi, kurangnya material yang diperlukan untuk proses produksi, proses fabrikasi berjalan tidak sesuai urutan pengerjaannya, proses *loading* barang yang terhambat, dan penundaan waktu proses perbaikan. Permasalahan yang sering terjadi, dengan persentase 60% dalam setahun dari seluruh permasalahan yang terjadi pada jaringan rantai proses fabrikasi di PT Artha Mas Graha Andalan adalah kurangnya material yang diperlukan untuk proses produksi. Permasalahan ini disebabkan oleh pemasok yang tidak dapat memenuhi pesanan ataupun keterlambatan kedatangan material. Hal ini akan mengakibatkan penurunan kepuasan pelanggan terhadap perusahaan dan tertundanya kedatangan barang produksi sesuai jadwal yang direncanakan. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi risiko, menganalisis penyebab terjadinya, mengevaluasi tingkat risiko, dan menyusun desain mitigasi risiko yang tepat.

Studi sebelumnya menggunakan metodologi *House of Risk (HOR)* telah digunakan oleh Evander Wijaya & Olyvia Doaly (2022) dalam mengidentifikasi risiko, menentukan tingkat prioritas kemungkinan suatu risiko akan terjadi yang dapat menyebabkan kerugian (*risk agent*), dan membuat rancangan pencegahan risiko kegiatan rantai pasok perusahaan baja. Oleh sebab itu, HOR digunakan sebagai metodologi dalam penelitian ini untuk menentukan serta menganalisis potensi bahaya serta memberikan solusi aksi mitigasi terhadap aktivitas jaringan rantai pasok fabrikasi baja perusahaan (Purwaningsih et al., 2021). Penelitian ini menggunakan suatu pendekatan untuk memodelkan pengambilan keputusan dalam melakukan desain mitigasi risiko jaringan rantai pasok menggunakan pendekatan *Intuitionistic Fuzzy Set (IFS)*. Kegunaan dari IFS untuk memberikan fleksibilitas dan kemampuan untuk mengatasi ketidakpastian maupun ambiguitas saat pengambilan keputusan. Penerapan dari kedua metode tersebut diharapkan dapat memberikan solusi maupun usulan perbaikan jaringan rantai pasok pada PT Artha Mas Graha Andalan sehingga



meningkatkan produktivitas pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja perusahaan dan memberikan desain mitigasi risiko sesuai dengan keadaan perusahaan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang di atas, berikut rumusan masalah yang diberikan dalam penelitian ini:

1. Apa risiko pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja di PT Artha Mas Graha Andalan yang memperoleh penilaian tertinggi dan menjadi prioritas untuk diberikan usulan mitigasi?
2. Apa rancangan desain mitigasi risiko untuk diusulkan kepada PT Artha Mas Graha Andalan dalam meningkatkan produktivitas jaringan rantai pasok fabrikasi baja?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui risiko pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja di PT Artha Mas Graha Andalan yang memperoleh penilaian tertinggi untuk diprioritaskan dan diberikan usulan mitigasi.
2. Mendapatkan rancangan desain mitigasi risiko untuk diusulkan kepada PT Artha Mas Graha Andalan dalam meningkatkan produktivitas jaringan rantai pasok fabrikasi baja.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Dalam penelitian ini, terdapat manfaat yang dapat diperoleh bagi beberapa aspek, yaitu:

1. Bagi Perusahaan  
Penelitian ini memberikan wawasan tentang risiko yang terjadi dalam jaringan rantai pasok fabrikasi baja dan berfungsi sebagai dasar untuk usulan desain mitigasi risiko jaringan rantai pasok sebagai alternatif perbaikan dalam peningkatan produktivitas perusahaan. Studi ini memberikan wawasan tentang risiko yang terjadi dalam jaringan rantai pasokan pembuatan baja dan berfungsi sebagai dasar untuk proyek mitigasi risiko jaringan rantai pasokan yang diusulkan sebagai perbaikan alternatif untuk meningkatkan produktivitas bisnis.
2. Bagi Akademisi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi penelitian mengenai manajemen risiko rantai pasok dan menjadi bahan perbandingan studi penelitian di masa mendatang.

### 3. Bagi Penulis

Penelitian ini memberikan aplikasi praktis dalam meningkatkan kemampuan identifikasi dan pemahaman risiko dalam jaringan rantai dan pentingnya langkah-langkah mitigasi risiko sebagai langkah untuk meminimalisir kejadian risiko dalam jaringan rantai pasokan baja. Selain itu, memperluas keahlian penulis dalam mengumpulkan data, menganalisisnya, dan menarik kesimpulan menggunakan teori yang diperoleh selama kuliah.

## 1.5 Batasan Penelitian

Batasan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan dengan lingkup risiko yang terjadi pada proses fabrikasi baja dengan tidak melibatkan aspek finansial atau keuangan dan aspek *marketing* perusahaan.
2. Seluruh kejadian risiko pada jaringan rantai pasok proses fabrikasi baja dalam satu tahun pada tahun 2023 menjadi sampel yang digunakan dalam penelitian ini.
3. Fokus dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi risiko, mengurutkannya berdasarkan tingkat keparahannya, dan memberikan rancangan desain untuk memitigasi risiko pada jaringan rantai pasokan pada proses fabrikasi baja.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini, yaitu:

### **BAB I**

#### **PENDAHULUAN**

Bab 1 membahas konteks masalah pada latar belakang, menggambarkan tujuan, dan harapan yang ingin dicapai dari penelitian. Dalam bab ini, peneliti juga membahas keterbatasan dan kelemahan yang ditemukan dalam penelitian sebelumnya terkait dengan topik yang diteliti dan bagaimana penelitian ini berkontribusi pada pengetahuan dan pemahaman yang lebih baik tentang topik yang digunakan.

### **BAB II**

#### **LANDASAN TEORI**

Bab II berisi mengenai kompilasi penelitian-penelitian terdahulu yang menjadi landasan pengembangan penelitian ini serta teori-teori yang membantu pemahaman lebih dalam terhadap konsep dan teknik yang digunakan dalam penelitian ini.

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

Bab III menjelaskan setiap tahapan proses penelitian dijelaskan secara jelas, beserta subjek dan objek penelitian, data yang digunakan, dan setiap langkah dalam proses penelitian. Tahapan yang dibahas mencakup spesifikasi penelitian yang ditunjukkan oleh prosedur terorganisir yang diuraikan dalam tampilan diagram.

### **BAB IV**

#### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab IV dilakukannya pengumpulan data primer dan data sekunder yang akan diolah menggunakan *House of Risk* dan *Intuitionistic Fuzzy Set* dengan menggunakan *Fuzzy Inference System* untuk mendapatkan identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko, serta aksi mitigasi pada *risk agent* prioritas.

### **BAB V**

#### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab V merancang usulan desain mitigasi yang akan dibahas secara mendalam pada salah satu aksi mitigasi untuk menyelesaikan *risk agent* yang memiliki nilai FARP tertinggi.

### **BAB VI**

#### **PENUTUP**

Bab VI akan menyimpulkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dengan menjawab rumusan masalah yang terdapat pada bab 1 serta memberikan saran untuk perusahaan dan peneliti selanjutnya

### **DAFTAR PUSTAKA**

Berisi kutipan terhadap buku, jurnal, dan artikel yang digunakan sebagai sumber penelitian.

### **LAMPIRAN**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Literatur

Penelitian mengenai identifikasi risiko konstruksi pada pekerjaan struktur baja di *workshop* PT Inka Banyuwangi telah dilakukan oleh Ketut et al. (2022). Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengenali potensi risiko dan mengelompokkan risiko kedalam kategori utama untuk proyek tersebut. Risiko dominan dalam penelitian ini ditentukan dengan menghitung bobot risiko dan memeriksa skor tingkat risiko masing-masing sub variabel menggunakan pendekatan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Pengukuran risiko dengan kategori dominan dinilai dari nilai tertinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dihasilkan 3 risiko tinggi, 3 risiko sedang, dan 18 risiko rendah. Tiga risiko tertinggi adalah: ketersediaan material dengan bobot 2,581, kepindahan pekerja senior yang potensial dengan bobot 0,989 dan perubahan jadwal pelaksanaan pekerjaan dengan bobot 0,779.

Penelitian mengenai manajemen risiko dalam hal mitigasi pada rantai pasok proses produksi bahan baku telah dilakukan oleh Tarigan & Mutmainah (2023). Penelitian ini memiliki tujuan untuk meningkatkan pengelolaan risiko dengan mengidentifikasi potensi bahaya, memberikan solusi, dan menentukan langkah-langkah yang diperlukan untuk memitigasi risiko tersebut. Metode HOR digunakan pada penelitian ini terbagi kedalam dua tahapan. Tahap pertama melibatkan identifikasi indikator peristiwa risiko, agen risiko, dan agen risiko prioritas. Tahap kedua menentukan mitigasi risiko dengan memprioritaskan agen risiko berdasarkan informasi yang dikumpulkan dari HOR pada tahap pertama. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dihasilkan aktivitas rantai pasok terdapat 23 kejadian risiko yang disebabkan oleh 27 agen risiko. Dari hasil tersebut, agen risiko terpilih yaitu sebanyak 5 agen risiko dan perlu ditentukan langkah mitigasinya. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa A2 (perubahan permintaan mendadak) merupakan agen risiko terpilih, hal ini dapat dilihat dari nilai ARP yang tertinggi yaitu 516,60. Sedangkan yang terendah adalah A15 (fasilitas penyimpanan tidak memadai) sebesar 188,23.

Analisis dan pencegahan risiko rantai pasok di PT. Petronika, telah diteliti oleh (Safitri et al., 2021). Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui rantai pasok

perusahaan dengan cara mengidentifikasi risiko dan membuat keputusan kebijakan mengenai pemilihan langkah-langkah mitigasi yang sesuai dan memungkinkan untuk mengatasi masalah yang muncul. Metode HOR digunakan dalam penelitian ini untuk memprioritaskan kejadian-kejadian risiko yang akan mendapatkan tindakan pencegahan dan rancangan mitigasi terhadap bahaya-bahaya berprioritas tinggi. Kuesioner yang digunakan untuk mengukur *severity* dan *occurrence* dapat diambil dengan menggunakan logika *fuzzy*, dimana diberikan toleransi terhadap masukan yang salah. Berdasarkan hasil yang diperoleh terdapat menghasilkan 22 kejadian risiko serta 52 agen risiko serta memberikan usulan 8 aksi mitigasi untuk dilakukan penanganan terhadap 2 agen risiko yang menjadi prioritas.

Penelitian mengenai analisis dan pengelolaan risiko pada rantai pasok perusahaan baja di Indonesia telah dilakukan oleh Evander Wijaya & Olyvia Doaly (2022). Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui bahaya yang terkait kegiatan rantai pasokan dan membangun rencana dalam memitigasi risiko. Metode *House of Risk* (HOR) dan SCOR adalah dua metode yang digabungkan dalam penelitian ini untuk menetapkan prioritas strategi mitigasi. Dalam penelitian ini, dihasilkan 27 agen risiko dari 27 peristiwa risiko yang mungkin membahayakan alur rantai pasokan bagi perusahaan. 8 aksi mitigasi diberikan untuk mengurangi kemungkinan munculnya agen risiko dari 2 *risk agent* prioritas yang didapatkan berdasarkan hasil perhitungan nilai ARP.

Penelitian mengenai analisis pengembangan strategi mitigasi pada rantai pasok kayu log telah dilakukan oleh (Alexander et al., 2022). Penelitian ini memiliki tujuan melakukan pemahaman komprehensif terhadap dinamika industri kayu dan teknik manajemen risiko yang ada dalam merekomendasikan usulan perbaikan risiko pada rantai produksi kayu log di PT SLJ Global Tbk. Metode HOR digunakan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi kejadian risiko dan sumber risikonya, sedangkan metode SCOR berfungsi untuk landasan dalam mengidentifikasi risiko setiap kegiatan rantai produksi. Hasil penelitian ini meliputi 30 kejadian risiko yang dibagi menjadi lima proses: *plan*, *source*, *make*, *delivery* dan *return*, dimana terdapat 39 faktor risiko terdeteksi. Risiko diprioritaskan menggunakan bagan Pareto dan aturan Pareto 80:20, prioritas risiko menghasilkan 6 langkah mitigasi ditetapkan sebagai penyelesaian dari 17 agen risiko.

Penelitian yang dilakukan oleh (Ulfah et al. (2023) yang membahas tentang identifikasi dan strategi mitigasi risiko pada produk palet. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mencari bahaya apa saja yang ada atau mungkin berkembang di sepanjang aliran rantai pasokan produk palet X Corp. dan melakukan tindakan mitigasi risiko yang tepat untuk mencegah atau mengurangi munculnya agen risiko. Model SCOR digunakan dalam penelitian ini dalam pengidentifikasian proses inti, meliputi proses perencanaan, sumber, pembuatan, pengiriman, dan pengembalian dan metode *fuzzy House of Risk* untuk menghilangkan subjektivitas dengan mengubah angka *crisp* pada kuesioner penilaian risiko menjadi angka *fuzzy* dan menganalisis data. Penelitian ini menghasilkan 38 kejadian risiko dan 22 agen risiko seluruh aktivitas rantai pasok di X Corp. 13 agen risiko diidentifikasi sebagai risiko prioritas untuk mendapatkan rancangan mitigasi yang dihasilkan dari teknik *fuzzy House of Risk* (HOR) dan 17 tindakan mitigasi risiko disarankan kepada perusahaan untuk mengatasi masalah rantai pasokan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Kurniawan et al., 2021b) yang membahas tentang analisis risiko dan mitigasi rantai pasok. Penelitian ini memiliki tujuan untuk membangun jaringan rantai pasok yang baik untuk mencegah risiko yang dapat menurunkan pendapatan perusahaan, mengetahui dan mengurangi biaya tak terduga yang mungkin dialami perusahaan akibat risiko dalam rantai pasok, dan menetapkan prioritas agen risiko dan tindakan pencegahan risiko. Dalam penelitian ini menggunakan metode integrasi dengan menggabungkan analisis kualitatif dan kuantitatif untuk menjawab pertanyaan penelitian, dimana prosedur analisis data melibatkan *Supply Chain Operations Reference* (SCOR), *House of Risk* (HOR) 1, dan *Analytic Network Process* (ANP). Metode SCOR digunakan untuk mengelompokkan aktivitas rantai pasok, HOR 1 untuk memprioritaskan agen risiko, dan ANP untuk menentukan prioritas aksi mitigasi. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah terdapat 36 kejadian risiko pada rantai pasok PT A dalam periode bulan Januari 2017 – Desember 2018. 3 kejadian risiko antara lain kecelakaan unit saat pengiriman, kapasitas gudang yang tidak mencukupi, dan kerusakan mesin pabrik. Kemudian diberikan usulan sebanyak 11 aksi mitigasi terhadap 19 kejadian risiko prioritas. Tiga aksi mitigasi yang dilakukan antara lain perbaikan kondisi jalan utama kebun, perluasan gudang yang ada/membangun gudang baru, dan melakukan pemeriksaan rutin pada periode tertentu pada unit pengangkutan/mesin.

Penelitian yang dilakukan oleh (Dara Lufika et al., 2022) yang melakukan studi tentang desain mitigasi risiko pada proses produksi minuman jus buah dalam kemasan. Penelitian ini memiliki tujuan dalam pencarian risiko, menghitung dan memetakan agen risiko dan kejadian risiko, merencanakan skenario mitigasi, dan merancang rencana aksi mitigasi. Dalam penelitian ini menggunakan metode *House of Risk* (HOR) berbasis *fuzzy* yang bertujuan untuk mengidentifikasi agen risiko yang paling kritis dengan mengurangi derajat ketidakpastian dan merancang aksi mitigasi risiko dilakukan sebagai rencana aksi dalam mengurangi risiko. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dihasilkan risiko yang paling tinggi dari 15 agen risiko adalah *human error* yang memiliki persentase *Aggregate Risk Potential* (ARP) sebesar 24,275% dan diberikan desain mitigasi risiko kepada 10 kejadian risiko sehingga dapat meminimalisir kejadian risiko pada proses produksi minuman jus buah kemasan Nozy Juice.

Penelitian yang dilakukan oleh Arslan et al., (2023) yang membahas tentang analisis risiko rantai dingin pangan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan “*Decomposed Fuzzy Set-Based FMEA (DF FMEA)*” dengan memperluas metode analisis mode kegagalan dan efek (FMEA) yang terkenal ke DFS, untuk menilai risiko dalam rantai dingin pangan. Dalam penelitian ini menggunakan metode DF FMEA, risiko-risiko yang teridentifikasi diprioritaskan sebagai berikut: “Risiko Finansial” mempunyai prioritas tertinggi, diikuti oleh “Risiko Pengiriman”, “Risiko Kemampuan Teknologi”, “Risiko Lingkungan”, “Risiko Kualitas”, dan “Risiko Sosial” dengan prioritas terendah. Adapun hasil dari penelitian ini yaitu, adanya kondisi kerja yang kuat dalam mengatasi risiko rantai pasokan pangan sehingga dapat membantu meringankan para praktisi dalam manajemen risiko yang lebih efektif dan efisien.

Penelitian yang dilakukan oleh Achmad et al., (2023) yang membahas tentang mitigasi risiko terhadap rantai pasokan layanan logistik perusahaan. Penelitian ini bertujuan meningkatkan daya saing dan kepuasan pelanggan dengan memetakan rantai pasok dan mengidentifikasi jenis-jenis risiko pada setiap tahapan rantai pasok di PT. X untuk membuat strategi pengurangan kecelakaan. Dalam penelitian ini menggunakan metode matriks penilaian risiko untuk menentukan peringkat risiko dengan mengalikan nilai kemungkinan dan konsekuensi. Penelitian ini memiliki hasil dan pembahasan yang mana terdapat 3 jenis risiko ekstrim yang perlu ditangani secara prioritas dengan memberikan usulan mitigasi, yaitu cuaca buruk, kecelakaan di jalan raya, dan barang rusak.

Tabel 2.1 Kajian Literatur

No.	Penulis	Judul	Metode	Hasil dan Pembahasan
1	(Ketut et al., 2022)	Identifikasi Risiko Pada Pekerjaan Struktur Baja Inka Banyuwangi Dengan Metode <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	<i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	menghasilkan 3 risiko tinggi, 3 risiko sedang, dan 18 risiko rendah. Tiga risiko tertinggi adalah: ketersediaan material dengan bobot 2,581, kepindahan pekerja senior yang potensial dengan bobot 0,989 dan perubahan jadwal pelaksanaan pekerjaan dengan bobot 0,779.
2	(Tarigan & Mutmainah, 2023)	<i>Mitigation of Supply Chain Management in Production Raw Materials Using the House of Risk (HOR) Method</i>	<i>House of Risk (HOR)</i>	HOR tahap pertama didapatkan 23 kejadian risiko dan 24 agen risiko dengan nilai ARP tertinggi adalah (A2) perubahan permintaan mendadak. Pada HOR tahap kedua dengan nilai ETDK tertinggi (PA1)
3	(Safitri et al., 2021)	Analisis Dan Mitigasi Risiko Menggunakan <i>House of Risk Dan Fuzzy Logic</i> Pada Rantai Pasok Pt. Petronika	<i>House of Risk dan Logika Fuzzy</i>	Didapatkan 22 <i>risk event</i> dan 52 <i>risk agent</i> berdasarkan hasil identifikasi serta memberikan usulan 8 aksi mitigasi untuk dilakukan penanganan terhadap 2 <i>risk agent</i> yang menjadi prioritas.
4	(Evander Wijaya & Olyvia Doaly, 2022b)	Analisis Manajemen Risiko Pada Aktivitas Supply Chain Perusahaan Baja Di Indonesia Menggunakan Metode <i>House of Risk</i> .	pemodelan SCOR dan metode <i>House of Risk</i>	terdapat 27 <i>risk agent</i> dari 27 <i>risk event</i> yang dapat menimbulkan risiko terhadap aliran <i>supply chain</i> perusahaan. Berdasarkan hasil perhitungan ARP, terdapat 2 <i>risk agent</i> prioritas yang akan diberikan strategi mitigasi dan 8 strategi mitigasi yang dirancang untuk



Tabel 2.1 Kajian Literatur

No.	Penulis	Judul	Metode	Hasil dan Pembahasan
				mengurangi kemungkinan munculnya <i>risk agent</i> .
5	(Alexander et al., 2022)	Analisis Pengembangan Strategi Mitigasi Pada Risiko Rantai Pasok Kayu Log (Studi Kasus : PT SLJ GLOBAL Tbk, Samarinda)	Model SCOR dan <i>House of Risk</i> (HOR)	Didapatkan 30 kejadian risiko yang diketahui dan dikategorikan ke dalam 5 proses yaitu <i>plan</i> , <i>source</i> , <i>make</i> , <i>delivery</i> dan <i>return</i> dengan 39 agen risiko yang teridentifikasi. Prioritas risiko diketahui menggunakan diagram pareto dengan aturan pareto 80:20 dari 17 <i>risk agent</i> yang diberikan tindakan mitigasi didapatkan 6 aksi mitigasi yang menjadi prioritas, yaitu pengontrolan trafo dan koordinasi jadwal mati listrik PLN (PA1) dengan nilai ETD 801, monitor stok bahan bakar <i>power plan</i> (PA2) dengan nilai ETD 600,75, monitor stok awal dan stok dan stok akhir per 1 bulan hingga 2 bulan sekali (PA4) dengan nilai ETD 290,25, pemberian sanksi berupa denda (PA7), pemberian sanksi berupa surat peringatan (PA16), dan <i>booking</i> jadwal kapal sebelumnya dari jauh-jauh hari (PA5) dengan nilai ETD 114.
6	(Ulfah et al., 2023)	<i>Identification And Strategy for The Risk Mitigation Of Supply Chain With Fuzzy House of</i>	Model SCOR dan Fuzzy <i>House of Risk</i> (HOR)	Mengidentifikasi 38 kejadian risiko dan 22 agen risiko seluruh aktivitas rantai pasok di X Corp. Dengan penggunaan metode <i>fuzzy House of Risk</i> didapatkan

Tabel 2.1 Kajian Literatur

No.	Penulis	Judul	Metode	Hasil dan Pembahasan
		<i>Risk: A Case Study In Pallet Products</i>		13 agen risiko yang menjadi risiko prioritas untuk diberikan strategi mitigasi dan 17 tindakan mitigasi risiko diusulkan kepada perusahaan untuk mengatasi masalah pada <i>supply chain</i> .
7	(Kurniawan et al., 2021b)	<i>Risk and Supply Chain Mitigation Analysis Using House of Risk Method and Analytical Network Process</i>	Model SCOR, <i>House of Risk</i> (HOR), dan Analytical Network Process (ANP)	Terdapat 36 kejadian risiko dari 35 agen risiko. 19 agen risiko dikategorikan sebagai risiko prioritas dan 11 tindakan perbaikan diusulkan untuk diterapkan oleh PT XYZ.
8	(Arslan et al., 2023)	<i>Risk Mitigation Design in the Production Process of Packaged Fruit Juice Drinks Using a Fuzzy Based House of Risk (HOR) Approach</i>	Fuzzy <i>House of Risk</i> (HOR)	Risiko yang paling tinggi dari 15 agen risiko adalah <i>human error</i> yang memiliki persentase <i>Aggregate Risk Potential</i> (ARP) sebesar 24,275% dan diberikan desain mitigasi risiko kepada 10 kejadian risiko sehingga dapat meminimalisir kejadian risiko pada proses produksi minuman jus buah kemasan Nozy Juice.
9	(Dara Lufika et al., 2022)	<i>Risk Analysis in the Food Cold Chain Using Decomposed Fuzzy Set-Based FMEA Approach</i>	<i>Decomposed Fuzzy Set-Based FMEA</i>	Terdapat kondisi kerja yang kuat dalam mengatasi risiko rantai pasokan pangan sehingga dapat membantu meringankan para praktisi dalam manajemen risiko yang lebih efektif dan efisien.
10	(Achmad et al., 2023)	<i>Supply Chain Risk Mitigation for Logistics Service</i>	<i>Matrix Risk Assessment</i>	Tiga jenis risiko ekstrim yang perlu ditangani secara prioritas dengan memberikan usulan

Tabel 2.1 Kajian Literatur

No.	Penulis	Judul	Metode	Hasil dan Pembahasan
		<i>Companies</i>		mitigasi, yaitu cuaca buruk, kecelakaan di jalan raya, dan barang rusak. Tujuan dari dilakukannya sebuah strategi untuk mendesain mitigasi risiko untuk mencegah jenis risiko ekstrim yang terdapat di perusahaan

Berdasarkan pemaparan 10 jurnal yang dikutip, ditemukan persamaan dan perbedaan pada 10 jurnal tersebut. Persamaan yang terdapat pada sepuluh jurnal tersebut adalah penggunaan metode HOR dan SCOR untuk menerapkan manajemen rantai pasokan melalui mitigasi risiko. Metode HOR dan SCOR digunakan untuk mengidentifikasi risiko dalam rantai pasokan., dimana dengan adanya metode tersebut akan memberikan saran rancangan untuk memitigasi risiko tersebut agar dapat meminimalisir terjadinya risiko. Perbedaan yang terdapat pada sepuluh jurnal tersebut adalah menggunakan metode analisis yang bervariasi, seperti AHP, logika *fuzzy*, dan *matrix risk assessment* dengan melibatkan studi kasus yang berbeda-beda pada setiap jurnalnya. Sehingga, metode HOR digunakan dalam menentukan dan melakukan evaluasi terhadap risiko serta rancangan desain mitigasi pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja yang dipadukan dengan pendekatan *Intuitionistic Fuzzy Set* (IFS) dan *Fuzzy Inference System* (FIS) untuk mengatasi ketidakpastian dalam pengambilan keputusan saat menentukan penyebab risiko prioritas untuk diberikan desain aksi mitigasi risiko.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Konstruksi Baja

Konstruksi adalah suatu kegiatan rekayasa yang bersifat kompleks, dinamis, serta hanya dilakukan satu kali dalam jangka waktu yang singkat karena dalam kegiatannya terdapat proses mengolah bahan mentah menjadi suatu struktur penyusun bangunan (Tanuwijaya & Sekarsari, 2018). Menurut Suhartono (2012) konstruksi adalah sebuah proses untuk membangun sarana maupun prasarana bangunan yang terdiri dari bagian struktur pada sebuah kawasan. Kawasan ini menghasilkan sejumlah produk seperti jalan, rumah, gedung, pabrik, jembatan, bendungan dan fasilitas umum lainnya.

Konstruksi memegang peran penting dalam pembangunan infrastruktur sebagai pondasi utama. Mayoritas konstruksi menggunakan material baja karena dapat untuk menyangga struktur bangunan dengan kuat (Fernandito Moruk et al., 2019). Baja adalah material yang terdiri dari campuran besi dan karbon dengan unsur karbon menjadi bahan utama dalam pencampurannya. Dengan menyesuaikan kadar karbon atau unsur lainnya dalam penggunaannya, baja akan mencapai kekuatan diinginkan. Secara umum pemakaian baja lebih efisien dibandingkan dengan beton karena baja mampu meminimalisir waktu pada pelaksanaan proyek sehingga mampu mengurangi terjadinya risiko keterlambatan pada proyek. Selain itu, penggunaan material baja dapat membuat persiapan, pemasangan, dan pemeliharaan jauh lebih aman dan sederhana. Oleh karena itu, struktur baja ini menjadi pilihan dalam penyelesaian masalah pada industri konstruksi di berbagai proyek pembangunan infrastruktur (Rahardi, 2020).

Implementasi konstruksi baja dalam membuat struktur baja melibatkan beberapa tahapan yang memiliki urutan berbeda-beda pada setiap proyek tergantung dari jumlah pekerjaan, ruang lingkup, bobot pekerjaan, dan metode konstruksi yang digunakannya. Umumnya rangkaian konstruksi baja dimulai dengan proses desain (*engineering*), dilanjutkan dengan *detailing*, fabrikasi, dan diakhiri dengan perakitan (Kambu et al., 2020).

### **2.2.2 Fabrikasi Baja**

Fabrikasi baja merupakan deretan operasi dari beberapa komponen material berupa plat, pipa, maupun baja profil yang disusun secara bertahap berdasarkan item-item penyusunnya, sehingga diperoleh suatu bentuk struktur bangunan yang dapat dipasang menjadi sebuah rangkaian konstruksi (Sutanto et al., 2018). Proses fabrikasi baja melakukan beberapa langkah dalam proses kerjanya, mendesain gambar sesuai permintaan pelanggan, memberikan tanda pada material, pemotongan material yang telah diberi tanda, pengelasan material, melakukan inspeksi kualitas, *finishing*, dan melakukan pengecatan yang didukung menggunakan mesin, seperti mesin bubut, mesin frais dan mesin bor (Suroso & Yanuar, 2020). Fabrikasi baja dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan tempat dilakukannya, yaitu (Daniarsyah, 2021) :

#### **1. *Workshop Fabrication***

*Workshop fabrication* adalah jenis fabrikasi yang dilakukan pada sebuah bangunan dan dilengkapi dengan alat maupun mesin yang memadai untuk

digunakan, baik alat utama maupun alat pendukung. *Workshop fabrication* bertujuan untuk memproduksi struktur bangunan sesuai dengan permintaan yang diinginkan oleh pelanggan.

## 2. *Site Fabrication*

*Site fabrication* adalah jenis fabrikasi yang dilakukan pada area proyek sedang berlangsung seperti area konstruksi pembangunan infrastruktur. *Site fabrication* bertujuan untuk melakukan pemasangan pada struktur bangunan yang telah diproduksi oleh *workshop*.

### 2.2.3 Risiko

Risiko merupakan keadaan yang telah terjadi dan menyebabkan suatu kerugian, kesalahan, dan bahaya yang berdampak negatif terhadap suatu aktivitas karena berbagai alasan, seperti pengetahuan yang tidak lengkap, kurangnya pemahaman, dan pengambilan keputusan yang buruk (Simanjuntak & Megantara, 2022). Menurut (Fauzi et al., 2022) Risiko memiliki banyak definisi, secara umum risiko dapat didefinisikan sebagai konsekuensi tidak menyenangkan dari tindakan atau aktivitas yang dapat mengancam tujuan organisasi dalam mencapai tujuan telah ditentukan.

Risiko terdapat di setiap aspek yang berhubungan dengan perencanaan dan pengaturan. Namun, tingkat kompleksitas dan risiko sangat bervariasi tergantung pada ukuran tugas dan bidang yang dikerjakannya. Risiko terbagi menjadi 3 kelompok berdasarkan sumber terjadinya, antara lain (Saputro, 2022):

#### 1. Risiko Sosial

Risiko sosial adalah fenomena yang dapat menimbulkan suatu potensi kurangnya rasa peduli yang ditimbulkan oleh individu maupun kelompok (Zhafira et al., 2022).

#### 2. Risiko Fisik

Risiko fisik merupakan risiko kesehatan dan keselamatan yang dapat didefinisikan sebagai ketidaknyamanan individu terhadap kondisi fisik akibat penggunaan suatu produk (Chairunnisa et al., 2019).

#### 3. Risiko Ekonomi

Risiko ekonomi mengacu pada kemungkinan akan terjadinya kerugian pada suatu organisasi yang dapat diukur dengan nilai keuangan (Santana et al., 2023).

### 2.2.4 Supply Chain

*Supply chain* merupakan serangkaian kegiatan produksi yang mencakup kegiatan pengadaan bahan baku, proses produksi, dan distribusi barang hasil produksi. Rantai dalam rantai pasok adalah hubungan dari berbagai organisasi yang saling berinteraksi guna mencapai tujuan secara terstruktur dari pengadaan sampai distribusi barang (Liansari et al., 2020). Dalam literatur lain, *supply chain* diartikan sebagai aktivitas yang melibatkan proses perubahan bahan dan pengiriman barang, dimulai dari mengolah bahan mentah hingga barang jadi sampai ke pengguna akhir atau dengan kata lain aktivitas yang terjadi antara jaringan fisik pembuatan produk secara langsung (Ariharti et al., 2017). Dapat disimpulkan bahwa *supply chain* merupakan suatu korelasi antar jaringan yang terjalin antara pemasok hingga pelanggan. Dalam menawarkan produk yang berkualitas dengan harga yang kompetitif, perusahaan harus menekankan biaya dengan tidak mengurangi standar yang telah ditetapkan. Terdapat 3 macam komponen penyusun dari *supply chain*, yaitu (Sudiantini et al., 2023):

1. Rantai Pasok Hulu (*Upstream Supply Chain*)

Bagian *upstream* (hulu) *supply chain* mencakup kegiatan perusahaan dan penyalurnya (produsen, perakit, maupun keduanya) serta hubungan dengan penyalur sekunder.

2. Rantai Pasok Internal (*Internal Supply Chain*)

Bagian dari internal *supply chain* mencakup seluruh proses penerimaan bahan baku oleh bagian gudang yang bertanggung jawab untuk mengubah masukan dari pemasok menjadi keluaran bagi perusahaan.

3. Segmen Rantai Pasok Hilir (*Downstream Supply Chain*)

Bagian *downstream supply chain* mencakup seluruh aktivitas yang terlibat dalam pengiriman produk hasil produksi ke pelanggan. Fokus pada bagian ini adalah penjualan, penyimpanan, transportasi, dan layanan setelah penjualan.

### 2.2.5 Supply Chain Management (SCM)

*Supply Chain Management* atau yang biasa disebut SCM merupakan metode dalam mengelola *supply chain* yang efektif dimulai dari pemasok hingga ke pelanggan dengan mengintegrasikan antar organisasi dari pemasok, produsen, distributor, dan pelanggan. Dengan kata lain, SCM mencakup pengelolaan yang produktif dari segi tempat dan waktu untuk mencapai nilai jual minimum dan meningkatkan kualitas barang dan

tingkat pelayanan (Rahim et al., 2022). Terdapat perbedaan antara *supply chain* dengan *supply chain management*. *Supply chain* adalah alur proses perusahaan dalam melakukan produksi barang permintaan pelanggan yang meliputi menyediakan bahan baku, memproduksi barang, dan melakukan distribusi ke pelanggan. Sedangkan *supply chain management* adalah pendekatan, alat, atau metode untuk mengelola proses secara keseluruhan serta menyusun strategi yang berfungsi sebagai dasar dalam bekerja (Sucahyowati et al., 2011).

SCM memiliki 3 tujuan utama dalam prosesnya. Tujuan pertama adalah meminimalkan biaya untuk mengurangi biaya logistik berkelanjutan, seperti menentukan transportasi yang sesuai, pergudangan, standarisasi, dan layanan untuk meminimalisir biaya, tujuan yang kedua adalah mengurangi modal untuk memperkecil tingkat investasi pada strategi logistik. Tujuan yang ketiga adalah dapat memperbaiki layanan secara kontinu untuk jangka menengah dan jangka panjang (Jamaludin, 2022).

SCM menggunakan prinsip kerja dengan menyinkronkan maupun mengkoordinasikan aktivitas yang berhubungan dengan aliran material dan produk dalam suatu organisasi yang sama maupun antar organisasi yang berbeda. Dengan mengadakan hubungan masing-masing bagian sehingga memudahkan untuk mencapai visi dan misi perusahaan (Retnowo & Fira Waluyo, 2022). Menurut (Munizu, 2017) penerapan SCM yang mengikuti konsep dengan benar akan berdampak pada peningkatan keunggulan produk yang mampu bersaing maupun sistem rantai pasokan yang dirancang oleh perusahaan. Kunci utama untuk SCM yang efektif adalah melibatkan pemasok sebagai mitra dan membantu perusahaan mengembangkan strategi untuk memenuhi permintaan pasar yang tidak pasti. Perusahaan harus menerapkan konsep SCM untuk meningkatkan kepuasan pelanggan, mengembangkan produk, menjaga biaya persediaan melalui layanan pengiriman produk yang hemat biaya, dan mengelola industri dengan hati-hati dan adaptif.

#### **2.2.6 Supply Chain Operations Reference (SCOR)**

*Supply Chain Operation Reference* (SCOR) merupakan metode yang dihasilkan dari integrasi beberapa elemen seperti teknik bisnis, tolak ukur dalam bekerja (*benchmarking*), serta praktik terbaik (*best practice*) yang diterapkan dalam manajemen rantai pasok. Dengan menyediakan kerangka kerja yang kuat dan mudah beradaptasi serta dapat mendukung operasi rantai pasok di berbagai sektor, metode SCOR

digunakan sebagai panduan untuk meningkatkan kinerja rantai pasok dalam suatu perusahaan (Akbar Romanto & Handoko, 2022). Ahmad Izzudin et al (2020) menyebutkan bahwa lingkup model SCOR didefinisikan ke dalam lima tahap manajemen yaitu:

1. *Plan*: Proses estimasi kebutuhan penjualan, perencanaan dan pengendalian persediaan, perencanaan kebutuhan material dan kapasitas, serta koordinasi kegiatan rantai pasokan dan keuangan bisnis.
2. *Source*: Proses memperoleh barang dan jasa dalam melengkapi kegiatan produksi yang mencakup pengiriman bahan baku oleh pemasok, penerimaan dan pengecekan bahan baku, mengurus perizinan pembayaran barang yang dikirim pemasok, serta memilih dan melakukan evaluasi kinerja pemasok.
3. *Make*: Proses mengubah bahan baku yang akan dibuat sesuai dengan kualifikasi dari pelanggan yang melibatkan proses menjadwalkan kegiatan produksi, melaksanakan kegiatan produksi dan memantau kegiatan produksi, melakukan inspeksi terhadap kualitas barang, dan memelihara fasilitas yang digunakan dalam kegiatan produksi.
4. *Deliver*: Proses pemenuhan menanggapi permintaan produk dan layanan, yang meliputi memilih penyedia pengiriman, mengelola penyimpanan barang hasil produksi, dan menyiapkan *invoice* untuk *customer*.
5. *Return*: Proses mengambil kembali maupun menerima barang untuk diproduksi kembali yang melibatkan menilai keadaan produk, membuat permintaan untuk pengembalian barang yang rusak, membuat jadwal pengembalian, dan menangani pengembalian produk.

### **2.2.7 Manajemen Risiko Rantai Pasok**

Manajemen risiko rantai pasok adalah sebuah kebijakan atau prosedur komprehensif untuk dimiliki oleh suatu organisasi dalam mengelola, memantau, serta mengendalikan potensi kemunculan suatu risiko. Pendekatan manajemen risiko tidak hanya terbatas pada identifikasi risiko, tetapi juga mencakup evaluasi dan perhitungan dampaknya terhadap suatu proyek. Hasil dari proses ini dapat menjadi parameter apakah risiko tersebut dapat diterima atau tidak (Norman & Jansson, 2004). Sejumlah tugas terlibat dalam manajemen risiko rantai pasok, termasuk pengidentifikasian, pengukuran, penanganan, dan pengendalian. Mitra rantai pasok berkolaborasi untuk menjalankan



protokol manajemen risiko sebagai bagian dari manajemen risiko rantai pasokan, yang mengintegrasikan manajemen rantai pasok dengan manajemen risiko (Brindley, 2004).

### 2.2.8 Mitigasi Risiko

Mitigasi risiko merupakan proses mengubah risiko dalam upaya untuk menyortir risiko yang dapat mengurangi atau menghilangkan dampak, kemungkinan terulang kembali terjadinya risiko, serta perancangan aksi pencegahan risiko prioritas. Mitigasi risiko memiliki beberapa perlakuan dalam menyusun strateginya, yaitu (Sambodo et al., 2020):

1. Menghindari risiko (*Risk Avoidance*)  
*Risk Avoidance* adalah strategi untuk menghilangkan risiko secara keseluruhan dengan tidak memperkirakan kegiatan tersebut memiliki risiko dalam perjalanannya. Dengan kata lain, Menyusun strategi dalam menghentikan suatu kegiatan yang dapat menyebabkan risiko.
2. Berbagi risiko (*Risk Sharing/Transfer*)  
*Risk Sharing/Transfer* adalah strategi untuk memberikan sebagian risiko kepada pihak lain dengan mempertimbangkan pihak yang diberikan beberapa risiko mampu untuk mengendalikan risiko karena akan berdampak menimbulkan risiko yang lebih besar jika tidak mampu memahami strategi pengendalian risiko yang tepat.
3. Mengurangi risiko (*Risk Reduction*)  
*Risk Reduction* adalah strategi untuk meminimalisir risiko dalam bentuk pengurangan kemungkinan risiko yang akan terjadi, pengurangan kerugian akibat dari terjadinya risiko, ataupun keduanya.
4. Penerimaan risiko (*Risk Acceptance*)  
*Risk Acceptance* atau biasa disebut dengan toleransi risiko adalah strategi untuk menerima risiko karena dengan menerima risiko lebih ekonomis daripada menanganinya. Selain itu, risiko tidak dapat diidentifikasi sesuai respon petunjuk untuk menghindari atau memitigasi risiko tersebut.

Pentingnya melakukan mitigasi risiko untuk menghilangkan segala risiko yang terjadi dengan melakukan Tindakan pencegahan yang mampu meminimalisir terjadinya kerugian pada perusahaan.. Berikut merupakan langkah-langkah dalam memitigasi risiko (Julian & Zega, 2023):

1. Identifikasi risiko:

Langkah ini melakukan pengenalan terhadap risiko yang terjadi maupun risiko yang memiliki kemungkinan akan terjadi. Langkah ini melakukan pengenalan risiko yang berasal dari berbagai aspek, seperti lingkungan, keuangan, reputasi, dan lain sebagainya.

2. Analisis risiko:

Setelah risiko diidentifikasi, Langkah berikutnya adalah melakukan analisis risiko untuk menilai dampak potensial terhadap perusahaan dalam membantu menentukan prioritas risiko yang harus dikelola.

3. Evaluasi risiko:

Setelah analisis risiko dilakukan, langkah selanjutnya adalah mengevaluasi risiko dan menentukan pertimbangan terhadap risiko yang terjadi. Pertimbangan yang dilakukan yaitu menerima risiko atau tidak menerima risiko, risiko yang tidak dapat diterima harus segera dilakukannya perbaikan.

4. Pengelolaan Risiko:

Setelah risiko dinilai dan diprioritaskan, perusahaan dapat menerapkan strategi mitigasi risiko yang tepat. Strategi yang diterapkan berupa mencegah risiko, mengurangi risiko, mentransfer risiko, atau menerima risiko.

5. *Monitoring* dan evaluasi:

Langkah terakhir, perusahaan melakukan pemantauan dan evaluasi secara berkelanjutan terhadap risiko yang telah diidentifikasi dan dikelola untuk membantu perusahaan dalam mengukur tingkat efektivitas pengelolaan risiko yang diberikan tepat atau tidak.

### **2.2.9 House of Risk (HOR)**

*House of Risk* (HOR) adalah teknik pengelolaan risiko yang dapat diterapkan untuk mendeteksi dan menganalisa potensi risiko yang dapat mempengaruhi operasional rantai pasokan perusahaan. (Purwaningsih et al., 2021). Menurut Pujawan & Geraldin (2009) HOR adalah hasil dari perkembangan 2 metode yaitu metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengukur risiko secara kuantitatif dan *House of Quality* (HOQ) untuk melakukan prioritas *risk agent* dalam menentukan tindakan yang paling efisien dan efektif guna meminimalisir risiko yang mungkin dapat ditimbulkan oleh *risk agent*.

*House of Risk* (HOR) memetakan perancangan strategi risiko ke dalam dua tahapan, yaitu (Akbar Romanto & Handoko, 2022):

1. Fase Identifikasi Risiko (*Risk Identification*)

*Risk identification* adalah tahapan untuk melakukan pencarian mengenai kejadian risiko serta penyebab risiko yang telah terjadi dan yang diperkirakan akan terjadi dalam suatu aktivitas.

2. Fase Penanganan Risiko (*Risk Treatment*)

*Risk treatment* adalah tindakan untuk memulihkan, meminimalisir, mengantisipasi, menerima, menyalurkan, serta mengelola risiko yang terjadi.

Proses pengembangan rencana mitigasi untuk mengurangi risiko dan mengidentifikasi ancaman dilakukan dengan menggunakan tahapan HOR. Tahapan HOR dipisahkan menjadi dua fase, yaitu (Zaitil Chairi & Bestario Harlan, 2022):

1. *House of Risk* fase 1

Pada HOR fase 1 melakukan pengenalan kejadian risiko secara keseluruhan, menganalisis sumber terjadinya, dan mengevaluasi risiko yang menghasilkan penentuan prioritas kejadian risiko. Fase pertama ini terdiri dari beberapa langkah dalam pengerjaannya, yaitu :

A. Mengidentifikasi kejadian risiko (Ei) dan agen risiko (Aj)

B. Identifikasi dampak *severity* (S) pada kejadian risiko (Ei)

*Severity* adalah nilai untuk mengetahui tingkat keparahan pada akibat yang ditimbulkan oleh suatu risiko. Dengan tingginya nilai *severity* maka semakin besar juga dampak risiko yang ditimbulkan. Tingkat keseriusan risiko yang semakin tinggi maka dampak yang ditimbulkan semakin besar (Dyah et al., 2021). Kriteria penilaian *severity* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria Penilaian *Severity*

Tingkat Keparahannya	Keterangan	Rating
Tidak ada	Tidak ada efek berarti untuk pelanggan Risiko tidak memiliki pengaruh	1
Sangat Minor	Komplain hanya diberikan oleh pelanggan tertentu Ketentuan produk tidak sesuai dengan pesanan tetapi diterima oleh pelanggan	2
Minor	Sebagian pelanggan menyadari kecacatan pada produk Ketentuan produk tidak sesuai dengan pesanan tetapi	3

Tabel 2.2 Kriteria Penilaian *Severity*

Tingkat Keparahan	Keterangan	Rating
Sangat Rendah	diterima oleh pelanggan Pelanggan secara umum menyadari <i>defect</i> dan kemungkinan dikembalikan	4
	Ketentuan produk tidak sesuai dengan pesanan tetapi diterima oleh pelanggan	
Rendah	Produk cacat tidak mempengaruhi proses berikutnya Produk dapat beroperasi tetapi tidak sesuai dengan ketentuan yang diminta	5
Sedang	Produk cacat 1-2 mempengaruhi proses berikutnya	6
	Terdapat gangguan minoritas pada lini produksi	
Tinggi	Produk cacat 3-4 mempengaruhi proses berikutnya	7
	Terdapat gangguan minoritas pada lini produksi	
Sangat Tinggi	Produk cacat 4-6 mempengaruhi proses berikutnya	8
	Terdapat gangguan major pada lini produksi	
Bahaya dengan peringatan	Menghasilkan produk yang membahayakan pelanggan Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah	9
Bahaya tanpa peringatan	Menghentikan pengoperasian sistem produksi Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah	10

Sumber:(Sucipto & Herwanto, 2022)

### C. Identifikasi nilai *Occurrence* (O) pada agen risiko (Aj)

*Occurrence* merupakan tingkat frekuensi terjadinya risiko disebabkan oleh proses yang potensial mengalami suatu risiko. *Occurrence* digambarkan untuk mengukur seberapa sering kejadian risiko terjadi dalam satuan waktu (Dyah et al., 2021). Kriteria penilaian *occurrence* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kriteria Penilaian *Occurrence*

Probabilitas Kejadian	Keterangan	Frekuensi	Nilai
Sangat Rendah (SR)	Jarang terjadinya risiko dalam proses produksi	1 dari	1
		1.500.000	
Rendah (R)	Risiko yang terjadi berkaitan dengan proses	1 dari 150.000	2
		1 dari 15.000	3
Sedang (S)	Risiko yang terjadi tidak pada jumlah yang	1 dari 2.000	4

Tabel 2.3 Kriteria Penilaian *Occurrence*

Probabilitas Kejadian	Keterangan	Frekuensi	Nilai
	besar	1 dari 400	5
		1 dari 80	6
		1 dari 20	7
Tinggi (T)	Risiko yang terjadi dalam jumlah yang besar	1 dari 8	8
		1 dari 3	9
Sangat Tinggi (ST)	Penyebab risiko tidak dapat dihindari	1 dari 2	10

Sumber: (Sucipto & Herwanto, 2022)

- D. Membuat korelasi untuk mencari hubungan (R) kejadian (Ei) dengan agen risiko (Aj).

Nilai korelasi pada interaksi kejadian risiko dengan agen risiko digolongkan ke dalam empat tingkatan, yaitu:

Tabel 2.4 Kriteria Penilaian Correlation

Nilai	Keterangan
0	Tidak adanya hubungan
1	Terdapat hubungan yang rendah
3	Terdapat hubungan yang sedang
9	Terdapat hubungan yang tinggi

Sumber: (Suriandi et al., 2022)

- E. Menghitung nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP)

Untuk menghitung nilai *Aggregate Risk Potential* dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ARP = O \times (\sum S \times R) \quad \dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

ARP = *Aggregate Risk Potential*

O = *Occurrence*

S = *Severity*

R = *Relationship*

- F. Menentukan peringkat *Aggregate Risk Potential* (ARP) dari nilai yang terbesar hingga terkecil.

- G. Membuat diagram Pareto (Aj) untuk menentukan *risk agent* prioritas.

## 2. *House of Risk* fase 2

HOR fase 2 menentukan perancangan pencegahan risiko yang mempertimbangkan keefektifan penyebab dan tingkat risiko dalam pelaksanaannya (Lintang Trenggonowati & Atmi Pertiwi, 2017). Fase ini berfokus dengan memberikan usulan perbaikan yang tepat terhadap risiko yang perlu diberikan pencegahan terlebih dahulu. Berikut merupakan Langkah-langkah pengerjaannya (Zaitil Chairi & Bestario Harlan, 2022):

- A. Menyusun tindakan mitigasi (PA) atau pencegahan berdasarkan agen risiko yang menjadi prioritas. Lebih dari satu tindakan mitigasi dimungkinkan untuk setiap *risk agent*.
- B. Menentukan korelasi (R) antara *risk agent* dan tindakan mitigasi (PA) dengan kejadian risiko yang terpilih ( $E_{jk}$ ). Nilai korelasinya yaitu 0 (tidak ada korelasi), 1 (terdapat korelasi yang rendah), 3 (terdapat korelasi yang sedang), dan 9 (terdapat korelasi yang tinggi)
- C. Menghitung nilai *Total Effectiveness* (TEk) pada setiap tindakan mitigasi. Untuk menghitung nilai *Total Effectiveness* (Tek) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$TE_k = \sum_i ARP_j \times E_{jk} \quad \dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

$TE_k$  = *Total Effectiveness*

$ARP_j$  = *Aggregate Risk Potential*

$E_{jk}$  = Nilai Korelasi

- D. Menentukan tingkat derajat kesulitan (Dk) penerapan tindakan aksi mitigasi. Untuk menentukan derajat kesulitan menggunakan kriteria sebagai berikut:

Tabel 2.5 Kriteria Tingkat Derajat Kesulitan

Nilai	Keterangan
1	Aksi mitigasi sangat mudah untuk diterapkan
2	Aksi mitigasi mudah untuk diterapkan
3	Aksi mitigasi cukup sulit untuk diterapkan
4	Aksi mitigasi sulit untuk diterapkan
5	Aksi mitigasi sangat sulit untuk diterapkan

Sumber:(Teguh Oktiarso et al., 2022)

- E. Menghitung *Effectiveness To Difficulty* (ETDk) dari setiap tindakan strategi mitigasi risiko

Untuk menghitung nilai *Effectiveness To Difficulty* (ETD<sub>k</sub>) dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ETD_k = TE_k/D_k \quad \dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

ETD<sub>k</sub> = *Effectiveness To Difficulty*

TE<sub>k</sub> = *Total Effectiveness*

D<sub>k</sub> = Tingkat Derajat Kesulitan

- F. Menentukan urutan skala prioritas berdasarkan nilai ETD<sub>k</sub> yang terbesar hingga terkecil.

### 2.2.10 Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah diagram yang memudahkan untuk melakukan identifikasi dan menentukan prioritas permasalahan dengan mengurutkannya berdasarkan tingkat kepentingannya. Dengan adanya diagram pareto, dapat membantu dalam mengidentifikasi permasalahan krusial untuk diberikan penanganan (peringkat tertinggi) hingga permasalahan yang tidak harus segera diberikan penanganan (peringkat terendah) (Ayu Nurjanah et al., 2023).

Diagram pareto menampilkan data yang disusun dari kiri ke kanan dalam urutan rangkingnya. Prinsip diagram pareto menyatakan aturan 80/20, dimana 80% permasalahan produk disebabkan oleh 20% cacat produksi, jadi cacat produk memiliki jumlah total mencapai 80% akan dipilih menggunakan dasar bahwa 80% tersebut dapat mengelola keseluruhan kejadian risiko yang timbul (Suherman & Cahyana, 2019).

### 2.2.11 *Intuitionistic Fuzzy Set*

Pertama kali himpunan *fuzzy* diterjemahkan oleh LA Zadeh pada tahun 1965. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan, pada tahun 1986 Krassimir Atanassov memperkenalkan himpunan *fuzzy intuitionistic* atau *Intuitionistic Fuzzy Sets* (IFS) yang dikembangkan dari himpunan *fuzzy*. *Intuitionistic Fuzzy Sets* (IFS) merupakan sebuah pendekatan yang berguna dalam menyelesaikan ambiguitas (ketidakjelasan) terkait metode pengambilan keputusan. *Intuitionistic Fuzzy Sets* (IFS) didukung oleh komponen yang terdiri dari derajat keanggotaan, derajat non-keanggotaan dan derajat keraguan (Dwi Meilina & Sulaiman, 2022). IFS erat kaitannya dengan *risk assessment* untuk menyeleksi dan mengidentifikasi permasalahan sehingga penentuan keputusan

dari permasalahan yang rumit dan ambigu dapat menggunakan IFS dan hal terpenting dari konsep *Fuzzy* yaitu memahami kerangka yang telah dibuat. Berikut merupakan manfaat menggunakan IFS menurut (Hanine et al., 2021):

1. Dapat memodelkan data yang tidak diketahui dengan menggunakan tingkat keraguan yang berbeda.
2. Dapat mewakili tiga jenis fungsi keanggotaan( $\mu$ ), non-keanggotaan( $\gamma$ ), dan derajat keraguan( $\pi$ ).
3. Bilangan *Fuzzy* hanya menunjukkan ambiguitas “*agreement*”, namun tidak dapat menggambarkan “*disagreement*”.

### 2.2.12 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* dikembangkan berdasarkan konsep himpunan *fuzzy* yang mempertimbangkan kelompok objek pada fungsi matematika yang hanya menerima nilai biner, artinya setiap objek memiliki elemen yang dapat mewakili sepenuhnya (diwakili oleh nilai 1) dan elemen yang tidak terdapat dalam himpunan tersebut (diwakili oleh 0)(Zadeh, 1965). Logika *fuzzy* memiliki hubungan yang kuat dengan fungsi matematika karena mencakup konsep konsep dasar seperti himpunan *fuzzy*, fungsi keanggotaan, dan operasi dasar *fuzzy* digunakan dalam berbagai bidang teori tradisional matematika, seperti topologi, persamaan diferensial, teori probabilitas, matematika dan statistik, dan teori ukuran dan integral (Sanchez-Roger et al., 2019).

Logika *fuzzy* dikatakan sebagai logika baru karena ilmu mengenai logika *fuzzy* modern dan metodis baru ditemukan beberapa tahun yang lalu, tetapi teori logika *fuzzy* sudah diperkenalkan sejak lama oleh beberapa ilmuwan. Logika *fuzzy* merupakan cara yang tepat dalam memetakan ruang *input* ke dalam ruang *output* yang dirancang untuk mewakili ketidakpastian dalam pengambilan keputusan. Terdapat beberapa alasan mengapa logika *fuzzy* digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan, antara lain (Kusumadewi & Purnomo, 2004):

1. Logika *fuzzy* menggunakan konsep matematis sebagai dasar dalam penalaran *fuzzy* yang mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel dan memberikan toleransi pada *input* data yang tidak akurat.

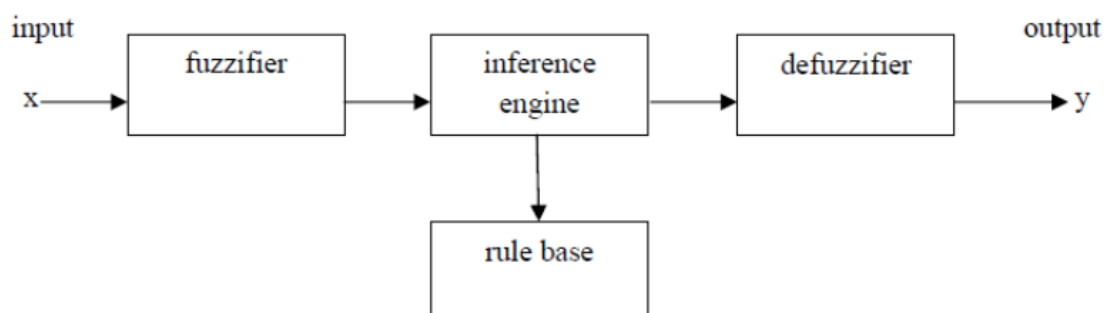


3. Fungsi non-linear yang sangat rumit dapat diubah menjadi model dengan menggunakan logika *fuzzy*, sehingga keahlian para ahli dapat digunakan dengan segera dan tanpa memerlukan pelatihan.
4. Logika *fuzzy* bekerja bersama dengan sejumlah strategi pengendalian tradisional yang didasarkan pada bahasa alami.

### 2.2.13 Fuzzy Inference System (FIS)

*Fuzzy Inference System* (FIS) merupakan struktur komputasi yang sering digunakan dengan konsep teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* "if-then", dan penalaran *fuzzy*. FIS telah berhasil diterapkan dalam berbagai bidang, seperti kontrol otomatis, klasifikasi data, analisis keputusan, sistem pakar, dan visi komputer. Konseptual dasar FIS terdiri dari tiga komponen, yaitu basis aturan, basis data, dan mekanisme penalaran (Zimmermann, 2011).

*Fuzzy Inference System* (FIS) juga dapat merumuskan *input* tegas sebagai *fuzzy* singularitas untuk menghasilkan *output* berupa himpunan *fuzzy*. Pemetaan *nonlinear* dilakukan FIS mulai dari data masukan vektor hingga keluaran skalar. Fungsi keanggotaan *input* dan *output*, operator *fuzzy*, aturan *fuzzy if-then*, agregasi himpunan *output*, dan defuzzifikasi semuanya terlibat dalam proses pemetaan ini (J. Rindengan & A.R. Langi, 2019). Representasi model FIS dapat dilihat pada Gambar 2.1:



Gambar 2.1 Model *Fuzzy Inference System*

Sumber: (J. Rindengan & A.R. Langi, 2019)

Model *Fuzzy Inference System* (FIS) memiliki tiga komponen utama untuk membangun sistem berdasarkan aturan *fuzzy* yang merupakan suatu interval numerik dalam variabel linguistik. Tiga komponen utama pada model FIS, yaitu (Rafie et al. , 2015):

1. *Fuzzifier*

Fuzzifier merupakan pengelompokkan basis penilaian para ahli untuk diterjemahkan ke dalam bilangan fuzzy berupa nilai linguistik yang ditentukan berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan.

## 2. *Inference Engine*

*Inference Engine* merupakan penalaran basis pengetahuan menggunakan fungsi implikasi dalam bentuk aturan *if-then*. Aturan *if-then* mengasumsikan “jika  $x$  adalah  $A$  maka  $y$  adalah  $B$ ”, dimana nilai  $A$  dan  $B$  merupakan nilai linguistik yang ditentukan oleh himpunan fuzzy set  $X$  dan  $Y$ .

## 3. *Defuzzifier*

*Defuzzifier* merupakan penegasan yang dilakukan untuk mengubah nilai *output fuzzy* menjadi nilai *crisp* berdasarkan fungsi keanggotaan variabel *output*.

FIS memiliki kemampuan untuk menyesuaikan berbagai keadaan, sehingga dapat diimplementasikan ke dalam segala macam bidang. Implementasi dilakukan menggunakan beberapa metode, antara lain (Kusumadewi & Purnomo, 2004):

### 1. Metode Tsukamoto

Metode tsukamoto adalah metode menginterpretasikan aturan *if-then* ke dalam suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Implikasi dari setiap aturan akan menghasilkan nilai *crisp* menggunakan defuzzifikasi rata-rata terpusat.

Metode tsukamoto menggunakan konjungsi operasi himpunan AND, sehingga nilai *output* keanggotaan *fuzzy* dihasilkan dari irisan *input* keanggotaan *fuzzy*. Contohnya, terdapat 2 variabel *input*,  $V1(x)$  dan  $V2(x)$ , serta variabel *output*  $V3(z)$ .  $V1$  terbagi menjadi himpunan  $A1$  dan  $A2$  dan  $V2$  terbagi menjadi himpunan  $B1$  dan  $B2$ , sedangkan *output*  $V3$  terbagi menjadi himpunan  $C1$  dan  $C2$  yang harus monoton. Aturan yang digunakan yaitu:

$$[R1] \text{ IF } (x \text{ is } A1) \text{ and } (y \text{ is } B2) \text{ THEN } (z \text{ is } C1)$$

$$[R2] \text{ IF } (x \text{ is } A2) \text{ and } (y \text{ is } B1) \text{ THEN } (z \text{ is } C2)$$

### 2. Metode Mamdani

Metode mamdani atau dikenal dengan metode max-min adalah metode yang memerlukan 4 tahapan untuk menghasilkan *output* keanggotaan *fuzzy*, yaitu:

#### a. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Pembentukan himpunan *fuzzy* merupakan langkah pertama untuk mencapai derajat kemiripan antara *input fuzzy* dengan himpunan *fuzzy* yang dijelaskan pada setiap aturan *fuzzy* yang dibentuk.

b. Aplikasi Fungsi Implikasi

Aplikasi fungsi implikasi yang digunakan adalah min, dimana implikasi *fuzzy* dilakukan berdasarkan pada kekuatan dari himpunan *fuzzy* yang terdefinisi untuk masing-masing variabel *output* dari setiap aturan

c. Komposisi Aturan

Komposisi aturan dalam metode mamdani tidak monoton seperti metode tsukamoto, dimana pembentukan aturan didapatkan dari kumpulan maupun hubungan antar aturan. Terdapat 3 metode yang digunakan dalam melakukan komposisi aturan fuzzy, yaitu:

- Maximum(max), metode ini menentukan himpunan *fuzzy* dengan cara mengambil nilai maksimum dari aturan *fuzzy* yang kemudian akan memodifikasi daerah *fuzzy* dan mengaplikasikan *output* menggunakan operator (OR).
- Additive(sum), metode ini menentukan himpunan *fuzzy* dengan cara melakukan *bounded-sum* terhadap semua output daerah *fuzzy*.
- Probabilistik (OR), metode ini menentukan himpunan *fuzzy* dengan cara melakukan *product* pada seluruh output daerah *fuzzy*.

d. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah tahapan untuk menentukan output berupa bilangan pada domain himpunan *fuzzy* kriteria tertentu, sehingga dapat menghasilkan nilai *crisp*. Terdapat beberapa metode untuk menentukan komposisi aturan mamdani, yaitu (Kusumadewi & Purnomo, 2004):

- Metode centroid, metode ini menentukan nilai *crisp* dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*.
- Metode bisektor, metode ini menentukan nilai *crisp* dengan cara mengambil nilai domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*.
- Metode *Mean of Maximum* (MOM), metode ini menentukan nilai *crisp* dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

- Metode *Largest of Maximum* (LOM), metode ini menentukan nilai *crisp* dengan cara mengambil nilai tertinggi pada domain nilai keanggotaan maksimum.
- Metode *Smallest of Maximum* (SOM), metode ini menentukan nilai *crisp* dengan cara mengambil nilai terendah pada domain nilai keanggotaan maksimum.

### 3. Metode Sugeno

Metode sugeno merupakan metode yang serupa dengan metode mamdani, hanya berbeda pada *output* yang dihasilkannya berupa konstanta atau persamaan linear.

Model pada metode sugeno dibedakan menjadi dua metode, yaitu:

#### a. Model Orde Nol

Model orde nol secara umum berbentuk:

IF ( $X_1$  adalah  $A_1$ ) · ( $X_2$  adalah  $A_2$ ) · ( $X_3$  adalah  $A_3$ ) · ..... · ( $X_n$  adalah  $A_n$ ) THEN  $z=k$ , dimana  $A_i$  adalah himpunan *fuzzy* ke -i sebagai *input* dan  $k$  adalah konstanta tegas sebagai *output*.

#### b. Model Orde satu

Model orde satu secara umum berbentuk:

IF ( $x_1$  adalah  $A_1$ ) · ( $x_2$  adalah  $A_2$ ) · ( $x_3$  adalah  $A_3$ ) · ..... · ( $X_n$  adalah  $A_n$ ) THEN  $z = p_1x_1 + p_2x_2 + \dots + p_nx_n + k$ , dimana  $A_i$  adalah himpunan *fuzzy* ke -i sebagai *input* dan  $p_i$  merupakan *output* ke-i dan  $q$  merupakan konstanta dalam *output* yang dihasilkan

Berdasarkan pemaparan ketiga metode yang dapat digunakan pada FIS, namun ketiga metode tersebut terdapat perbedaan beberapa perbedaan dalam kegunaannya. Perbedaan ketiga metode tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.6.

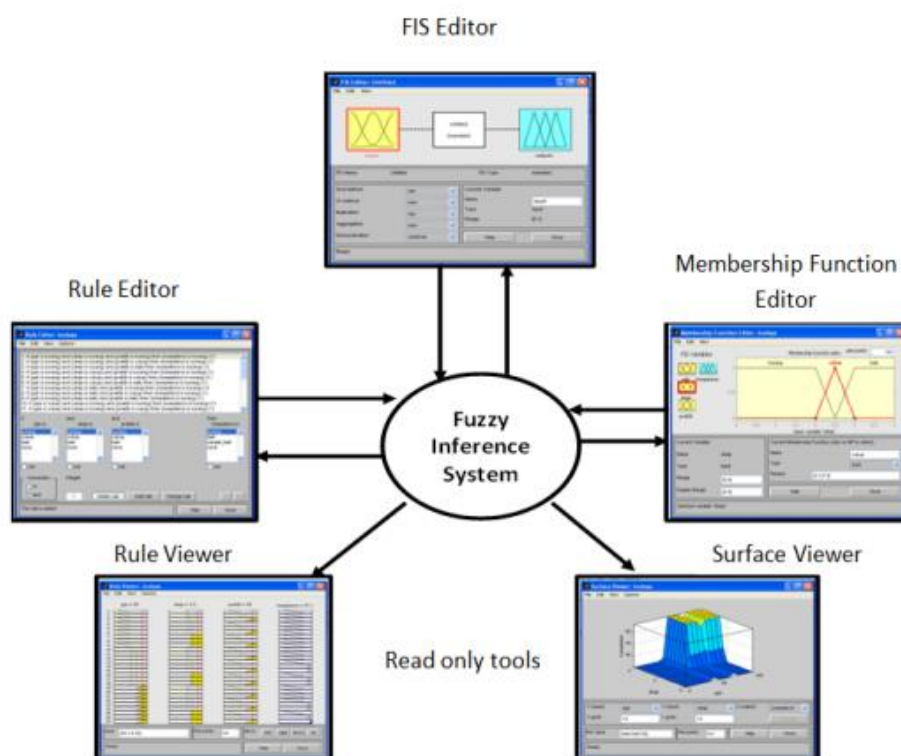
Tabel 2.6 Perbedaan Metode *Fuzzy Inference System*

Metode	Input	Output	Defuzzifikasi
Tsukamoto	Himpunan Fuzzy	Himpunan Fuzzy	Rata-rata terpusat ( <i>weight average</i> )
Mamdani	Himpunan Fuzzy	Himpunan Fuzzy	Centroid, bisektor, MOM, LOM, dan SOM
Sugeno	Himpunan Fuzzy	Konstanta atau persamaan linear	Rata-rata terpusat ( <i>weight average</i> )

Sumber: (Kusumadewi & Purnomo, 2004)

### 2.2.14 Toolbox Fuzzy Aplikasi Matlab

Aplikasi Matlab memberikan fasilitas berupa *Graphical User Interface* (GUI) untuk mempermudah pendefinisian logika *fuzzy* dalam membangun sistem *fuzzy*. *Graphical User Interface* (GUI) terbagi menjadi 5 bagian sesuai fungsinya masing-masing, antara lain: FIS editor, *membership function editor*, *rule editor*, *rule viewer*, dan *surface viewer* (Pudjo Widodo & Trias Handayanto, 2012). Tampilan GUI pada aplikasi Matlab dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Tampilan *Graphical User Interface* (GUI)

Sumber: (Pudjo Widodo & Trias Handayanto, 2012)

Berdasarkan Gambar 2.2, penjelasan dari masing-masing tampilan *Graphical User Interface* (GUI) sebagai berikut (Kusumadewi, 2002):

1. *FIS Editor*

*FIS editor* adalah tampilan yang menampilkan informasi tentang sistem fuzzy yang akan digunakan dan menentukan variabel *input* dan *output*.

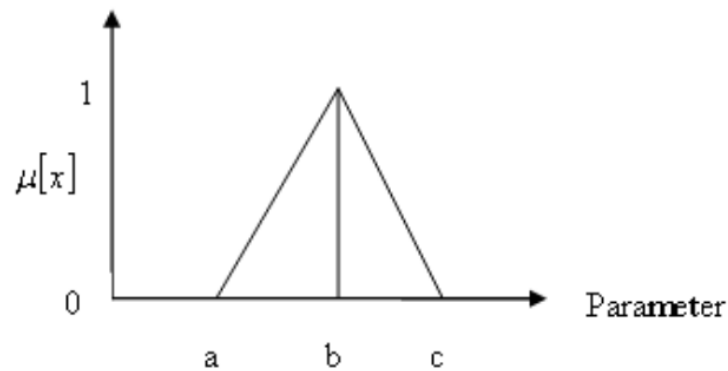
2. *Membership Function Editor*

*Membership function editor* adalah tampilan yang digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* pada setiap variabel *input* maupun *output*.

Fungsi keanggotaan yang disediakan oleh aplikasi Matlab untuk menentukan himpunan fuzzy, antara lain:

a. Trimf

Fungsi keanggotaan ini berguna untuk membuat fungsi keanggotaan menggunakan 3 parameter [a,b,c] dalam kurva berbentuk segitiga.



Gambar 2.3 Fungsi Keanggotaan Segitiga

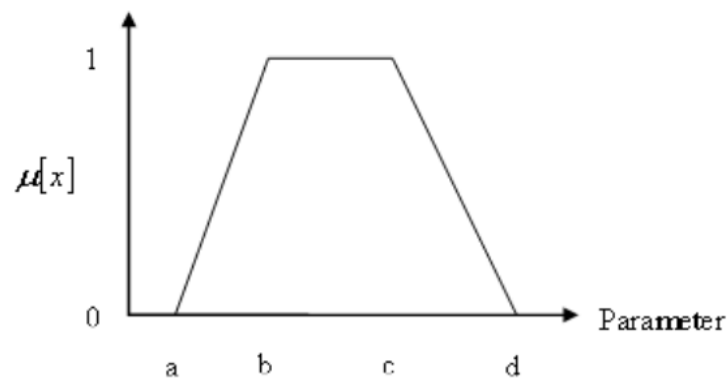
Sumber: (Kusumadewi, 2002)

Fungsi keanggotaan dari kurva bentuk segitiga adalah sebagai berikut:

$$f(x; a, b, c) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & b \leq x \leq c \\ 0; & x \geq c \end{cases}$$

b. Trapmf

Fungsi keanggotaan ini berguna untuk membuat fungsi keanggotaan menggunakan 4 parameter [a,b,c,d] dalam kurva bentuk trapesium.



Gambar 2.4 Fungsi Keanggotaan Trapesium

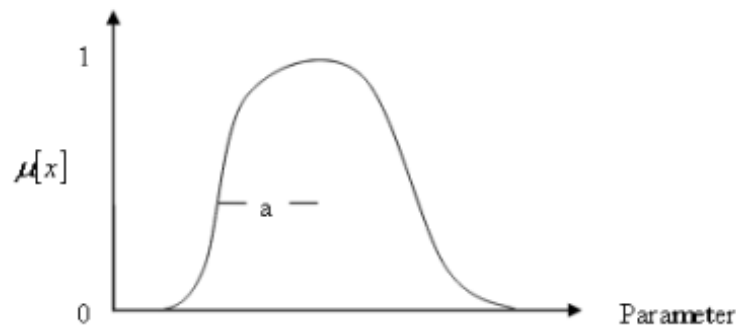
Sumber: (Kusumadewi, 2002)

Fungsi keanggotaan dari kurva bentuk trapesium adalah sebagai berikut:

$$f(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{c-x}{c-b} & c \leq x \leq d \\ 0; & x \geq d \end{cases}$$

c. Gbellmf

Fungsi keanggotaan ini digunakan untuk membuat fungsi keanggotaan menggunakan 3 parameter [a,b,c] dalam kurva bentuk lonceng yang terbagi menjadi 3 kelas, yaitu PI, beta, dan gauss.



Gambar 2.5 Fungsi Keanggotaan Lonceng

Sumber: (Kusumadewi, 2002)

Fungsi keanggotaan dari kurva bentuk lonceng adalah sebagai berikut:

$$f(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}}$$

3. *Rule Editor*

*Rule editor* adalah tampilan yang digunakan untuk memasukkan, mengubah, maupun menghapus aturan-aturan *fuzzy* yang telah dibuat.

4. *Rule Viewer*

*Rule viewer* adalah tampilan yang digunakan untuk melihat alur penalaran *fuzzy*, dimana terdapat pemetaan *input* yang diberikan pada setiap variabel, penggunaan fungsi implikasi, komposisi aturan *fuzzy*, dan penentuan *output* sesuai dengan metode defuzzifikasi yang digunakan.

5. *Surface Viewer*

*Surface Viewer* adalah tampilan yang digunakan untuk melihat pemetaan antar variabel *input* dan variabel *output*.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Subjek Penelitian**

Subjek pada penelitian ini adalah Divisi Produksi PT Artha Mas Graha Andalan yang memantau perkembangan perjalanan produksi, memberikan tugas kepada sub-kontraktor, dan mengevaluasi kinerja sub-kontraktor.

#### **3.2 Objek Penelitian**

Penelitian ini menggunakan objek risiko yang terjadi pada jaringan rantai pasok proses fabrikasi baja mencakup proses persiapan, penyediaan bahan baku, produksi barang, pengiriman barang, dan pengembalian barang. Penelitian ini difokuskan untuk memberikan usulan perbaikan risiko pada jaringan rantai pasok proses fabrikasi baja dan meningkatkan produktivitas kegiatan produksi perusahaan.

#### **3.3 Jenis Data**

Penelitian ini menggunakan dua jenis data yang berbeda, yaitu data primer dan sekunder. Penjelasan secara rinci terkait 2 jenis data adalah sebagai berikut:

1. **Data Primer**

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui observasi dan wawancara langsung dengan sumber dan ahli, yang berfungsi sebagai sarana untuk memperoleh informasi. Informasi yang diperoleh berupa kejadian risiko dan penyebab risiko dalam jaringan rantai pasok fabrikasi baja PT Artha Mas Graha Andalan.

2. **Data Sekunder**

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang diperoleh secara tidak langsung berasal dari jurnal, buku, maupun artikel sesuai dengan topik penelitian. Data sekunder menjadi pendukung data primer dalam melakukan identifikasi masalah, mengkaji literatur penelitian terdahulu, dan melakukan proses analisis data.



### 3.4 Metode Pengumpulan Data

Terdapat 4 macam metode yang digunakan dalam mengumpulkan data yang akan digunakan melakukan penelitian, yaitu:

1. Observasi

Observasi adalah sebuah proses mengamati suatu objek secara langsung. Metode ini bertujuan untuk melakukan pengumpulan data risiko jaringan rantai pasok proses fabrikasi baja dalam periode waktu tertentu dengan melihat langsung kegiatannya. Hasil yang didapatkan dari melakukan ini adalah memperoleh data yang berkaitan dengan objek penelitian.

2. Wawancara

Wawancara adalah kegiatan percakapan yang dilakukan secara langsung oleh dua orang atau lebih dengan seorang narasumber. Metode ini mengumpulkan data melalui sesi tanya jawab secara langsung dengan pemangku kepentingan yang terlibat dalam jaringan rantai pasok fabrikasi baja dan bertujuan untuk memperoleh data mengenai kejadian risiko dan sumber terjadinya risiko yang dialami perusahaan.

3. Kuesioner

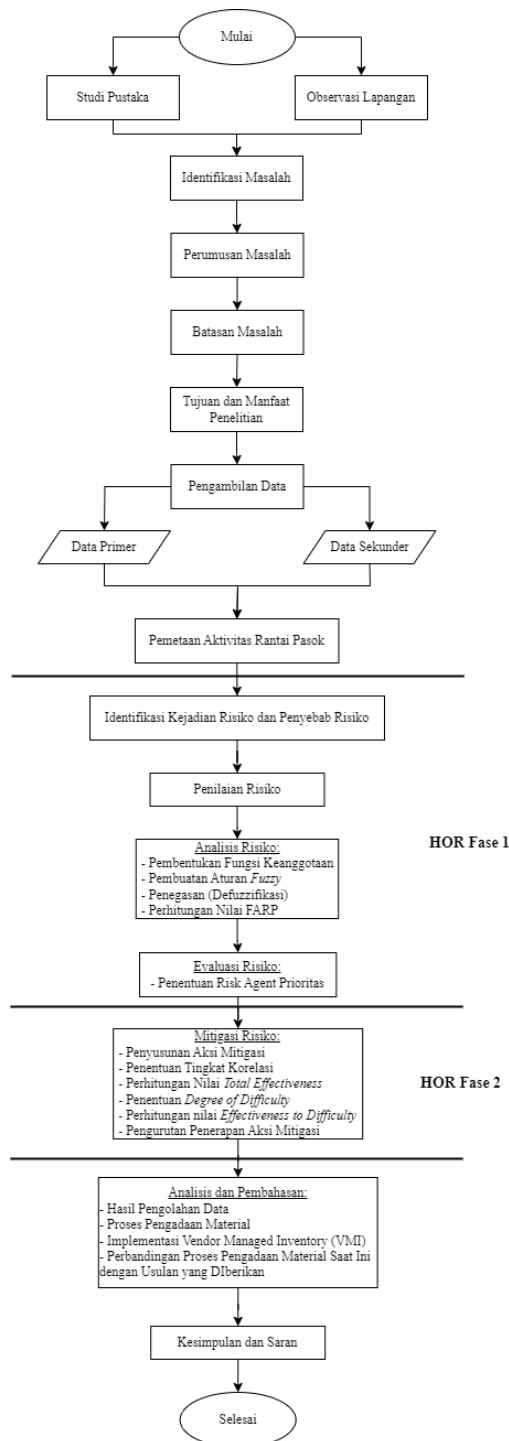
Kuesioner adalah pertanyaan yang diajukan kepada responden. Metode ini bertujuan untuk memperoleh informasi berupa data dilakukan dengan memberikan daftar pertanyaan kuantitatif secara langsung kepada responden sebagai *expert* dalam menilai risiko serta mengidentifikasi tingkat risiko yang terjadi di jaringan rantai pasok proses fabrikasi baja.

4. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah kegiatan meninjau literatur dengan menggunakan seperangkat teori yang berhubungan dengan topik penelitian. Metode ini bertujuan untuk mengumpulkan data berdasarkan informasi dari berbagai macam literatur yang sesuai pada permasalahan yang terdapat pada penelitian ini.

### 3.5 Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan uraian langkah-langkah yang menggambarkan urutan penelitian secara terstruktur, sehingga penelitian dapat dilakukan dengan melibatkan seluruh aspek metodologi dan menghasilkan nilai yang signifikan dalam mencapai tujuan penelitian dengan efektif dan efisien. Alur penelitian digambarkan menggunakan diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 3.1, penjelasan dari setiap tahapan pada alur penelitian adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Studi Pustaka adalah tahapan pengumpulan data yang relevan dengan topik penelitian dari buku, jurnal, dan artikel penelitian sebelumnya. Dibutuhkan teori yang berkaitan dengan pengurangan risiko rantai pasok melalui penggunaan metode *House of Risk (HOR)*, *Intuitionistic Fuzzy Set (IFS)*, dan *Fuzzy Inference System (FIS)*.

2. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk melihat secara langsung situasi perusahaan saat ini, membayangkan lingkungan bisnis, dan mengidentifikasi tantangan perusahaan.. Observasi lapangan juga mencakup wawancara dengan orang-orang yang terkait dengan topik penelitian.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan mengkarakterisasi masalah yang dihadapi perusahaan dengan memahami keseluruhan permasalahan yang terjadi. Untuk mencari risiko pada rantai pasok perusahaan, tahapan ini akan berfokus pada subjek penelitian yaitu Divisi Produksi PT Artha Mas Graha Andalan.

4. Perumusan Masalah

Perumusan masalah adalah tahapan penting dalam menentukan pertanyaan dari masalah yang relevan dan penting untuk diselesaikan. Permasalahan yang krusial dapat mengganggu tujuan perusahaan memerlukan evaluasi serta penelitian lebih lanjut.

5. Batasan Masalah

Batasan masalah adalah tahapan untuk mendefinisikan dengan jelas parameter topik yang akan dieksplorasi. Dengan adanya batasan tersebut, peneliti dapat berfokus pada aspek-aspek yang relevan dan tidak terjadi perluasan yang tidak terkendali.

6. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dan Manfaat Penelitian adalah tahapan untuk menjawab pertanyaan dari perumusan masalah sebagai tujuan dalam mencapai target yang ditentukan di dalam penelitian ini dan memberikan kontribusi kepada pihak yang bersangkutan dalam mengembangkan teori maupun wawasan yang dibahas dalam penelitian ini

## 7. Pengambilan Data

### a. Data Primer

Data yang diperoleh secara langsung melalui wawancara secara langsung kepada manajer produksi PT Artha Mas Graha Andalan. Data primer yang diperoleh adalah jaringan rantai pasok fabrikasi baja beserta risiko yang terjadi.

### b. Data Sekunder

Data berupa rumus-rumus yang akan digunakan dalam perhitungan proses pengolahan data, kategori tiap faktor penilaian, dan pengelolaan menggunakan teknik *fuzzy*.

## 8. Pemetaan Aktivitas Rantai Pasok

Pemetaan aktivitas rantai pasok adalah tahap yang dilakukan untuk mengelompokkan seluruh aktivitas yang dapat mewakili keadaan tertentu. Tahapan ini risiko-risiko yang timbul pada jaringan rantai pasok proses fabrikasi baja akan dipetakan menggunakan model SCOR terdiri dari aktivitas *plan*, *source*, *make*, *delivery*, dan *return* agar mempermudah tahap identifikasi risiko.

## 9. Identifikasi Kejadian Risiko dan Penyebab Risiko

Tahapan ini melakukan proses pencarian data risiko yang timbul pada jaringan rantai pasok proses fabrikasi baja. Tahapan ini dilakukan melalui wawancara kepada Manajer Produksi PT Artha Mas Graha Andalan yang bertanggung jawab atas seluruh kegiatan fabrikasi.

## 10. Penilaian Risiko

Penilaian risiko merupakan tahapan dalam mengukur tingkat keparahan (*severity*), tingkat frekuensi terjadinya risiko (*occurrence*), dan tingkat korelasi (*correlation*) *risk event* dengan *risk agent*. Penilaian risiko dilakukan dengan mengajukan beberapa pertanyaan kuantitatif dalam bentuk kuesioner kepada responden yang dianggap sebagai ahli. Responden yang digunakan dalam menilai risiko adalah:

### a. Responden 1

Nama : Rizky Wira Pradata

Jabatan : Direktur

Divisi : Operasional

Lama Bekerja : 6 tahun

### b. Responden 2

Nama : Supartono  
 Jabatan : Manajer  
 Divisi : Produksi  
 Lama Bekerja : 11 tahun

#### 11. Analisis Risiko

Analisis risiko adalah tahapan untuk untuk menerjemahkan nilai tingkat keparahan kejadian risiko, nilai tingkat frekuensi kemunculan penyebab risiko, tingkat hubungan ke dalam bilangan *fuzzy* dengan pendekatan *Intuitionistic Fuzzy Set* (IFS) menggunakan *Fuzzy Inference System* (FIS) serta melakukan perhitungan nilai *Fuzzy Aggregate Risk Potential* (FARP). Terdapat 3 langkah dalam melakukan analisis risiko, antara lain:

##### a. Pembentukan *Fuzzy* Keanggotaan

Pembentukan fungsi keanggotaan merupakan langkah yang mengembangkan pengaplikasian matematis dalam pengembangan penilaian risiko menjadi bilangan *fuzzy* menggunakan *rating* pada setiap faktor penilaian *input* serta *output*. *Rating* dari setiap faktor penilaian dapat dilihat pada tabel Berikut merupakan *rating* dari masing-masing faktor penilaian:

Tabel 3.1 *Rating* Bilangan *Fuzzy Severity*

Tingkat Keparahan	Keterangan	Bilangan Fuzzy ( $\mu, \gamma, \pi$ )
Tidak ada (N)	Tidak ada efek berarti untuk pelanggan Risiko tidak memiliki pengaruh Komplain hanya diberikan oleh pelanggan	(1, 1, 2)
Sangat Minor (SM)	tertentu Ketentuan produk tidak sesuai dengan pesanan tetapi diterima oleh pelanggan Sebagian pelanggan menyadari kecacatan pada produk	(1, 2, 3)
Minor (M)	Ketentuan produk tidak sesuai dengan pesanan tetapi diterima oleh pelanggan	(2, 3, 4)
Sangat Rendah (SR)	Pelanggan secara umum menyadari <i>defect</i> dan kemungkinan dikembalikan	(3, 4, 5)

Tabel 3.1 *Rating Bilangan Fuzzy Severity*

<b>Tingkat Keparahan</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Bilangan Fuzzy (<math>\mu, \gamma, \pi</math>)</b>
Rendah (R)	Ketentuan produk tidak sesuai dengan pesanan tetapi diterima oleh pelanggan	(4, 5, 6)
	Produk cacat tidak mempengaruhi proses berikutnya	
Sedang (S)	Produk dapat beroperasi tetapi tidak sesuai dengan ketentuan yang diminta	(5, 6, 7)
	Produk cacat 1-2 mempengaruhi proses berikutnya	
Tinggi (T)	Terdapat gangguan minoritas pada lini produksi	(6, 7, 8)
	Produk cacat 3-4 mempengaruhi proses berikutnya	
Sangat Tinggi (ST)	Terdapat gangguan minoritas pada lini produksi	(7, 8, 9)
	Produk cacat 4-6 mempengaruhi proses berikutnya	
Bahaya dengan peringatan	Terdapat gangguan major pada lini produksi	(8, 9, 10)
	Menghasilkan produk yang membahayakan pelanggan	
Bahaya tanpa peringatan	Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah	(9, 10, 10)
	Menghentikan pengoperasian sistem produksi	
	Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah	

Sumber:(Wang et al., 2009)

Tabel 3.2 *Rating Bilangan Fuzzy Occurrence*

<b>Probabilitas Kejadian</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Bilangan Fuzzy (<math>\mu, \gamma, \pi</math>)</b>
Sangat Rendah	Jarang terjadinya risiko yang terjadi dalam proses produksi	1 dari 1.500.000	(1, 1, 2)

Tabel 3.2 *Rating Bilangan Fuzzy Occurrence*

<b>Probabilitas Kejadian</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Bilangan Fuzzy (<math>\mu, \gamma, \pi</math>)</b>
Rendah	Risiko yang terjadi berkaitan dengan proses	1 dari 150.000	(1, 2, 3, 4)
		1 dari 15.000	
Sedang	Risiko yang terjadi tidak pada jumlah yang besar	1 dari 2.000	(3, 4, 6, 7)
		1 dari 400	
Tinggi	Risiko yang terjadi dalam jumlah yang besar	1 dari 80	(6, 7, 8, 9)
		1 dari 20	
Sangat Tinggi	Penyebab risiko tidak dapat dihindari	1 dari 8	(8, 9, 10, 10)
		1 dari 3	

Sumber:(Wang et al., 2009)

Tabel 3.3 *Rating Bilangan Fuzzy Correlation*

<b>Nilai</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Bilangan Fuzzy (<math>\mu, \gamma, \pi</math>)</b>
0	Tidak adanya hubungan	(0, 0, 0)
1	Terdapat hubungan yang sangat rendah	(1, 1, 3)
3	Terdapat hubungan yang rendah	(1, 3, 5)
5	Terdapat hubungan yang sedang	(3, 5, 7)
7	Terdapat hubungan yang tinggi	(5, 7, 9)
9	Terdapat hubungan yang sangat tinggi	(7, 9, 9)

Sumber:(Wang et al., 2009)

Tabel 3.4 *Rating Bobot Kepentingan Hasil*

<b>Bobot Kepentingan</b>	<b>Bilangan Fuzzy (<math>\mu, \gamma, \pi</math>)</b>
Sangat	(0, 0.0, 0.25)

Rendah	
Rendah	(0, 0.25, 0.50)
Sedang	(0.25, 0.50, 0.75)
Tinggi	(0.50, 0.75, 1)
Sangat Tinggi	(0.75, 1, 1)

Sumber: (Wang et al., 2009)

b. Pembuatan Aturan Fuzzy

Aturan *fuzzy* digunakan untuk membuat aturan pada himpunan *fuzzy* menggunakan konjungsi “*if-then*”, sehingga himpunan *fuzzy* memiliki aturan didalamnya dan berdampak pada *output* yang dihasilkan.

c. Penegasan (Defuzzifikasi)

Defuzzifikasi adalah tahapan yang dilakukan untuk menghasilkan nilai pasti dari nilai fuzzy yang dihasilkan oleh 2 responden. Metode defuzzifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Mean of Maximum* (MOM).

12. Evaluasi Risiko

Evaluasi risiko adalah tahapan mengurutkan nilai FARP untuk mengidentifikasi *risk agent* yang menjadi prioritas. dengan menggunakan diagram pareto.

13. Mitigasi Risiko

Mitigasi risiko adalah tahap akhir dari HOR fase 2 yang memberikan usulan aksi pencegahan risiko berdasarkan *risk agent* prioritas yang memiliki kategori tinggi maupun sangat tinggi sehingga diperlukan untuk dilakukan pencegahan segera. Dalam tahap mitigasi terdapat beberapa langkah untuk menentukan nilai *Effectiveness to Difficult* (ETDk). Berikut merupakan langkah-langkah dalam menentukan nilai *Effectiveness to Difficult* (ETDk):

- a. Menyusun aksi mitigasi berdasarkan *risk agent* prioritas
- b. Menghitung tingkat korelasi (E) antara aksi mitigasi dengan *risk agent* prioritas menggunakan kriteria penilaian yang terdapat pada Tabel 2.4.
- c. Menghitung nilai *Total Effectiveness* (TEk) pada setiap aksi mitigasi menggunakan persamaan .....(2.2).
- d. Melakukan penilaian tingkat derajat kesulitan (Dk) dan melakukan perubahan nilai tingkat derajat kesulitan menjadi bilangan *fuzzy*. Melakukan perhitungan nilai *Effectiveness To Difficulty* (ETDk) menggunakan persamaan .....(2.3).



14. Analisis dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan adalah tahapan untuk menganalisis data yang telah diolah dan memaparkan pembahasan mengenai strategi mitigasi risiko prioritas yang diberikan kepada perusahaan sebagai bahan pertimbangan dalam memberikan rekomendasi.

15. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan adalah tahapan yang dilakukan untuk menjawab tujuan penelitian sesuai hasil pengolahan dan analisis data sehingga tujuan yang diinginkan pada penelitian ini dapat tercapai. Saran adalah tahapan yang dilakukan untuk memberikan usulan mitigasi risiko yang diajukan kepada perusahaan sebagai bahan pertimbangan untuk memperbaiki proses fabrikasi baja kedepannya dan memberikan masukan untuk peneliti selanjutnya.

**BAB IV**

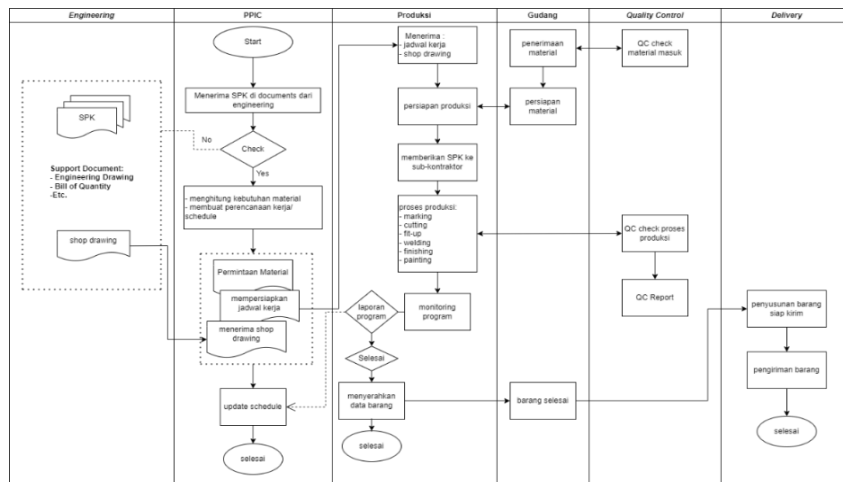
**PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

**4.1 Pengumpulan Data**

4.1.1 Jaringan Rantai Pasok Fabrikasi Baja

Pertama kali didirikan pada tanggal 23 Agustus 2007, CV Artha Mas Andalan merupakan perusahaan konstruksi dan restorasi bangunan yang bergerak di bidang konstruksi baja. Pada tanggal 30 Mei 2011, perusahaan berubah nama menjadi PT Artha Mas Graha Andalan. PT Artha Mas Graha Andalan merupakan suatu badan usaha yang bergerak di bidang jasa fabrikasi dan konstruksi baja. Dengan mempraktikkan, memelihara, memperluas sistem manajemen terpadu yang sesuai dengan standar industri nasional, dan menjaga nilai-nilai profesionalisme, pengabdian, menjaga kualitas, serta peduli terhadap keselamatan pekerja.

PT Artha Mas Graha Andalan merupakan sebuah perusahaan yang didirikan oleh Budi Harta Winata. Nama "Artha Mas" diambil dari nama pemilik perusahaan yang menurut Bahasa sansekerta Artha adalah makna, arti, atau maksud. Kata "Graha" mengacu pada gedung-gedung indah yang menunjukkan pada kualitas dan estetika. Kata "Andalan" menggambarkan tekad perusahaan untuk menjadi pilihan utama dan dipercaya oleh banyak orang. Dengan demikian, PT Artha Mas Graha Andalan bertujuan untuk menjadi perusahaan unggul di mata orang-orang. PT Artha Mas Graha Andalan mempunyai motto perusahaan yaitu “utamakan solat dan keselamatan kerja”.



Gambar 4.1 Jaringan Rantai Pasok Fabrikasi Baja

Sumber: PT Artha Mas Graha Andalan

Jaringan rantai pasok PT Artha Mas Graha Andalan dimulai dari Divisi *Engineering* yang membuat gambar detail mengenai kebutuhan material yang digunakan dan total bobot barang yang diinginkan oleh pelanggan. Setelah gambar atau sketsa disetujui oleh pelanggan, maka diproses oleh Divisi *Product Planning and Inventory Control* (PPIC) untuk menghitung kebutuhan material dan membuat rencana kerja (*schedule*).

PT Artha Mas Graha Andalan menggunakan sistem *make to order*, sehingga bahan baku akan didatangkan setelah menerima pesanan dari pelanggan. Bahan baku yang diperlukan dilakukan pemesanan oleh Divisi *Purchasing* sesuai dengan spesifikasi dan jumlah yang ditentukan. Divisi Gudang melakukan pengecekan jumlah barang yang datang serta persiapan material yang akan digunakan untuk proses produksi. Untuk memastikan berat dan dimensi material yang datang telah sesuai, Divisi PPIC juga terlibat dalam proses pengadaan material.

Aktivitas produksi diawali dengan dengan diterimanya jadwal kerja dan *shop drawing* yang diberikan oleh Divisi PPIC kepada Divisi Produksi. Dilanjutkan dengan pemberian Surat Perintah Kerja (SPK) kepada sub kontraktor dan aktivitas produksi dimulai dari proses pemotongan, pengelasan, penggabungan, pengelasan, penyelesaian, hingga pewarnaan. Untuk memastikan kualitas barang sesuai dengan pesanan pelanggan, Divisi Produksi mengawasi pekerjaan yang dilakukan oleh subkontraktor dan Divisi *Quality Control* memeriksa barang pada setiap tahap produksi hingga barang akhir diproduksi berdasarkan *shop drawing*.

Setelah memastikan bahwa barang telah selesai diproduksi dan berada di posisi siap kirim, Divisi Produksi memberikan data barang yang akan dikirim kepada Divisi Gudang untuk pembuatan surat jalan. Proses pengiriman barang kepada pelanggan dilakukan oleh Divisi *Delivery*. Divisi *Delivery* akan menentukan jenis kendaraan yang digunakan untuk mengirimkan barang, mengatur penempatan barang di dalam kendaraan, dan memastikan pengiriman barang sampai ke pelanggan.

#### 4.1.2 Klasifikasi Proses

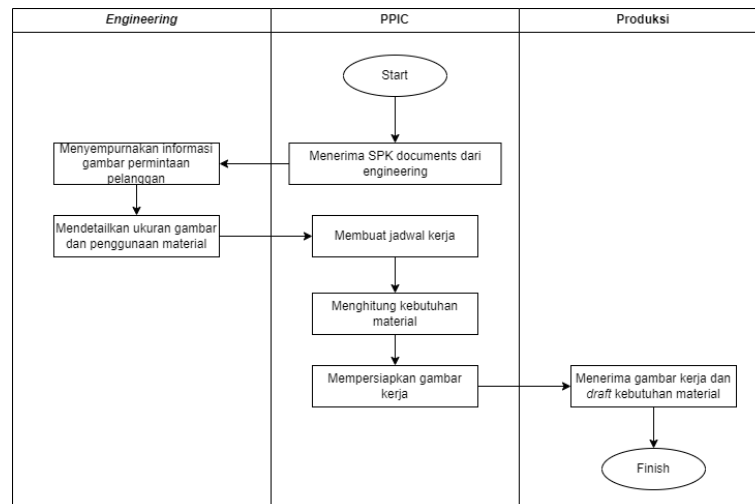
Klasifikasi proses merupakan tahapan penting untuk mengelompokkan dan memahami proses inti pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja di PT Artha Mas Graha Andalan. Proses ini dilakukan berdasarkan model SCOR yang terbagi menjadi 5 proses, yaitu *plan*, *source*, *make*, *deliver*, dan *return*. Setiap proses memiliki karakteristiknya masing-masing sesuai dengan perannya yang akan menghasilkan sebuah bentuk sederhana

untuk mempertajam pembahasan keterkaitan antar proses pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja. Hasil perkembangan spesifikasi dari masing-masing proses yang melibatkan keterkaitan satu proses dengan proses yang lainnya, yaitu:

1. *Plan-Source*

Proses perencanaan (*plan*) dilakukan pembuatan estimasi kebutuhan bahan baku berdasarkan atau permintaan pelanggan dan proyek-proyek yang sedang berjalan. Tahap ini melibatkan analisis permintaan pasar, proyeksi produksi, dan peramalan kebutuhan bahan baku. Selain itu, dilakukannya perencanaan kapasitas produksi dan kebutuhan tenaga kerja untuk memastikan jadwal produksi akan berjalan secara lancar dan efisien.

Proses perencanaan akan matang dibutuhkan sebuah informasi mengenai aset yang tersedia dan kesediaan *raw* material yang akan digunakan. Hal ini mengarah pada integrasi antara proses *plan* dengan *source*, dimana perusahaan dapat merencanakan kebutuhan material untuk proses fabrikasi produksi baja yang memungkinkan perusahaan untuk mempertahankan penyesuaian antara permintaan dan pasokan bahan baku, meningkatkan efisiensi, dan mengoptimalkan kinerja rantai pasok. PT Artha Mas Graha Andalan menerapkan sistem kontrak dengan pemasok untuk mengatur kerjasama pengadaan material yang akan digunakan untuk proses fabrikasi. Dengan adanya sistem kontrak, perusahaan memiliki kepercayaan kepada pemasok dalam menyediakan material secara efektif dan efisien. Sistem kontrak juga membantu perusahaan dalam mengelola risiko, mengurangi biaya yang tidak diperlukan, memperkuat hubungan antara perusahaan dan pemasok, serta menjadi bagian penting dalam mengembangkan strategi bisnis yang berfokus pada tujuan perusahaan. Integrasi antar proses *plan-source* dapat dilihat pada Gambar 4.2.

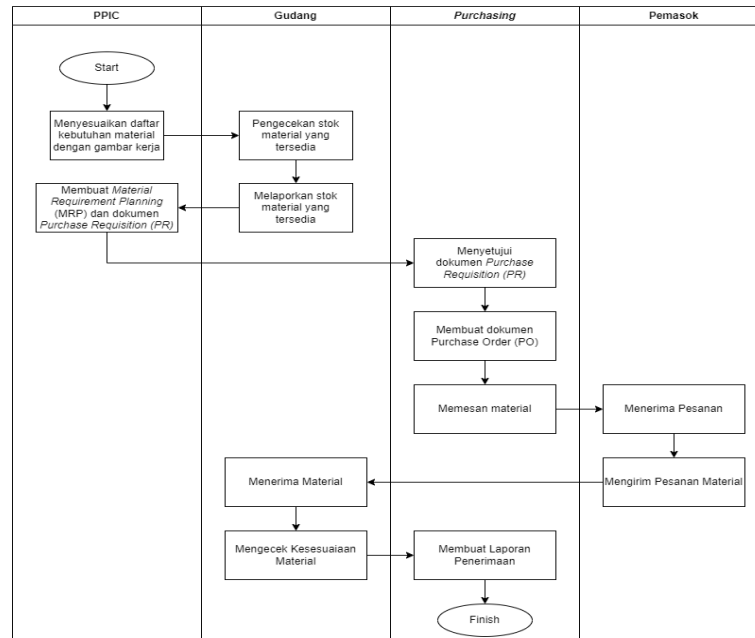
Gambar 4.2 Proses *Plan-Source*

## 2. *Source-Make*

Proses pengadaan (*source*) merupakan tahapan pengadaan bahan baku yang diperlukan untuk proses fabrikasi. Tahapan ini melibatkan identifikasi pemasok yang handal, pengecekan stok material, pemesanan material, dan pengiriman material oleh pemasok. Perusahaan akan memastikan pemasok dapat memberikan *raw material* yang berkualitas tinggi sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan dan jumlah yang memadai.

Proses pengadaan mengacu pada aktivitas pengadaan bahan baku secara teratur dengan mengintegrasikan proses produksi. Bahan baku dalam suatu proses produksi baja merupakan komponen penting untuk menjamin kualitas dan detail produk akhir. Jenis material yang digunakan dalam proses fabrikasi adalah material berbahan dasar baja, seperti *H-Beam*, *Wide Flange (WF)*, *plat*, dan *round bar*. Setiap material memiliki karakteristik dan fungsinya masing-masing. *H-Beam* adalah material berbentuk H yang memiliki ukuran lebar dan panjang yang sama dan seringkali digunakan sebagai struktur penopang suatu bangunan. *WF* merupakan material yang berbentuk sama dengan material *H-Beam*, namun ukuran panjang dan lebarnya tidak sama. *WF* digunakan untuk menghubungkan *H-Beam* satu dengan yang lainnya untuk menyangga struktur bangunan agar tetap kokoh. *Plat* adalah material berbentuk lembaran dan dapat disesuaikan dalam bentuk khusus untuk membuat material *H-Beam* ataupun *WF* yang tidak dimiliki oleh pemasok dalam menyesuaikan bentuk pesanan pelanggan. *Round bar* adalah material berbentuk bulat yang diukur menggunakan satuan diameter dan digunakan untuk memperkuat sambungan pada struktural bangunan.

Oleh sebab itu, pengadaan bahan baku dapat dikoordinasikan dengan baik dengan proses produksi untuk memastikan ketersediaan material yang sesuai dengan waktu yang tepat. Integrasi antara proses *source* dan *make* dapat dilihat pada Gambar 4.3.

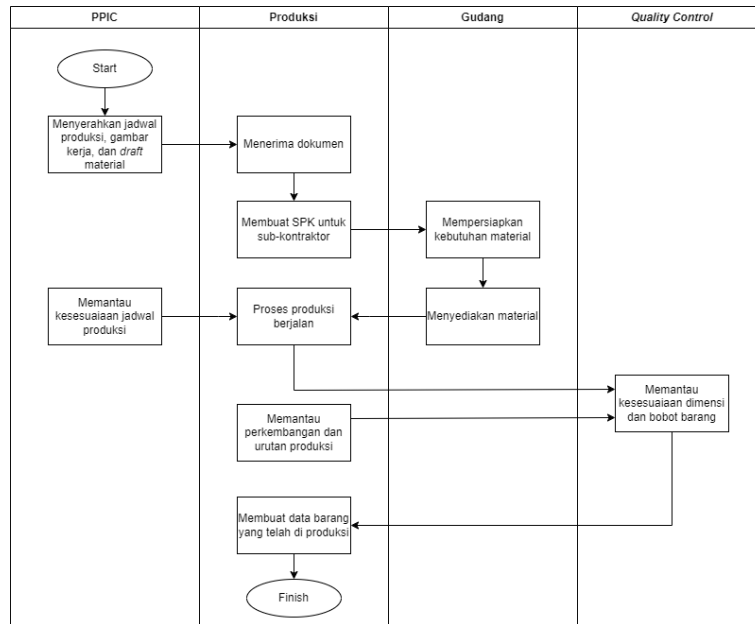


Gambar 4.3 Proses *Source-Make*

### 3. *Make-Make to Order*

Proses pembuatan (*make*) merupakan proses untuk mengubah *raw material* menjadi suatu produk struktur bangunan yang dapat digunakan untuk membangun sebuah infrastruktur. Proses ini melibatkan penyerahan dokumen kebutuhan produksi, material yang digunakan, pemantauan serta pemeriksaan setiap barang yang diproduksi, dan penyerahan data barang hasil produksi.

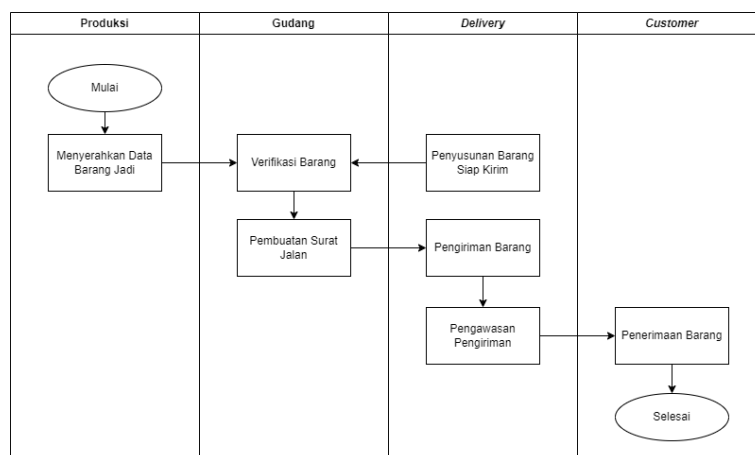
Proses pembuatan di PT Artha Mas Graha Andalan dilakukan berdasarkan permintaan pesanan dari pelanggan (*make to order*), bukan diproduksi untuk stok. Proses ini mencakup langkah-langkah tertentu dalam menetapkan produk berdasarkan spesifikasi pelanggan dan jumlah yang diperlukan sesuai dengan permintaan. Koordinasi yang cermat antara proses produksi, perencanaan, dan pengiriman sangat dibutuhkan dalam menghasilkan suatu produk yang tepat. Integrasi proses *make* dengan *make to order* dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Proses Make-to-Order

4. *Deliver-Make to Order*

Proses pengiriman (*deliver*) merupakan proses untuk pengantaran barang hasil produksi ke *site workshop* atau ke proyek yang sedang dikerjakan. Proses ini melibatkan penyerahan data hasil produksi, persiapan pengiriman, dan pengiriman material. Proses pengiriman barang hasil produksi akan dilakukan berdasarkan spesifikasi pesanan pelanggan (*make to order*) dan dikirim setelah proses fabrikasi selesai. Pengiriman barang akan dilakukan berdasarkan urutan prioritas pengerjaan suatu barang agar barang yang dikirim dapat terpasang pada suatu bangunan dan tidak terbelak. Integrasi antara proses *deliver* dengan *make to order* dapat dilihat pada Gambar 4.5.

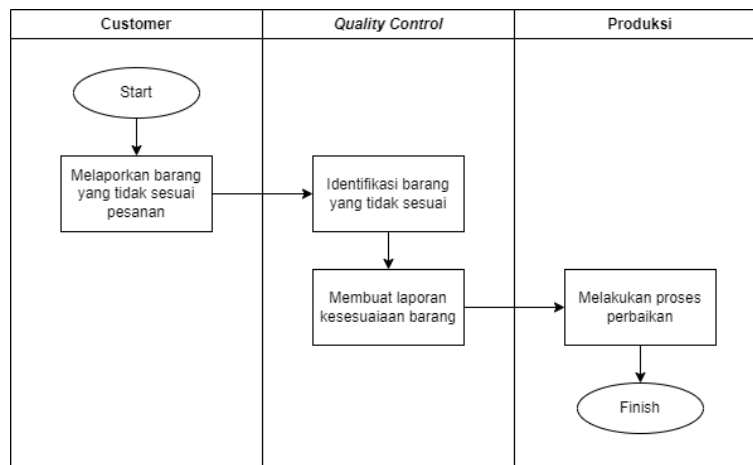


Gambar 4.5 Proses Deliver-Make to Order

5. *Return-Defect Product*

Proses pengembalian (*return*) merupakan proses pengembalian barang yang telah diterima pelanggan ke perusahaan yang disebabkan ketidaksesuaian bentuk maupun ukuran yang dipesan. Proses pengembalian melibatkan proses pelaporan ketidaksesuaian barang, identifikasi barang yang cacat, dan pengerjaan proses perbaikan.

Proses pengembalian berkaitan erat dengan barang cacat (*defect product*), dengan mengelola dan menyelesaikan masalah terkait barang yang tidak memenuhi spesifikasi yang telah disepakati sebelumnya. Upaya berkelanjutan dalam meningkatkan kualitas barang dan kepuasan pelanggan, proses pengembalian menjadi jembatan antara konsumen dengan perusahaan untuk bernegosiasi terhadap masalah produk yang tidak memadai secara efektif. Integrasi antar proses *return* dengan *defect product* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Proses *Return-Defect Product*

#### 4.1.3 Identifikasi Aktivitas Setiap Divisi

Tahap identifikasi aktivitas setiap divisi dilakukan pada divisi yang memiliki kontribusi pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja. Tujuan adanya tahapan ini untuk memudahkan tahap pemetaan risiko. Aktivitas dari setiap divisi yang berkontribusi pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Aktivitas Setiap Divisi

Divisi	Aktivitas ( <i>Job Desk</i> )
<i>Engineering</i>	Menyempurnakan informasi gambar yang diminta pelanggan



Tabel 4.1 Aktivitas Setiap Divisi

Divisi	Aktivitas ( <i>Job Desk</i> )
<i>Product Planning and Inventory Control (PPIC)</i>	Mendetailkan gambar sesuai kebutuhan proses produksi
	Membuat <i>draft</i> kebutuhan material
	Memantau perkembangan produksi
	Menyediakan gambar kerja
	Menyusun jadwal produksi
	Menyiapkan material yang digunakan
	Merencanakan target kerja per hari
	Menyusun daftar barang yang dikirim
<i>Quality Control</i>	Menyimpan material sisa
	Memeriksa kesesuaian <i>raw</i> material
	Memantau kesesuaian dimensi material sesuai gambar kerja
Gudang	Menerima dan mengecek jumlah <i>raw</i> material yang datang
	Memberikan layanan kepada sub kontraktor
	Membuat surat jalan pengiriman barang
<i>Purchasing</i>	Mengembalikan <i>raw</i> material yang tidak sesuai pesanan
	Memesan <i>raw</i> material sesuai kebutuhan produksi
	Menerbitkan surat perintah kerja
Produksi	Memberikan salinan gambar kerja ke sub kontraktor
	Memantau barang yang diproduksi
	Melakukan perbaikan pada barang yang tidak sesuai (cacat)
<i>Delivery</i>	Menyusun barang sesuai dengan proyek yang

Tabel 4.1 Aktivitas Setiap Divisi

<b>Divisi</b>	<b>Aktivitas (<i>Job Desk</i>)</b>
	dikerjakan
	Menata barang pada kendaraan
	Menentukan jenis kendaraan yang digunakan
	Memantau proses pengiriman barang

#### 4.1.4 Pemetaan Aktivitas Jaringan Rantai Pasok

Aktivitas pada setiap divisi akan dikelompokkan ke dalam 5 proses dalam model SCOR yang telah diklasifikasi. Dengan adanya pemetaan aktivitas, setiap proses akan memudahkan identifikasi risiko yang dilakukan secara lebih terstruktur. Pemetaan aktivitas setiap divisi dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pemetaan Aktivitas Setiap Divisi

<b>Proses</b>	<b>Aktivitas</b>	<b>Kode</b>
	Menyempurnakan informasi gambar yang diminta pelanggan	P1
	Mendetailkan ukuran gambar	P2
<i>Plan-Source</i>	Menyusun jadwal produksi	P3
	Membuat <i>draft</i> kebutuhan material	P4
	Menyediakan gambar kerja	P5
	Memesan <i>raw</i> material sesuai kebutuhan produksi	S1
<i>Source-Make</i>	Menerima dan mengecek jumlah <i>raw</i> material yang datang	S2
	Memeriksa kesesuaian <i>raw</i> material	S3
	Mendata dan mengelompokkan material sesuai daerah produksi	S4
<i>Make-Make to</i>	Merencanakan target kerja per hari	M1

Tabel 4.2 Pemetaan Aktivitas Setiap Divisi

<b>Proses</b>	<b>Aktivitas</b>	<b>Kode</b>
<i>Order</i>	Menerbitkan surat perintah kerja	M2
	Memberikan salinan gambar kerja ke sub kontraktor	M3
	Memberikan layanan untuk sub kontraktor	M4
	Memantau kesesuaian dimensi material dengan gambar kerja	M5
	Memantau perkembangan produksi	M6
	Memantau barang yang telah diproduksi	M7
	Mendata barang yang akan dikirim	D1
	Menyusun barang sesuai dengan proyek yang dikerjakan	D2
<i>Deliver-Make to Order</i>	Membuat surat jalan pengiriman barang	D3
	<i>Order</i>	Menentukan jenis kendaraan yang digunakan
Menata barang pada kendaraan		D5
Memantau proses pengiriman barang		D6
Menyimpan material sisa		R1
<i>Return-Defect Product</i>	Mengembalikan <i>raw</i> material yang tidak sesuai pesanan	R2
	Melakukan perbaikan pada barang yang tidak sesuai (cacat)	R3

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 *House of Risk* (HOR) Fase 1

#### 4.2.1.1 Identifikasi Kejadian Risiko (*Risk Event*) dan Penyebab Terjadinya Risiko (*Risk Agent*)

Tahap pertama dalam HOR fase 1 adalah mengidentifikasi kejadian risiko beserta penyebabnya menggunakan aktivitas yang telah dilakukan pemetaan pada Tabel 4.2. Tahapan ini melakukan observasi pada proses fabrikasi baja serta melakukan wawancara kepada manajer produksi yang memantau seluruh rangkaian jaringan rantai

pasok fabrikasi baja. Hasil penentuan kejadian risiko beserta penyebabnya yang terjadi pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Identifikasi *Risk Event* dan *Risk Agent*

Proses	Aktivitas	Kode	Kejadian		Penyebab Risiko ( <i>Risk Agent</i> )	Kode
			Risiko ( <i>Risk event</i> )	Kode		
<i>Plan-Source</i>	Menyempurnakan informasi gambar yang diminta pelanggan	P1	Gambar tidak sesuai	E1	Kesalahan menggambar struktur	A1
			pelanggan			
	Mendetailkan ukuran gambar	P2	ukuran gambar tidak tepat	E2	Gambar tidak terdefinisi dengan jelas	A2
			Penentuan		Tidak memperhatikan	
	Menyusun jadwal produksi	P3	Kesalahan penjadwalan proses produksi	E3	kondisi lapangan Keterbatasan komunikasi antar divisi	A3
			perbedaan		A4	
	Membuat <i>draft</i> kebutuhan material	P4	Perbedaan berat pada material gambar dengan material asli	E4	Tidak dilakukan pembaruan berat material	A5
			Perbedaan bentuk pada gambar kerja		E5	
Menyediakan gambar kerja	P5	Informasi material yang diberikan tidak lengkap	E6	Ketidakkjelasan gambar yang dibuat	A6	
		Perbedaan		A7		
<i>Source-Make</i>	Memesan <i>raw</i> material sesuai kebutuhan produksi	S1	Pemesanan material tidak sesuai spesifikasi	E7	Ketidakkuratan informasi material yang diberikan	A8

Tabel 4.3 Identifikasi *Risk Event* dan *Risk Agent*

Proses	Aktivitas	Kode	Kejadian		Penyebab Risiko ( <i>Risk Agent</i> )	Kode
			Risiko ( <i>Risk event</i> )	Kode		
					Pemasok tidak dapat memenuhi pesanan	A9
	Menerima dan mengecek jumlah kedatangan <i>raw material</i>	S2	Kekurangan material yang diperlukan untuk proses produksi	E8	Kesalahan perencanaan pemesanan material	A10
					Tidak ada stok material yang tersedia	A11
			Dimensi <i>raw material</i> yang tidak sesuai	E9	Pemeriksaan yang tidak teliti	A12
	Memeriksa kesesuaian <i>raw material</i>	S3	Kecacatan pada <i>raw material</i>	E10	Material bertumpuk dalam jumlah yang banyak	A13
					Pemasok tidak memeriksa ulang material yang dikirim	A14
	Mendata dan mengelompokkan material sesuai daerah produksi	S4	Peletakan material yang tidak sesuai tempatnya	E11	Kapasitas penyimpanan material tidak mencukupi	A15
					Kerusakan alat pemindah barang ( <i>forklift</i> )	A16
<i>Make- Make to Order</i>	Merencanakan target kerja per hari	M1	Target kerja tidak terpenuhi	E12	Perubahan perancangan gambar kerja	A17

Tabel 4.3 Identifikasi *Risk Event* dan *Risk Agent*

Proses	Aktivitas	Kode	Kejadian		Penyebab Risiko ( <i>Risk Agent</i> )	Kode
			Risiko ( <i>Risk event</i> )	Kode		
					Pengetahuan dan keterampilan antar tim kerja yang terbatas	A18
	Menerbitkan surat perintah kerja	M2	Bobot kerja yang diberikan tidak sesuai	E13	Kesalahan menghitung berat material yang digunakan	A19
			Waktu pelaksanaan pengerjaan melebihi target	E14	Terdapat kendala pada alat kerja	A20
					Keterlambatan kedatangan material	A21
	Memberikan salinan gambar kerja ke sub kontraktor	M3	Gambar yang diberikan tidak jelas	E15	Kendala pada alat pencetak gambar	A22
			Pemberian ukuran gambar kerja tidak detail	E16	Penentuan ukuran gambar yang tidak akurat	A23
	Memberikan layanan untuk sub kontraktor	M4	Pelayanan yang diberikan tidak gesit	E17	Bahan pelengkap tidak tersedia	A24
	Memantau kesesuaian dimensi material dengan gambar kerja	M5	Ukuran barang yang diproduksi tidak sesuai dengan ketentuan	E18	Ukuran gambar tidak spesifik	A25
	Memantau perkembangan produksi	M6	Barang yang diproduksi tidak sesuai	E19	Tidak dilakukan pemantauan saat proses produksi	A26

Tabel 4.3 Identifikasi *Risk Event* dan *Risk Agent*

Proses	Aktivitas	Kode	Kejadian		Penyebab Risiko ( <i>Risk Agent</i> )	Kode
			Risiko ( <i>Risk event</i> )	Kode		
			urutan prioritas		berlangsung	
<i>Deliver -Make to Order</i>	Memantau barang yang telah diproduksi	M7	Barang hasil produksi tidak memenuhi standar	E20	Pemeriksaan tidak dilakukan secara berkala Kekeliruan membaca ukuran gambar	A27 A28
	Mendata barang yang akan dikirim	D1	Jumlah barang yang dikirim tidak sesuai dengan data	E21	Pendataan barang yang tidak cermat Barang belum berada pada posisi siap kirim	A29 A30
	Menyusun barang sesuai dengan proyek yang dikerjakan	D2	Proses pemindahan barang tidak teratur	E22	Barang bertumpuk pada proyek lain Barang tidak disusun sesuai urutan pengiriman	A31 A32
	Membuat surat jalan pengiriman barang	D3	Barang yang dikirim tidak tertulis pada surat jalan	E23	Kesalahan operator memasukkan dan membaca data Data barang tidak terdaftar dengan jelas	A33 A34
	Menentukan jenis kendaraan yang digunakan	D4	Barang yang diangkat melebihi kapasitas	E24	Dimensi barang yang terlalu besar Tidak mempertimbangkan kondisi barang	A35 A36

Tabel 4.3 Identifikasi *Risk Event* dan *Risk Agent*

Proses	Aktivitas	Kejadian		Penyebab Risiko ( <i>Risk Agent</i> )	Kode
		Kode	Risiko ( <i>Risk event</i> )		
				Tidak memperhatikan dimensi dan bobot barang	A37
	Menata barang pada kendaraan	D5	Penataan tidak sesuai dengan kondisi barang	E25	A38
				Barang tidak diberikan lapisan pelindung	A39
	Memantau proses pengiriman barang	D6	Keterlambatan pengiriman barang	E26	A40
				Kondisi jalan yang tidak memadai	A41
	Menyimpan material sisa	R1	Kerusakan pada material	E27	A42
				Supir yang tidak disiplin	A43
				Penyimpanan material di tempat yang tidak tepat	A44
				Fasilitas penyimpanan tidak memadai	A45
<i>Return-Defect Product</i>	Mengembalikan raw material yang tidak sesuai pesanan	R2	Tidak tersedianya bahan baku	E28	A46
				Pemasok tidak menjamin kesediaan material	A47
				Permintaan pasar yang meningkat	A48
	Melakukan perbaikan pada barang yang tidak sesuai (cacat)	R3	Penundaan proses perbaikan	E29	A49
				Revisi gambar yang belum tersedia	A50
				Tidak tersedianya material	A51

#### 4.2.1.2 Penilaian Risiko

Penilaian risiko dilakukan untuk mengukur tingkat keparahan dampak (*severity*) pada kejadian risiko (*risk event*), tingkat frekuensi kemunculan (*occurrence*) pada penyebab



risiko (*risk agent*), dan tingkat korelasi (*correlation*) antara kejadian risiko (*risk event*) dengan penyebab risiko (*risk agent*). Dua responden yang merupakan *expert* dalam penelitian ini mengisi kuesioner sebagai bagian dari proses penilaian risiko. Dengan menggunakan 2 responden dalam penilaian risiko dapat melihat sudut pandang yang lebih luas dan mendalam terhadap risiko yang dinilai, mengakomodasi variasi dalam penilaian subjektif, dan memperkuat validitas hasil pemetaan risiko yang lebih komprehensif dan akurat. 2 responden tersebut merupakan direktur operasional dan manajer produksi yang bertanggung jawab atas proses fabrikasi dari awal hingga pengantaran barang ke pelanggan.

*Severity* adalah penilaian untuk mengevaluasi tingkat dampak keparahan dari suatu kejadian risiko. *Severity* dinilai menggunakan nilai 1 sampai 10 berdasarkan kriteria penilaian yang terdapat pada Tabel 2.2. Kejadian risiko tidak terpengaruh oleh penilaian tingkat keparahan dengan nilai 1 dan akan sangat terpengaruh oleh tingkat keparahan dengan nilai 10. Tingkat keparahan suatu kejadian risiko akan berdampak besar pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja, apabila nilai tingkat keparahan yang diberikan semakin tinggi. Hasil dari penilaian tingkat keparahan (*severity*) terhadap suatu kejadian risiko dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*)

Kejadian Risiko ( <i>Risk event</i> )	Kode	Nilai <i>Severity</i> (Si)	
		Responden 1	Responden 2
Gambar tidak sesuai permintaan pelanggan	E1	4	3
Penentuan ukuran gambar tidak tepat	E2	7	5
Kesalahan penjadwalan proses produksi	E3	6	3
Perbedaan berat pada material gambar dengan material asli	E4	4	2
Perbedaan bentuk pada gambar kerja	E5	8	4
Informasi material yang diberikan tidak lengkap	E6	3	6
Pemesanan material tidak sesuai spesifikasi	E7	9	2
Kekurangan material yang diperlukan untuk proses produksi	E8	8	8
Dimensi <i>raw</i> material yang tidak sesuai	E9	5	7

Tabel 4.4 Penilaian Tingkat Keparahan (*Severity*)

Kejadian Risiko ( <i>Risk event</i> )	Kode	Nilai <i>Severity</i> ( <i>S<sub>i</sub></i> )	
		Responden 1	Responden 2
Kecacatan pada <i>raw</i> material	E10	6	2
Peletakan material yang tidak sesuai tempatnya	E11	3	4
Target kerja tidak terpenuhi	E12	6	3
Bobot kerja yang diberikan tidak sesuai	E13	5	5
Waktu pelaksanaan pengerjaan melebihi target	E14	3	2
Gambar yang diberikan tidak jelas	E15	4	2
Pemberian ukuran gambar kerja tidak detail	E16	6	2
Pelayanan yang diberikan tidak gesit	E17	2	3
Ukuran barang yang diproduksi tidak sesuai dengan ketentuan	E18	5	2
Barang yang diproduksi tidak sesuai urutan prioritas	E19	7	2
Barang hasil produksi tidak memenuhi standar	E20	7	3
Jumlah barang yang dikirim tidak sesuai dengan data	E21	4	5
Proses pemindahan barang tidak teratur	E22	3	2
Barang yang dikirim tidak tertulis pada surat jalan	E23	8	3
Barang yang diangkut melebihi kapasitas	E24	6	4
Penataan tidak sesuai dengan kondisi barang	E25	4	4
Keterlambatan pengiriman barang	E26	4	5
Kerusakan pada material	E27	7	3
Tidak tersedianya bahan baku	E28	6	2
Penundaan proses perbaikan	E29	7	2

*Occurrence* adalah penilaian untuk mengevaluasi tingkat frekuensi kemunculan risiko dari proses potensial suatu penyebab risiko. *Occurrence* dinilai menggunakan skala 1 sampai 10 berdasarkan kriteria penilaian yang tertera pada Tabel 2.3. Penyebab risiko yang bernilai 1 berarti jarang terjadi, namun apabila bernilai 10 maka sering terjadi. Semakin sering penyebab risiko muncul dan semakin sulit dicegah, maka

semakin tinggi penilaian yang diberikan. Penilaian tingkat frekuensi kemunculan penyebab risiko dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Penilaian Tingkat Frekuensi Kemunculan (*Occurrence*)

Penyebab Risiko ( <i>Risk Agent</i> )	Kode	Nilai <i>Occurrence</i> ( $O_j$ )	
		Responden 1	Responden 2
Kesalahan menggambar struktur penghubung	A1	4	7
Gambar tidak terdefinisi dengan jelas	A2	3	6
Tidak memperhatikan kondisi lapangan	A3	3	3
Keterbatasan komunikasi antar divisi	A4	3	6
Tidak dilakukan pembaruan berat material	A5	5	3
Perbedaan pemahaman ketika membaca gambar	A6	7	7
Ketidakjelasan gambar yang dibuat	A7	6	2
Ketidakakuratan informasi material yang diberikan	A8	7	5
Pemasok tidak dapat memenuhi pesanan	A9	6	5
Kesalahan perencanaan pemesanan material	A10	4	5
Tidak ada stok material yang tersedia	A11	3	4
Pemeriksaan yang tidak teliti	A12	2	7
Material bertumpuk dalam jumlah yang banyak	A13	4	2
Pemasok tidak memeriksa ulang material yang dikirim	A14	3	5
Kapasitas penyimpanan material tidak mencukupi	A15	3	3
Kerusakan alat pemindah barang ( <i>forklift</i> )	A16	4	2
Perubahan perancangan gambar kerja	A17	5	8
Pengetahuan dan keterampilan antar tim kerja yang terbatas	A18	3	5
Kesalahan menghitung berat material yang digunakan	A19	6	4

Tabel 4.5 Penilaian Tingkat Frekuensi Kemunculan (*Occurrence*)

Penyebab Risiko ( <i>Risk Agent</i> )	Kode	Nilai <i>Occurrence</i> ( $O_j$ )	
		Responden 1	Responden 2
Terdapat kendala pada alat kerja	A20	2	3
Keterlambatan kedatangan material	A21	6	4
Kendala pada alat pencetak gambar	A22	3	2
Penentuan ukuran gambar yang tidak akurat	A23	8	6
Bahan pelengkap tidak tersedia	A24	4	6
Ukuran gambar tidak spesifik	A25	7	4
Tidak dilakukan pemantauan saat proses produksi berlangsung	A26	6	7
Pemeriksaan tidak dilakukan secara berkala	A27	4	6
Kekeliruan membaca ukuran gambar	A28	2	7
Pendataan barang yang tidak cermat	A29	4	2
Barang belum berada pada posisi siap kirim	A30	6	2
Barang bertumpuk pada proyek lain	A31	5	2
Barang tidak disusun sesuai urutan pengiriman	A32	7	2
Kesalahan operator memasukkan dan membaca data	A33	5	3
Data barang tidak terdaftar dengan jelas	A34	5	3
Dimensi barang yang terlalu besar	A35	4	3
Tidak mempertimbangkan kondisi barang	A36	2	5
Tidak memperhatikan dimensi dan bobot barang	A37	4	3
Barang tidak diberikan lapisan pelindung	A38	2	6
Kondisi jalan yang tidak memadai	A39	2	2
Supir yang tidak disiplin	A40	3	1
Penyimpanan material di tempat yang tidak tepat	A41	6	7
Fasilitas penyimpanan tidak memadai	A42	6	5

Tabel 4.5 Penilaian Tingkat Frekuensi Kemunculan (*Occurrence*)

Penyebab Risiko ( <i>Risk Agent</i> )	Kode	Nilai <i>Occurrence</i> ( $O_j$ )	
		Responden 1	Responden 2
Pemasok tidak menjamin kesediaan material	A43	5	4
Permintaan pasar yang meningkat	A44	4	3
Revisi gambar yang belum tersedia	A45	7	6
Tidak tersedianya material	A46	3	4

*Correlation* adalah penilaian untuk mengukur tingkat hubungan suatu kejadian risiko (*risk event*) yang dapat dipengaruhi oleh penyebab risiko (*risk agent*) lainnya. *Correlation* dinilai dengan nilai 0 (jika tidak ada hubungan), nilai 1 (jika terdapat hubungan yang rendah), nilai 3 (jika terdapat hubungan yang sedang), dan nilai 9 (jika terdapat hubungan yang tinggi). Penilaian tingkat korelasi *risk event* dengan *risk agent* ( $R_{ij}$ ) dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7.





#### 4.2.1.3 Analisis Risiko

Dengan adanya perbedaan penilaian antara kedua responden, maka setiap faktor penilaian akan diubah menjadi bilangan *fuzzy* menggunakan pendekatan IFS dalam FIS. Adanya FIS akan menghasilkan penilaian risiko menjadi lebih komprehensif dalam mengurangi ketidakpastian yang timbul akibat perbedaan penilaian. FIS dilakukan dengan bantuan *software* Matlab R2023b menggunakan metode mamdani.

##### 4.2.1.3.1 Pembentukan Fungsi Keanggotaan

Membentuk fungsi keanggotaan terbagi menjadi dua bagian, yaitu *input* dan *output*. Pada bagian input, fungsi keanggotaan digunakan untuk mengkonversi nilai *severity*, nilai *occurrence*, dan nilai *correlation* menjadi bilangan *fuzzy* berdasarkan *rating* yang terdapat pada Tabel 3.1, Tabel 3.2, dan Tabel 3.3. Nilai-nilai tersebut diberikan label seperti "rendah", "sedang", dan "tinggi" pada setiap kategori untuk menentukan seberapa kuat suatu nilai terhubung dengan setiap kategori himpunan fungsi keanggotaan. Pada bagian *output*, fungsi keanggotaan digunakan untuk menghitung nilai FARP sebagai hasil akhir dari analisis risiko. Nilai FARP juga dikategorikan ke dalam rentang *fuzzy* berdasarkan kategori yang terdapat pada Tabel 3.4.

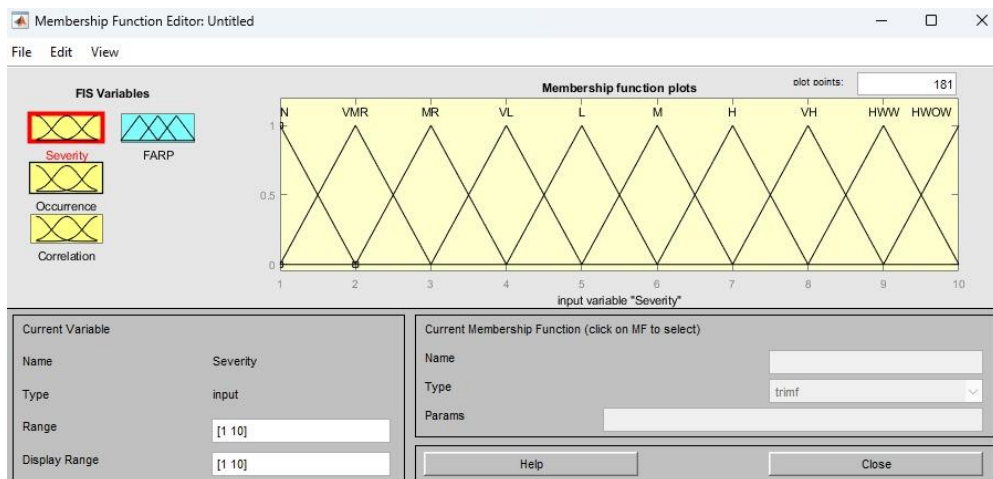
##### 1. Fungsi keanggotaan *input severity*

$$\begin{aligned}
 \text{a. Tidak Ada (x)} &= \begin{cases} \frac{(2-x)}{(2-1)} \rightarrow 1 \leq x < 2 \\ 0 \rightarrow x \geq 2 \end{cases} \\
 \text{b. Sangat Minor (x)} &= \begin{cases} 0 \rightarrow x \leq 1 \text{ atau } x \geq 3 \\ \frac{(x-1)}{(2-1)} \rightarrow 1 < x \leq 2 \\ \frac{(3-x)}{(3-2)} \rightarrow 2 < x < 3 \end{cases} \\
 \text{c. Minor (x)} &= \begin{cases} 0 \rightarrow x \leq 2 \text{ atau } x \geq 4 \\ \frac{(x-2)}{(3-2)} \rightarrow 2 < x \leq 3 \\ \frac{(4-x)}{(4-2)} \rightarrow 3 < x < 4 \end{cases} \\
 \text{d. Sangat Rendah (x)} &= \begin{cases} 0 \rightarrow x \leq 3 \text{ atau } x \geq 5 \\ \frac{(x-3)}{(4-3)} \rightarrow 3 < x < 4 \\ \frac{(5-x)}{(5-4)} \rightarrow 4 < x < 5 \end{cases} \\
 \text{e. Rendah (x)} &= \begin{cases} 0 \rightarrow x \leq 4 \text{ atau } x \geq 6 \\ \frac{(x-4)}{(5-4)} \rightarrow 4 < x < 5 \\ \frac{(6-x)}{(6-5)} \rightarrow 5 < x < 6 \end{cases}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{f. Sedang (x)} &= \left\{ \begin{array}{l} 0 \rightarrow x \leq 5 \text{ atau } x \geq 7 \\ \frac{(x-5)}{(6-5)} \rightarrow 5 < x < 6 \\ \frac{(7-x)}{(7-6)} \rightarrow 6 < x < 7 \end{array} \right\} \\
 \text{g. Tinggi (x)} &= \left\{ \begin{array}{l} 0 \rightarrow x \leq 6 \text{ atau } x \geq 8 \\ \frac{(x-6)}{(7-6)} \rightarrow 6 < x \leq 7 \\ \frac{(8-x)}{(8-7)} \rightarrow 7 < x < 8 \end{array} \right\} \\
 \text{h. Sangat Tinggi (x)} &= \left\{ \begin{array}{l} 0 \rightarrow x \leq 7 \text{ atau } x \geq 9 \\ \frac{(x-7)}{(8-7)} \rightarrow 7 < x \leq 8 \\ \frac{(9-x)}{(9-8)} \rightarrow 8 < x < 9 \end{array} \right\} \\
 \text{i. Bahaya Dengan Peringatan (x)} &= \left\{ \begin{array}{l} 0 \rightarrow x \leq 8 \text{ atau } x \geq 10 \\ \frac{(x-8)}{(9-8)} \rightarrow 8 < x \leq 9 \\ \frac{(10-x)}{(10-9)} \rightarrow 9 < x < 10 \end{array} \right\} \\
 \text{j. Bahaya Tanpa Peringatan (x)} &= \left\{ \begin{array}{l} 0 \rightarrow x \leq 9 \\ \frac{(x-9)}{(10-9)} \rightarrow 9 < x \leq 10 \\ 1 \rightarrow x \geq 10 \end{array} \right\}
 \end{aligned}$$

Untuk mempresentasikan fungsi keanggotaan *severity* digunakan *software* Matlab R2023b dengan kurva bentuk segitiga seperti terlihat pada Gambar 4.7



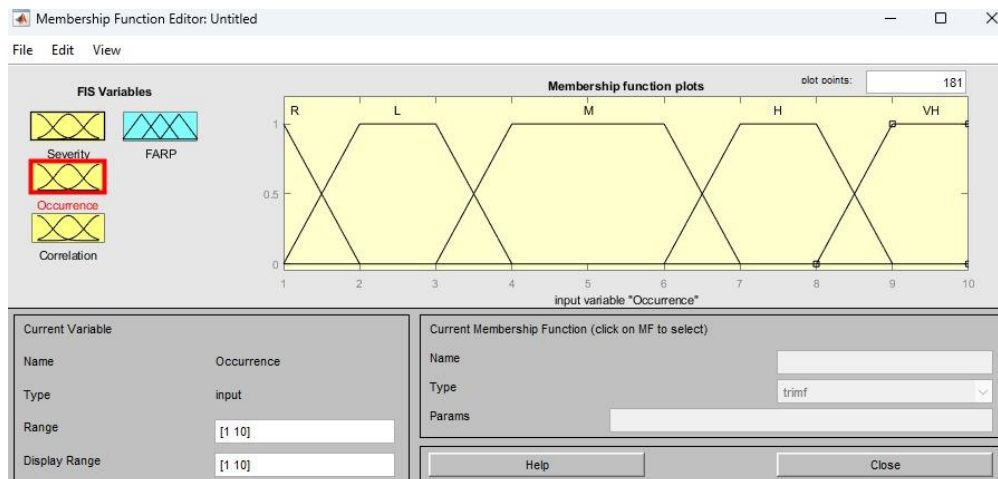
Gambar 4.7 *Input Severity*

2. Fungsi keanggotaan *input occurrence*

$$\text{a. Terpencil (x)} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{(2-x)}{(2-1)} \rightarrow 1 \leq x < 2 \\ 0 \rightarrow x \geq 2 \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Rendah (x)} &= \left\{ \begin{array}{l} 0 \rightarrow x \leq 1 \text{ atau } x \geq 4 \\ \frac{(x-1)}{(2-1)} \rightarrow 1 < x < 2 \\ 1 \rightarrow 2 \leq x \leq 3 \\ \frac{(4-x)}{(4-3)} \rightarrow 3 < x < 4 \end{array} \right\} \\
 \text{c. Sedang (x)} &= \left\{ \begin{array}{l} 0 \rightarrow x \leq 3 \text{ atau } x \geq 7 \\ \frac{(x-3)}{(3-2)} \rightarrow 3 < x < 4 \\ 1 \rightarrow 4 \leq x \leq 6 \\ \frac{(7-x)}{(7-6)} \rightarrow 6 < x < 7 \end{array} \right\} \\
 \text{d. Tinggi (x)} &= \left\{ \begin{array}{l} 0 \rightarrow x \leq 6 \text{ atau } x \geq 9 \\ \frac{(x-6)}{(6-1)} \rightarrow 6 < x < 7 \\ 1 \rightarrow 7 \leq x \leq 8 \\ \frac{(9-x)}{(9-8)} \rightarrow 8 < x < 9 \end{array} \right\} \\
 \text{e. Sangat Tinggi (x)} &= \left\{ \begin{array}{l} 0 \rightarrow x \leq 8 \\ \frac{(x-8)}{(9-8)} \rightarrow 8 < x < 9 \\ 1 \rightarrow x \geq 10 \end{array} \right\}
 \end{aligned}$$

Untuk mempresentasikan fungsi keanggotaan nilai *occurrence* digunakan *software* Matlab R2023b dengan kurva bentuk trapesium seperti terlihat pada Gambar 4.8.



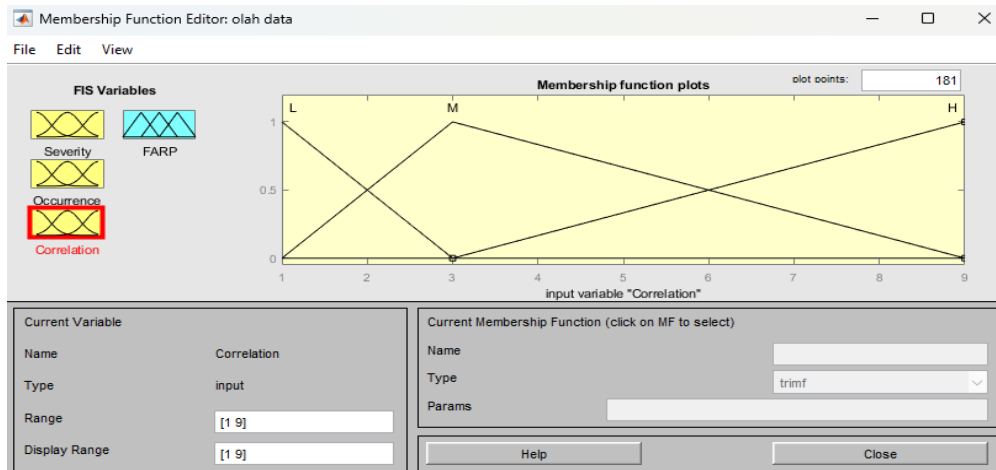
Gambar 4.8 *Input Occurrence*

### 3. Fungsi keanggotaan input correlation

$$\begin{aligned}
 \text{a. Low (x)} &= \left\{ \begin{array}{l} 0 \rightarrow x \geq 1 \\ \frac{(x-3)}{(3-2)} \rightarrow 1 < x < 3 \end{array} \right\} \\
 \text{b. Medium (x)} &= \left\{ \begin{array}{l} 0 \rightarrow x \leq 1 \text{ atau } x \geq 3 \\ \frac{(x-3)}{(3-2)} \rightarrow 1 < x \leq 3 \\ \frac{(9-x)}{(9-3)} \rightarrow 3 < x < 9 \end{array} \right\}
 \end{aligned}$$

$$c. \quad \text{High (x)} = \begin{cases} 0 \rightarrow x \leq 3 \\ \frac{(x-9)}{(9-3)} \rightarrow 3 < x \leq 9 \\ 1 \rightarrow x \geq 9 \end{cases}$$

Untuk mempresentasikan fungsi keanggotaan nilai *correlation* digunakan *software* Matlab R2023b dengan kurva bentuk segitiga seperti terlihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 *Input Correlation*

#### 4. Fungsi keanggotaan output FARP

$$a. \quad \text{Sangat Rendah (x)} = \{0 \rightarrow x \geq 0.25\}$$

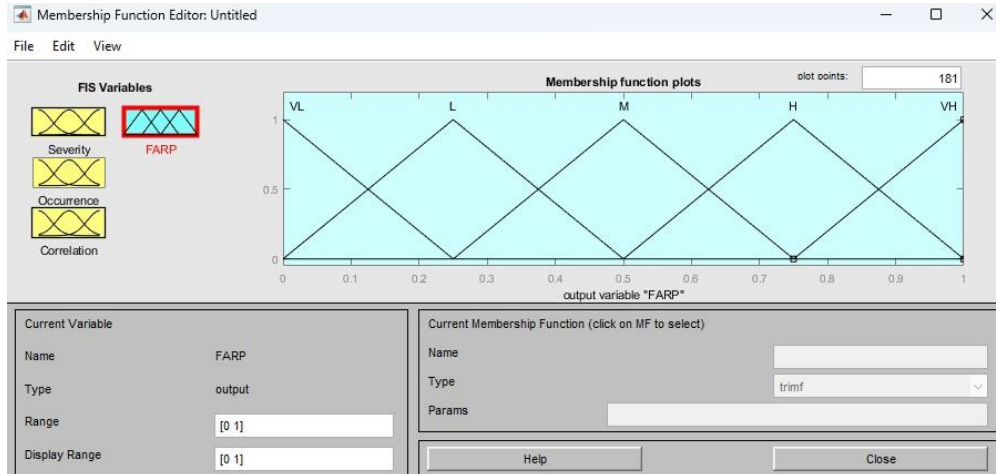
$$b. \quad \text{Rendah (x)} = \begin{cases} 0 \rightarrow x \leq 0 \text{ atau } x \geq 0.5 \\ \frac{(x-0)}{(0.25-0)} \rightarrow 0 < x \leq 0.25 \\ \frac{(0.5-x)}{(0.5-0.25)} \rightarrow 0.25 < x < 0.5 \end{cases}$$

$$c. \quad \text{Medium (x)} = \begin{cases} 0 \rightarrow x \leq 0.25 \text{ atau } x \geq 0.75 \\ \frac{(x-0.25)}{(0.5-0.25)} \rightarrow 0.25 < x \leq 0.5 \\ \frac{(0.75-x)}{(0.75-0.5)} \rightarrow 0.5 < x < 0.75 \end{cases}$$

$$d. \quad \text{Tinggi (x)} = \begin{cases} 0 \rightarrow x \leq 0.5 \text{ atau } x \geq 1 \\ \frac{(x-0.75)}{(0.75-0.5)} \rightarrow 0.5 < x \leq 0.75 \\ \frac{(1-x)}{(1-0.75)} \rightarrow 0.75 < x < 1 \end{cases}$$

$$e. \quad \text{Sangat Tinggi (x)} = \begin{cases} 0 \rightarrow x \leq 0.75 \\ \frac{(x-1)}{(1-0.75)} \rightarrow 0.75 < x \leq 1 \\ 1 \rightarrow x \geq 1 \end{cases}$$

Untuk mempresentasikan fungsi keanggotaan nilai FARP digunakan *software* Matlab R2023b dengan kurva bentuk segitiga seperti terlihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Output FARP

#### 4.2.1.3.2 Pembuatan Aturan Fuzzy

Aturan fuzzy HOR menghasilkan kategori nilai FARP yang mengambil 3 variabel input yang menggabungkan 3 variabel input, yaitu *severity*, *occurrence*, dan *correlation*. Aturan ini menggunakan aturan *if-then* dengan 150 aturan (10x5x3) yang dihasilkan dari input *severity* 10 kategori, *occurrence* 5 kategori, dan *correlation* 3 kategori. Penentuan output dilakukan melalui *Focus Group Discussion* (FGD) oleh 2 responden yang terlibat dalam penelitian ini. Dengan demikian, Fuzzy HOR dapat dikombinasikan oleh variabel input dan output untuk menghasilkan aturan kompleks, sehingga penilaian tingkat risiko menjadi lebih rinci dan terstruktur. Contoh penentuan aturan fuzzy dapat dilihat pada Tabel 4.8.

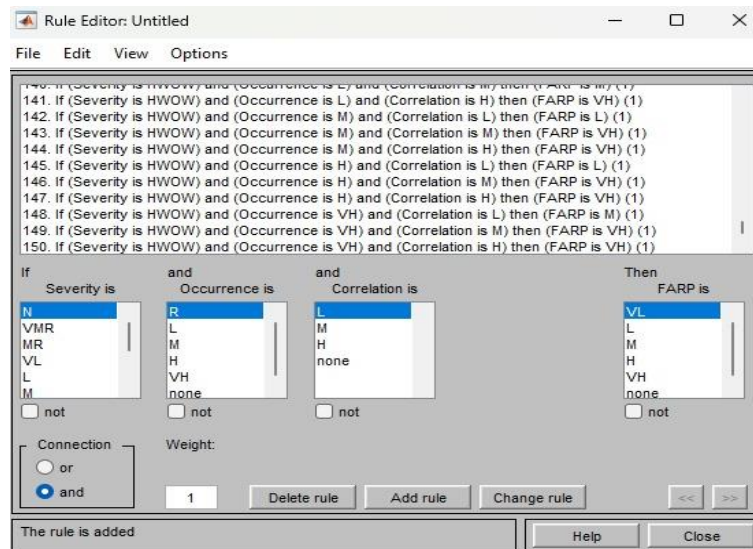
Tabel 4.8 Contoh Aturan Fuzzy

Rules	Input			Output
	Severity	Occurrence	Correlation	Aggregate Risk Potential
1	1	1	1	VL
10	1	4	1	VL
18	2	1	9	VL
57	4	4	9	VH
9	1	3	9	L
81	6	2	9	VH
89	6	5	3	H
12	1	4	9	L
114	8	3	9	VH

Tabel 4.8 Contoh Aturan *Fuzzy*

<i>Rules</i>	<i>Input</i>			<i>Output</i>
	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Correlation</i>	<i>Aggregate Risk Potential</i>
125	9	2	3	M
140	10	2	3	M
29	2	5	3	L
150	10	5	9	VH
9	1	3	9	L
12	1	4	9	L

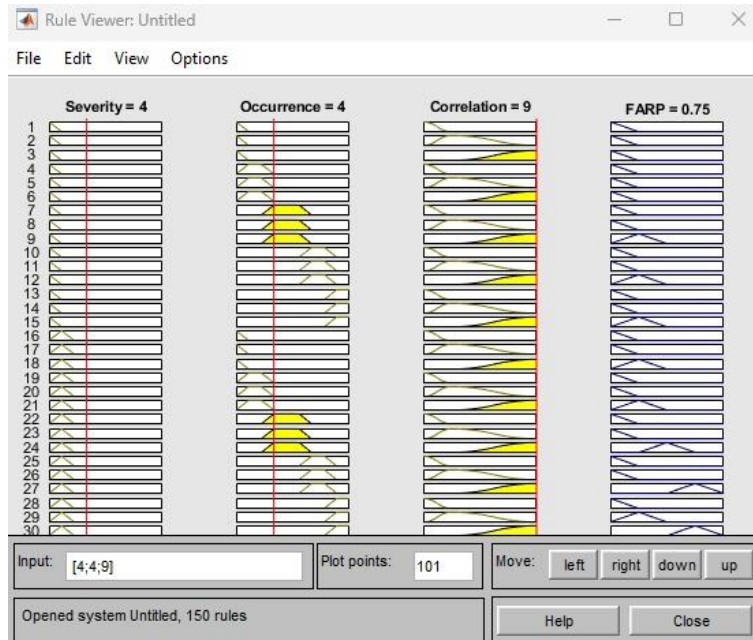
Aturan yang terbentuk sebanyak 150 dalam kerangka *Fuzzy* HOR dapat ditemukan secara terperinci pada Lampiran D. Aturan-aturan tersebut akan direpresentasikan ke dalam *rules* pada *software* Matlab R2023b, sehingga aturan-aturan ini dapat divisualisasikan dengan jelas dan dapat memfasilitasi pemahaman serta analisis lebih lanjut terhadap kompleksitas hubungan antara variabel *input* dan *output* dalam *Fuzzy* HOR. Proses representasi aturan-aturan *fuzzy* ke dalam *software* Matlab R2023b dapat dilihat pada Gambar 4.11.

Gambar 4.11 *Fuzzy Rules* Matlab R2023b

#### 4.2.1.3.3 Penegasan (Defuzzifikasi)

Defuzzifikasi adalah proses mengubah aturan-aturan *fuzzy* menggunakan sistem inferensi untuk menghasilkan suatu nilai yang konkret (*crisp*). Kumpulan fungsi keanggotaan dari aturan *fuzzy* dijadikan sebagai *input* dalam proses defuzzifikasi yang menghasilkan *output* berupa nilai domain dari himpunan fungsi keanggotaan FARP

yang diwakilkan oleh nilai *crisp* yang paling sesuai. Metode *Mean of Maximum* (MOM) digunakan dalam proses defuzzifikasi dengan cara memperoleh nilai *crisp* berdasarkan rata-rata daerah nilai kedudukan maksimum seperti terlihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Defuzzifikasi

Setelah proses defuzzifikasi, didapatkan nilai FARP pada setiap *risk agent*. Nilai *occurrence* akan dikalikan dengan jumlah total perkalian antara nilai *severity* dengan nilai *correlation*, sehingga menghasilkan nilai FARP. Nilai FARP yang pasti dihasilkan berdasarkan aturan-aturan *fuzzy* yang dimasukkan ke dalam *software* Matlab R2023b. Nilai FARP pada setiap *risk agent* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Rekapitulasi Nilai FARP

<i>Risk Agent</i>	Nilai FARP		$\Sigma$ FARP
	Responden 1	Responden 2	
A1	0,83	1,25	1,04
A2	1,25	1,17	1,21
A3	0,92	0,83	0,88
A4	0,92	0,91	0,92
A5	0,75	0,66	0,71
A6	0,92	1,5	1,21
A7	1	1	1,00
A8	1,67	0,5	1,09
A9	1,33	1,25	1,29

Tabel 4.9 Rekapitulasi Nilai FARP

<i>Risk Agent</i>	Nilai FARP		$\Sigma$ FARP
	Responden 1	Responden 2	
A10	0,83	0,75	0,79
A11	0,92	0,16	0,54
A12	1	1	1,00
A13	0,92	0,08	0,50
A14	0,5	0,5	0,50
A15	0,5	0,75	0,63
A16	0,25	0,08	0,17
A17	1,17	0,75	0,96
A18	0,25	0,08	0,17
A19	0,92	0,92	0,92
A20	0,16	0,08	0,12
A21	1	0,74	0,87
A22	0,83	0,16	0,50
A23	0,92	0,74	0,83
A24	0,5	0,25	0,38
A25	1,75	0,58	1,17
A26	0,92	1,08	1,00
A27	1	0,66	0,83
A28	1,08	0,83	0,96
A29	0,33	0,25	0,29
A30	0,75	1	0,88
A31	0,5	0,41	0,46
A32	0,25	0,33	0,29
A33	0,92	0,5	0,71
A34	0,75	0,5	0,63
A35	0,92	0,83	0,88
A36	0,25	0,25	0,25
A37	1,25	0,83	1,04
A38	0,08	0,25	0,17
A39	0,83	0,25	0,54

Tabel 4.9 Rekapitulasi Nilai FARP

<i>Risk Agent</i>	Nilai FARP		$\Sigma$ FARP
	Responden 1	Responden 2	
A40	0,16	0,08	0,12
A41	0,92	0,33	0,63
A42	0,92	0,5	0,71
A43	0,92	0,58	0,75
A44	0,5	0,08	0,29
A45	0,83	0,5	0,67
A46	1	0,58	0,79

#### 4.2.1.4 Evaluasi Risiko

Evaluasi risiko adalah tahapan mengevaluasi nilai FARP dan menentukan prioritas *risk agent* berdasarkan nilai FARP tertinggi menggunakan diagram pareto. Terdapat beberapa langkah yang sebelum menentukan *risk agent* prioritas menggunakan diagram pareto, yaitu mengurutkan nilai FARP dan membuat persentase kumulatif berdasarkan urutan nilai FARP. Urutan nilai FARP dari yang terbesar sampai terkecil dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Urutan Nilai FARP

<i>Risk Agent</i>	Nilai FARP	Ranking
A9	1,29	1
A2	1,21	2
A6	1,21	3
A25	1,17	4
A8	1,09	5
A1	1,04	6
A37	1,04	7
A7	1,00	8
A12	1,00	9
A26	1,00	10
A17	0,96	11
A28	0,96	12



Tabel 4.10 Urutan Nilai FARP

<i>Risk Agent</i>	<i>Nilai FARP</i>	<i>Ranking</i>
A19	0,92	13
A4	0,92	14
A3	0,88	15
A30	0,88	16
A35	0,88	17
A21	0,87	18
A23	0,83	19
A27	0,83	20
A10	0,79	21
A46	0,79	22
A43	0,75	23
A33	0,71	24
A42	0,71	25
A5	0,71	26
A45	0,67	27
A15	0,63	28
A34	0,63	29
A41	0,63	30
A11	0,54	31
A39	0,54	32
A13	0,50	33
A14	0,50	34
A22	0,50	35
A31	0,46	36
A24	0,38	37
A29	0,29	38
A32	0,29	39
A44	0,29	40
A36	0,25	41
A16	0,17	42
A18	0,17	43

Tabel 4.10 Urutan Nilai FARP

<b>Risk Agent</b>	<b>Nilai FARP</b>	<b>Ranking</b>
A38	0,17	44
A20	0,12	45
A40	0,12	46

Selanjutnya, menghitung nilai kumulatif dari urutan nilai FARP berdasarkan Tabel 4.10 dan membuat persentase kumulatif dari masing-masing *risk agent* seperti terlihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Persentase Kumulatif

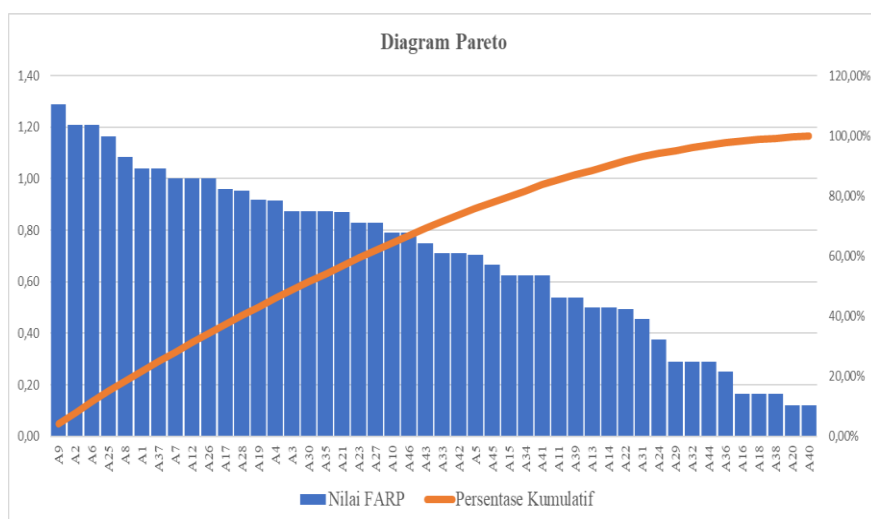
<b>Risk Agent</b>	<b>Nilai FARP</b>	<b>Nilai Kumulatif</b>	<b>Persentase Kumulatif</b>
A9	1,29	1,21	4,01%
A2	1,21	2,38	7,76%
A6	1,21	3,55	11,52%
A25	1,17	4,715	15,14%
A8	1,09	5,84	18,51%
A1	1,04	6,965	21,74%
A37	1,04	8,09	24,97%
A7	1,00	9,175	28,07%
A12	1,00	10,22	31,18%
A26	1,00	11,26	34,29%
A17	0,96	12,215	37,27%
A28	0,96	13,135	40,23%
A19	0,92	14,05	43,09%
A4	0,92	14,925	45,93%
A3	0,88	15,8	48,65%
A30	0,88	16,675	51,37%
A35	0,88	17,55	54,08%
A21	0,87	18,425	56,79%
A23	0,83	19,26	59,36%
A27	0,83	20,09	61,94%
A10	0,79	20,88	64,39%
A46	0,79	21,63	66,85%

Tabel 4.11 Persentase Kumulatif

<b>Risk Agent</b>	<b>Nilai FARP</b>	<b>Nilai Kumulatif</b>	<b>Persentase Kumulatif</b>
A43	0,75	22,38	69,18%
A33	0,71	23,13	71,38%
A42	0,71	23,84	73,59%
A5	0,71	24,55	75,78%
A45	0,67	25,215	77,84%
A15	0,63	25,88	79,78%
A34	0,63	26,505	81,72%
A41	0,63	27,005	83,66%
A11	0,54	27,505	85,34%
A39	0,54	28,005	87,02%
A13	0,50	28,46	88,57%
A14	0,50	28,875	90,12%
A22	0,50	29,29	91,66%
A31	0,46	29,66	93,07%
A24	0,38	29,99	94,24%
A29	0,29	30,28	95,14%
A32	0,29	30,57	96,04%
A44	0,29	30,775	96,94%
A36	0,25	30,98	97,72%
A16	0,17	31,145	98,23%
A18	0,17	31,31	98,74%
A38	0,17	31,475	99,25%
A20	0,12	31,595	99,63%
A40	0,12	31,675	100,00%

Setelah mendapatkan persentase kumulatif yang ditunjukkan pada Tabel 4.11, *risk agent* dapat ditentukan tingkat prioritasnya menggunakan diagram pareto. Diagram pareto mampu menggambarkan distribusi relatif nilai FARP dari tertinggi sampai terkecil, sehingga memudahkan dalam menentukan *risk agent* yang mempengaruhi keseluruhan risiko untuk diberikan memberikan aksi mitigasi risiko pada setiap *risk*

*agent* tersebut. Penentuan *risk agent* prioritas menggunakan diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Diagram Pareto

Menggunakan prinsip 80:20, diagram pareto menggambarkan bahwa 80% kejadian risiko pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja disebabkan oleh 20% penyebab secara keseluruhan, sehingga *risk agent* yang harus diprioritaskan adalah risk agent dengan persentase mencapai 80%. Dari 46 *risk agent* dalam diagram pareto, terdapat 28 *risk agent* prioritas untuk diberikan aksi mitigasi. *Risk agent* prioritas dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Risk Agent Prioritas

Risk Agent	Kode
Pemasok tidak dapat memenuhi pesanan	A9
Gambar tidak terdefinisi dengan jelas	A2
Perbedaan pemahaman ketika membaca gambar	A6
Ukuran gambar tidak spesifik	A25
Ketidakkuratan informasi material yang diberikan	A8
Kesalahan menggambar struktur penghubung	A1
Tidak memperhatikan dimensi dan bobot barang	A37
Ketidakjelasan gambar yang dibuat	A7
Pemeriksaan yang tidak teliti	A12
Tidak dilakukan pemantauan saat proses produksi berlangsung	A26
Perubahan perancangan gambar kerja	A17

Tabel 4.12 Risk Agent Prioritas

<b>Risk Agent</b>	<b>Kode</b>
Kekeliruan membaca ukuran gambar	A28
Kesalahan menghitung berat material yang digunakan	A19
Keterbatasan komunikasi antar divisi	A4
Tidak memperhatikan kondisi lapangan	A3
Barang belum berada pada posisi siap kirim	A30
Dimensi barang yang terlalu besar	A35
Keterlambatan kedatangan material	A21
Penentuan ukuran gambar yang tidak akurat	A23
Pemeriksaan tidak dilakukan secara berkala	A27
Kesalahan perencanaan pemesanan material	A10
Tidak tersedianya material	A46
Pemasok tidak menjamin kesediaan material	A43
Kesalahan operator memasukkan dan membaca data	A33
Fasilitas penyimpanan tidak memadai	A42
Tidak dilakukan pembaruan berat material	A5
Revisi gambar yang belum tersedia	A45
Kapasitas penyimpanan material tidak mencukupi	A15

#### 4.2.2 House of Risk (HOR) Fase 2

##### 4.3.2.1 Menyusun Aksi Mitigasi

Penyusunan aksi mitigasi dilakukan berdasarkan *risk agent* prioritas yang memiliki strategi dalam pencegahan risiko dan akan dijadikan sebagai dasar dalam merancang aksi mitigasi yang tepat. Dalam upaya meminimalisir dampak potensi risiko, PT Artha Graha Mas Andalan mendapatkan langkah-langkah mitigasi risiko yang dikembangkan sesuai dengan risiko yang saat ini terjadi. Aksi mitigasi pada setiap *risk agent* dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Penyusunan Aksi Mitigasi

<b>Risk Agent</b>	<b>Kode</b>	<b>Aksi Mitigasi</b>	<b>Kode</b>
Pemasok tidak dapat memenuhi pesanan	A9	Mengawasi kinerja pemasok secara berkala	PA1

Tabel 4.13 Penyusunan Aksi Mitigasi

<i>Risk Agent</i>	<b>Kode</b>	<b>Aksi Mitigasi</b>	<b>Kode</b>
Gambar tidak terdefinisi dengan jelas	A2	Mencermati setiap komponen penyusun desain	PA2
Perbedaan pemahaman ketika membaca gambar	A6	Memperhatikan deskripsi atau catatan terkait dengan gambar	PA3
		Melakukan diskusi dengan divisi produksi dan divisi PPIC	PA4
		Menggunakan penomoran dan label pada gambar	PA5
Ukuran gambar tidak spesifik	A25	Memperjelas dimensi khusus	PA6
		Menggunakan simbol untuk menggambarkan material	PA7
		Mendeskripsikan material pada bagian tersendiri	PA8
Ketidakakuratan informasi material yang diberikan	A8	Melakukan persetujuan desain dengan pelanggan	PA9
		Menata barang berdasarkan bobot	PA10
Tidak memperhatikan dimensi dan bobot barang	A37	Melakukan inspeksi menyeluruh terhadap barang	PA11
		Memperhatikan peletakan gambar	PA12
		Verifikasi dan validasi gambar dengan divisi produksi, PPIC, dan quality control	PA13
Ketidakjelasan gambar yang dibuat	A7	Melakukan pemeriksaan yang sistematis pada setiap bahan baku	PA14
		Mengambil sampel <i>raw</i> material yang representatif	PA15
Pemeriksaan yang tidak teliti	A12	Menggunakan papan layar untuk pemantauan visual	PA16
		Membuat <i>checklist</i> untuk setiap tahap produksi	PA17

Tabel 4.13 Penyusunan Aksi Mitigasi

<i>Risk Agent</i>	Kode	Aksi Mitigasi	Kode
Perubahan perancangan gambar kerja	A17	Melakukan koordinasi dengan divisi <i>engineering</i>	PA18
		Solutif dan adaptif terhadap perubahan perancangan	PA19
Kekeliruan membaca ukuran gambar	A28	Melakukan pembacaan gambar oleh dua orang atau lebih	PA20
		Menerapkan standar operasional yang jelas dan terdokumentasi	PA21
Kesalahan menghitung berat material yang digunakan	A19	Melakukan identifikasi spesifikasi material	PA22
		Menempatkan material pada posisi yang tepat	PA23
Keterbatasan komunikasi antar divisi	A4	Memanfaatkan platform <i>online</i> dan alat komunikasi tertentu	PA24
		Mengadakan pertemuan dan diskusi secara rutin	PA25
Tidak memperhatikan kondisi lapangan	A3	Berkoordinasi dengan kontraktor dan tim lapangan	PA26
		Memastikan kemampuan sumber daya manusia	PA27
Barang belum berada pada posisi siap kirim	A30	Mengelompokkan material sesuai urutan pengiriman	PA28
Dimensi barang yang terlalu besar	A35	Melakukan simulasi penataan barang	PA29
Keterlambatan kedatangan material	A21	Mengimplementasikan sistem <i>Vendor Managed Inventory</i> (VMI)	PA30
		Melakukan <i>forecasting</i> pemesanan material	PA31
Penentuan ukuran gambar yang tidak akurat	A23	Menetapkan skala yang tepat	PA32
		Memperhatikan ketelitian setiap digit angka dan toleransi ukuran	PA33

Tabel 4.13 Penyusunan Aksi Mitigasi

<i>Risk Agent</i>	<b>Kode</b>	<b>Aksi Mitigasi</b>	<b>Kode</b>
Pemeriksaan tidak dilakukan secara berkala	A27	Menetapkan jadwal pemeriksaan	PA34
		Mencatat hasil pemeriksaan dengan teratur	PA35
		Menggunakan <i>checklist</i> kesesuaian spesifikasi barang	PA36
Kesalahan perencanaan pemesanan material	A10	Meminta daftar kesediaan material yang dimiliki pemasok	PA37
Tidak tersedianya material	A46	Menggunakan material alternatif	PA38
		Menyusun kontrak dengan pemasok	PA39
Pemasok tidak menjamin kesediaan material	A43	Melakukan diversifikasi pemasok	PA40
		Merencanakan cadangan <i>raw</i> material	PA41
		Mengelola inventaris dalam manajemen produksi	PA42
Kesalahan operator memasukkan dan membaca data	A33	Melakukan pencatatan barang yang terintegrasi dengan sistem	PA43
		Melakukan validasi data dengan divisi produksi	PA44
Fasilitas penyimpanan tidak memadai	A42	Menetapkan ruang penyimpanan sesuai dengan volume material	PA45
		Merancang ulang tata letak ruang penyimpanan	PA46
Tidak dilakukan pembaruan berat material	A5	Menerapkan sistem informasi manufaktur	PA47
Revisi gambar yang belum tersedia	A45	Menetapkan prosedur revisi gambar	PA48
Kapasitas penyimpanan material tidak mencukupi	A15	Menghitung estimasi kebutuhan <i>raw</i> material per periode produksi	PA49
		Memperkirakan jumlah penggunaan <i>raw</i> material	PA50



#### 4.3.2.2 Menentukan Tingkat Korelasi ( $E_{jk}$ ) antara *Risk Agent* dengan Aksi Mitigasi ( $PA_k$ ).

Aksi mitigasi risiko pada setiap *risk agent* yang diberikan, perlu dilakukannya penilaian untuk melihat tingkat korelasinya menggunakan 4 skala, yaitu 0 (jika tidak ada hubungan), 1 (jika terdapat hubungan yang sangat rendah), 3 (jika terdapat hubungan yang rendah), dan 9 (jika terdapat hubungan yang sangat tinggi). Penilaian tingkat korelasi *risk agent* prioritas dengan aksi mitigasi dilakukan melalui pengisian kuesioner oleh 2 responden yang menjadi *expert* dalam penelitian ini. Hasil penilaian tingkat korelasi *risk agent* dengan aksi mitigasi ( $E_{jk}$ ) dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15.





#### 4.3.2.3 Menghitung nilai *Total Effectiveness* (TE<sub>k</sub>) pada setiap tindakan mitigasi

Penghitungan nilai TE<sub>k</sub> digunakan untuk menilai tingkat efektivitas tindakan pencegahan berdasarkan nilai *correlation* (E<sub>jk</sub>) dan nilai FARP menggunakan persamaan 3.10. Contoh perhitungan nilai TE<sub>k</sub> sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{TE PA1} &= (1,29 \times 9) + (0,79 \times 3) \\ &= (11,61) + (2,37) = 13,98 \end{aligned}$$

Tabel 4.16 Rekapitulasi Nilai *Total Effectiveness* (TE<sub>k</sub>)

Aksi Mitigasi	Nilai <i>Total Effectiveness</i> (TE <sub>k</sub> )	
	Responden 1	Responden 2
PA1	13,98	14,22
PA2	2,25	14,01
PA3	11,89	11,85
PA4	10,89	6,72
PA5	14,12	12,53
PA6	5,99	11,32
PA7	9,77	9,77
PA8	1,09	3,26
PA9	3,12	9,36
PA10	4,75	11,23
PA11	9,36	9,36
PA12	1,00	3,00
PA13	9,00	10,09
PA14	11,04	10,80
PA15	1,00	9,00
PA16	1,00	9,00
PA17	9,00	9,00
PA18	7,17	18,01
PA19	8,64	8,64
PA20	8,60	9,81
PA21	2,87	10,85
PA22	2,76	9,13
PA23	0,92	10,16

Tabel 4.16 Rekapitulasi Nilai *Total Effectiveness* (TE<sub>k</sub>)

Aksi Mitigasi	Nilai <i>Total Effectiveness</i> (TE <sub>k</sub> )	
	Responden 1	Responden 2
PA24	8,24	8,24
PA25	2,75	2,75
PA26	2,63	8,88
PA27	7,88	2,63
PA28	7,88	7,88
PA29	2,63	7,88
PA30	12,57	16,32
PA31	7,83	9,12
PA32	7,47	9,64
PA33	10,68	11,06
PA34	7,47	8,47
PA35	7,47	3,49
PA36	7,47	2,49
PA37	10,98	7,11
PA38	2,37	7,11
PA39	7,11	11,76
PA40	6,75	9,70
PA41	2,63	9,70
PA42	2,25	6,75
PA43	2,13	6,39
PA44	6,39	6,39
PA45	4,76	6,39
PA46	2,13	9,14
PA47	6,35	9,11
PA48	2,00	6,95
PA49	7,74	7,25
PA50	1,88	5,63

#### 4.3.2.4 Menentukan *Degree of Difficult* (Dk) dari Penerapan Tindakan Aksi Mitigasi.

*Degree of Difficult* (Dk) adalah penilaian yang dilakukan untuk mengukur tingkat derajat kesulitan penerapan aksi mitigasi yang diusulkan menggunakan 5 skala penilaian. Hasil penilaian tingkat derajat kesulitan dari suatu aksi mitigasi dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Penilaian *Degree of Difficult* (Dk)

Aksi Mitigasi	Kode	<i>Degree of Difficult</i> (Dk)	
		Responden 1	Responden 2
Mengawasi kinerja pemasok secara berkala	PA1	2	2
Mencermati setiap komponen penyusun desain	PA2	2	2
Memperhatikan deskripsi atau catatan terkait dengan gambar	PA3	2	1
Melakukan diskusi dengan divisi produksi dan divisi PPIC	PA4	3	2
Menggunakan penomoran dan label pada gambar	PA5	3	3
Memperjelas dimensi khusus	PA6	2	2
Menggunakan simbol untuk menggambarkan material	PA7	1	2
Mendesripsikan material pada bagian tersendiri	PA8	2	1
Melakukan persetujuan desain dengan pelanggan	PA9	1	2
Menata barang berdasarkan bobot	PA10	2	3
Melakukan inspeksi menyeluruh terhadap barang	PA11	2	2
Memperhatikan peletakan gambar	PA12	2	2
Verifikasi dan validasi gambar dengan divisi produksi, PPIC, dan	PA13	4	3

Tabel 4.17 Penilaian *Degree of Difficult* (Dk)

Aksi Mitigasi	Kode	<i>Degree of Difficult</i> (Dk)	
		Responden 1	Responden 2
quality control			
Melakukan pemeriksaan yang sistematis pada setiap bahan baku	PA14	2	2
Mengambil sampel <i>raw</i> material yang representatif	PA15	1	2
Menggunakan papan layar untuk pemantauan visual	PA16	3	4
Membuat <i>checklist</i> untuk setiap tahap produksi	PA17	2	3
Melakukan koordinasi dengan divisi <i>engineering</i>	PA18	3	2
Solutif dan adaptif terhadap perubahan perancangan	PA19	2	3
Melakukan pembacaan gambar oleh dua orang atau lebih	PA20	1	1
Menerapkan standar operasional yang jelas dan terdokumentasi	PA21	3	1
Melakukan identifikasi spesifikasi material	PA22	2	3
Menempatkan material pada posisi yang tepat	PA23	3	2
Memanfaatkan platform <i>online</i> dan alat komunikasi tertentu	PA24	2	3
Mengadakan pertemuan dan diskusi secara rutin	PA25	1	2
Berkoordinasi dengan kontraktor dan tim lapangan	PA26	1	1
Memastikan kemampuan sumber daya manusia	PA27	2	2

Tabel 4.17 Penilaian *Degree of Difficult* (Dk)

Aksi Mitigasi	Kode	<i>Degree of Difficult</i> (Dk)	
		Responden 1	Responden 2
Mengelompokkan material sesuai urutan pengiriman	PA28	2	3
Melakukan simulasi penataan barang	PA29	3	2
Mengimplementasikan sistem <i>Vendor Managed Inventory</i> (VMI)	PA30	1	3
Melakukan <i>forecasting</i> pemesanan material	PA31	2	2
Menetapkan skala yang tepat	PA32	2	1
Memperhatikan ketelitian setiap digit angka dan toleransi ukuran	PA33	3	1
Menetapkan jadwal pemeriksaan	PA34	2	1
Mencatat hasil pemeriksaan dengan teratur	PA35	2	3
Menggunakan <i>checklist</i> kesesuaian spesifikasi barang	PA36	3	2
Meminta daftar kesediaan material yang dimiliki pemasok	PA37	2	1
Menggunakan material alternatif	PA38	2	3
Menyusun kontrak dengan pemasok	PA39	2	1
Melakukan diversifikasi pemasok	PA40	2	2
Merencanakan cadangan <i>raw</i> material	PA41	3	3
Mengelola inventaris dalam manajemen produksi	PA42	2	1
Melakukan pencatatan barang	PA43	3	2



Tabel 4.17 Penilaian *Degree of Difficult* (Dk)

Aksi Mitigasi	Kode	<i>Degree of Difficult</i> (Dk)	
		Responden 1	Responden 2
yang terintegrasi dengan sistem			
Melakukan validasi data dengan divisi produksi	PA44	1	2
Menetapkan ruang penyimpanan sesuai dengan volume material	PA45	4	4
Merancang ulang tata letak ruang penyimpanan	PA46	2	1
Menerapkan sistem informasi manufaktur	PA47	2	2
Menetapkan prosedur revisi gambar	PA48	2	3
Menghitung estimasi kebutuhan <i>raw</i> material per periode produksi	PA49	2	2
Memperkirakan jumlah penggunaan <i>raw</i> material	PA50	3	2

#### 4.3.2.5 Menghitung *Effectiveness To Difficulty* (ETDk) dari Setiap Tindakan Aksi Mitigasi Risiko

Perhitungan nilai ETDk berdasarkan pada nilai TEK dan nilai Dk dengan rumus yang terdapat pada persamaan 2.3 dan bertujuan untuk mengidentifikasi aksi mitigasi prioritas dari evaluasi yang telah dilakukan. Contoh perhitungan nilai *Effectiveness To Difficulty* (ETDk) sebagai berikut:

$$\text{ETD PA1} = \frac{13,98}{2} = 6,99$$

Tabel 4.18 Rekapitulasi Nilai *Effectiveness To Difficulty* (ETDk)

Aksi Mitigasi	Nilai <i>Effectiveness To Difficulty</i> (ETDk)		$\Sigma$ ETDk
	Responden 1	Responden 2	
PA1	6,99	7,11	7,05
PA2	1,13	7,01	4,07
PA3	5,95	11,85	8,90

Tabel 4.18 Rekapitulasi Nilai *Effectiveness To Difficulty* (ETDk)

Aksi Mitigasi	Nilai <i>Effectiveness To Difficulty</i> (ETDk)		$\Sigma$ ETDk
	Responden 1	Responden 2	
PA4	3,63	3,36	3,49
PA5	4,71	4,18	4,44
PA6	2,99	5,66	4,33
PA7	9,77	4,88	7,32
PA8	0,54	3,26	1,90
PA9	3,12	4,68	3,90
PA10	2,38	3,74	3,06
PA11	4,68	4,68	4,68
PA12	0,50	1,50	1,00
PA13	2,25	3,36	2,81
PA14	5,52	5,40	5,46
PA15	1,00	4,50	2,75
PA16	0,33	2,25	1,29
PA17	4,50	3,00	3,75
PA18	2,39	9,00	5,70
PA19	4,32	2,88	3,60
PA20	8,60	9,81	9,20
PA21	0,96	10,85	5,90
PA22	1,38	3,04	2,21
PA23	0,31	5,08	2,69
PA24	4,12	2,75	3,43
PA25	2,75	1,37	2,06
PA26	2,63	8,88	5,75
PA27	3,94	1,31	2,63
PA28	3,94	2,63	3,28
PA29	0,88	3,94	2,41
PA30	12,57	5,44	9,01
PA31	3,92	4,56	4,24
PA32	3,74	9,64	6,69

Tabel 4.18 Rekapitulasi Nilai *Effectiveness To Difficulty* (ETDk)

Aksi Mitigasi	Nilai <i>Effectiveness To Difficulty</i> (ETDk)		$\Sigma$ ETDk
	Responden 1	Responden 2	
PA33	3,56	11,06	7,31
PA34	3,74	8,47	6,10
PA35	3,74	1,16	2,45
PA36	2,49	1,25	1,87
PA37	5,49	7,11	6,30
PA38	1,19	2,37	1,78
PA39	3,56	11,76	7,66
PA40	3,38	4,85	4,11
PA41	0,88	3,23	2,19
PA42	1,13	6,75	3,94
PA43	0,71	3,20	1,95
PA44	6,39	3,20	4,79
PA45	1,19	1,60	1,39
PA46	1,07	9,14	5,10
PA47	3,17	4,55	3,86
PA48	1,00	2,32	1,66
PA49	3,87	3,62	3,75
PA50	0,63	2,81	1,72

Setelah melakukan penilaian ETDk, dilakukannya pengurutan aksi mitigasi risiko berdasarkan nilai yang tertinggi sampai yang terkecil. Dengan mengurutkan aksi mitigasi risiko dapat menentukan prioritas dalam mengatasi risiko dengan cara menerapkan aksi mitigasi sesuai urutan nilai ETDk tertinggi. Pengurutan aksi mitigasi dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Urutan Aksi Mitigasi

Mitigasi Risiko	Kode
Melakukan pembacaan gambar oleh dua orang atau lebih	PA20
Mengimplementasikan sistem <i>Vendor Managed Inventory</i> (VMI)	PA30
Memperhatikan deskripsi atau catatan terkait dengan gambar	PA3

Tabel 4.19 Urutan Aksi Mitigasi

<b>Mitigasi Risiko</b>	<b>Kode</b>
Menyusun kontrak dengan pemasok	PA39
Menggunakan simbol untuk menggambarkan material	PA7
Memperhatikan ketelitian setiap digit angka dan toleransi ukuran	PA33
Mengawasi kinerja pemasok secara berkala	PA1
Menetapkan skala yang tepat	PA32
Meminta daftar kesediaan material yang dimiliki pemasok	PA37
Menetapkan jadwal pemeriksaan	PA34
Menerapkan standar operasional yang jelas dan terdokumentasi	PA21
Berkoordinasi dengan kontraktor dan tim lapangan	PA26
Melakukan koordinasi dengan divisi <i>engineering</i>	PA18
Melakukan pemeriksaan yang sistematis pada setiap bahan baku	PA14
Merancang ulang tata letak ruang penyimpanan	PA46
Melakukan validasi data dengan divisi produksi	PA44
Melakukan inspeksi menyeluruh terhadap barang	PA11
Menggunakan penomoran dan label pada gambar	PA5
Memperjelas dimensi khusus	PA6
Melakukan <i>forecasting</i> pemesanan material	PA31
Melakukan diversifikasi pemasok	PA40
Mencermati setiap komponen penyusun desain	PA2
Mengelola inventaris dalam manajemen produksi	PA42
Melakukan persetujuan desain dengan pelanggan	PA9
Menerapkan sistem informasi manufaktur	PA47
Membuat <i>checklist</i> untuk setiap tahap produksi	PA17
Menghitung estimasi kebutuhan <i>raw material</i> per periode produksi	PA49
Solutif dan adaptif terhadap perubahan perancangan	PA19
Melakukan diskusi dengan divisi produksi dan divisi PPIC	PA4

Tabel 4.19 Urutan Aksi Mitigasi

<b>Mitigasi Risiko</b>	<b>Kode</b>
Memanfaatkan platform <i>online</i> dan alat komunikasi tertentu	PA24
Mengelompokkan material sesuai urutan pengiriman	PA28
Menata barang berdasarkan bobot	PA10
Verifikasi dan validasi gambar dengan divisi produksi, PPIC, dan <i>quality control</i>	PA13
Mengambil sampel <i>raw</i> material yang representatif	PA15
Menempatkan material pada posisi yang tepat	PA23
Memastikan kemampuan sumber daya manusia	PA27
Mencatat hasil pemeriksaan dengan teratur	PA35
Melakukan simulasi penataan barang	PA29
Melakukan identifikasi spesifikasi material	PA22
Merencanakan cadangan <i>raw</i> material	PA41
Mengadakan pertemuan dan diskusi secara rutin	PA25
Melakukan pencatatan barang yang terintegrasi dengan sistem	PA43
Mendeskripsikan material pada bagian tersendiri	PA8
Menggunakan <i>checklist</i> kesesuaian spesifikasi barang	PA36
Menggunakan material alternatif	PA38
Memperkirakan jumlah penggunaan <i>raw</i> material	PA50
Menetapkan prosedur revisi gambar	PA48
Menetapkan ruang penyimpanan sesuai dengan volume material	PA45
Menggunakan papan layar untuk pemantauan visual	PA16
Memperhatikan peletakan gambar	PA12

Berdasarkan Tabel 4.19, 50 aksi mitigasi dapat diimplementasikan secara keseluruhan dengan cara melihat tingkat dampak yang timbul dan frekuensi kemunculannya, merencanakan pelaksanaan yang jelas dan terperinci pada setiap aksi mitigasi, dan melakukan pemeriksaan maupun evaluasi secara berkala penerapan aksi mitigasi dalam menjamin penerapan dilakukan sesuai rencana.

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Pengolahan Data

Hasil pengolahan data HOR fase 1 terdapat 46 penyebab risiko yang timbul dari 29 kejadian risiko pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja. 5 proses *plan*, *source*, *make*, *deliver*, dan *return* didasarkan pada model SCOR untuk mengelompokkan aktivitas setiap divisi yang terlibat. Setelah risiko teridentifikasi, dilakukan penilaian tingkat keparahan dampak yang timbul (*severity*) pada kejadian risiko (*risk event*), penilaian tingkat frekuensi kemunculan (*occurrence*) pada penyebab risiko (*risk agent*), dan penilaian tingkat hubungan (*correlation*) antara kejadian risiko (*risk event*) dengan penyebab risiko (*risk agent*). Penilaian risiko sebagai dasar dalam menghitung nilai FARP.

Dalam mengimplementasikan IFS dalam metode HOR, FIS digunakan untuk mengevaluasi dan mengelola risiko berdasarkan aturan-aturan *fuzzy* yang telah ditentukan, sehingga menghasilkan nilai FARP yang pasti. Metode FIS yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode mamdani, *input* yang digunakan adalah nilai *severity*, *occurrence*, dan *correlation*, serta menghasilkan *output* berupa nilai FARP. Nilai FARP akan diurutkan, dihitung nilai kumulatif, dan persentase kumulatif sebagai dasar penentuan *risk agent* prioritas yang akan diberikan aksi mitigasi. *Risk agent* prioritas ditentukan menggunakan diagram pareto dengan konsep 80:20, sehingga *risk agent* prioritas adalah *risk agent* dengan nilai persentase mencapai 80%. Dari 46 *risk agent* yang terjadi pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja, diperoleh sebanyak 28 *risk agent* prioritas dan *risk agent* yang paling prioritas atau memiliki nilai FARP tertinggi adalah pemasok tidak dapat memenuhi pesanan (A9).

Setelah dilakukan pengolahan data pada HOR fase 1, kemudian dilanjutkan untuk mengolah *risk agent* prioritas pada HOR fase 2. Langkah pertama yang dilakukan adalah menyusun aksi mitigasi berdasarkan *risk agent* prioritas, diperoleh 49 aksi mitigasi, dilanjutkan dengan melakukan penilaian tingkat hubungan (*correlation*) antara *risk agent* prioritas dengan aksi mitigasi, dilanjutkan dengan menghitung nilai  $TE_k$ , dilanjutkan dengan menilai tingkat derajat kesulitan penerapan ( $DE_k$ ) aksi mitigasi, dan yang terakhir yaitu menghitung nilai  $ETD_k$ . HOR fase 2 menghasilkan pengurutan

strategi mitigasi risiko untuk menentukan urutan penerapan yang harus dilakukan oleh PT Artha Mas Graha Andalan agar dapat meminimalisir risiko akan timbul kembali dan meningkatkan produktivitas jaringan rantai pasok fabrikasi baja.

Salah satu aksi mitigasi yang dibahas merupakan aksi mitigasi pada urutan kedua yaitu mengimplementasikan sistem *Vendor Managed Inventory* (VMI) (A31), dengan melakukan pembahasan secara mendalam pada aksi mitigasi tersebut, diharapkan dapat mengurangi *risk agent* yang paling prioritas atau memiliki nilai FARP tertinggi, yaitu adalah pemasok tidak dapat memenuhi pesanan (A9). Implementasi sistem *Vendor Managed Inventory* (VMI) digunakan untuk meningkatkan efisiensi proses pengadaan material yang melibatkan pemasok dalam memantau persediaan material.

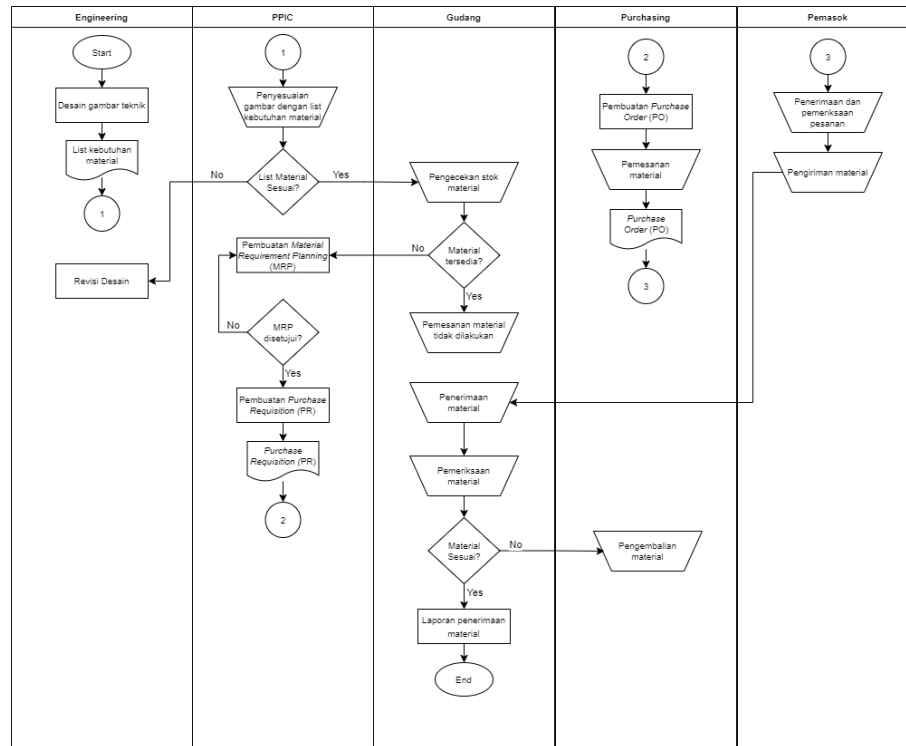
Dilakukannya pembahasan terhadap 1 *risk agent* dari 28 *risk agent* prioritas yang dievaluasi dalam HOR fase 1, didasarkan pada risiko yang memiliki dampak paling signifikan dan frekuensi kemunculan suatu risiko paling banyak di antara seluruh *risk agent* yang diidentifikasi. Dengan berfokus pada analisis lebih lanjut terhadap 1 *risk agent*, perusahaan dapat mengalokasikan sumber daya dan perhatian dengan lebih efektif dalam mengimplementasikan strategi mitigasi yang paling efisien dan efektif.

## **5.2 Proses Pengadaan Material Saat Ini**

Proses pengadaan material yang dilakukan oleh PT Artha Mas Graha Andalan dimulai dari divisi *engineering* membuat desain gambar teknik, kemudian dihasilkan dokumen daftar kebutuhan material. Daftar kebutuhan material akan disesuaikan oleh divisi PPIC, apabila list kebutuhan material sesuai dengan gambar, maka akan dilakukan pengecekan stok material yang dilakukan oleh divisi gudang, apabila daftar kebutuhan material tidak sesuai dengan gambar, maka akan dilakukan revisi desain oleh divisi *engineering*.

Masuk kepada tahap pengecekan stok material, apabila material tersedia, maka tidak dilakukannya pemesanan material, sedangkan apabila material tidak tersedia maka akan dibuat *Material Requirement Planning* (MRP). Setelah MRP disetujui, dilakukan pembuatan *Purchase Requisition* (PR) mengenai permintaan pemesanan material dan akan dihasilkan dokumen *Purchase Requisition* (PR). Dokumen PR merupakan dasar sebagai pembuatan *Purchase Order* (PO) dan pemesanan material yang dilakukan oleh Divisi *Purchasing*. Dokumen *Purchase Order* (PO) akan diserahkan kepada pemasok untuk diterima dan diperiksa, kemudian dilakukan pengiriman material oleh pemasok dan akan diterima oleh Divisi Gudang. Material yang diterima akan dilakukan

pengecekan kesesuaian dengan dokumen PO yang diberikan kepada pemasok oleh Divisi *Purchasing*, apabila material sesuai maka akan dibuat laporan penerimaan material, apabila material tidak sesuai, maka akan dilakukannya pengembalian material ke pemasok. Diagram alur proses pengadaan material pada PT Artha Mas Graha Andalan dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Diagram Alir Pengadaan Material

Sistem pengadaan material yang dilakukan oleh PT Artha Mas Graha Andalan saat ini menggunakan bantuan aplikasi Excel yang mengandalkan *spreadsheet* dalam mencatat data stok, membuat catatan kebutuhan, dan melacak pembelian. Setiap kali ada permintaan baru, staf harus memperbarui *spreadsheet*, memasukkan atau mengurangi jumlah stok, dan menghitung kebutuhan berdasarkan estimasi atau data historis sebelumnya. Sistem ini berpeluang besar menimbulkan risiko karena bergantung pada *input* manual dan tidak tersedianya sistem otomatis dalam mengawasi stok atau pemesanan ulang ketika stok mencapai tingkat minimum. Akibatnya, perusahaan mengalami risiko keterlambatan pengiriman, stok yang terlalu banyak, atau kekurangan material produksi.



### 5.3 Implementasi Sistem *Vendor Managed Inventory* (VMI)

Implementasi Sistem VMI merupakan tahapan merancang desain sistem informasi proses pengadaan material yang melibatkan pemasok dalam memantau stok persediaan yang terdapat di PT Artha Mas Graha Andalan. Desain sistem informasi berfokus pada perancangan aliran informasi yang terjadi selama proses pengadaan material terbagi menjadi dua tahapan, yaitu perancangan *use case diagram* dan *data flow diagram* (DFD).

#### 5.3.1 *Use Case Diagram*

*Use Case Diagram* merupakan gambaran yang menunjukkan bagaimana aktor berinteraksi dengan sistem. Diagram ini tidak hanya menunjukkan interaksi, tetapi juga merangkum secara luas fungsi-fungsi utama yang ada dalam sistem tersebut. Sebelum dilakukan *pembuatan use case diagram*, terlebih dahulu melakukan identifikasi aktor yang terlibat beserta peran yang dilakukan dalam sistem informasi tersebut. Penentuan aktor beserta perannya dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Identifikasi Aktor

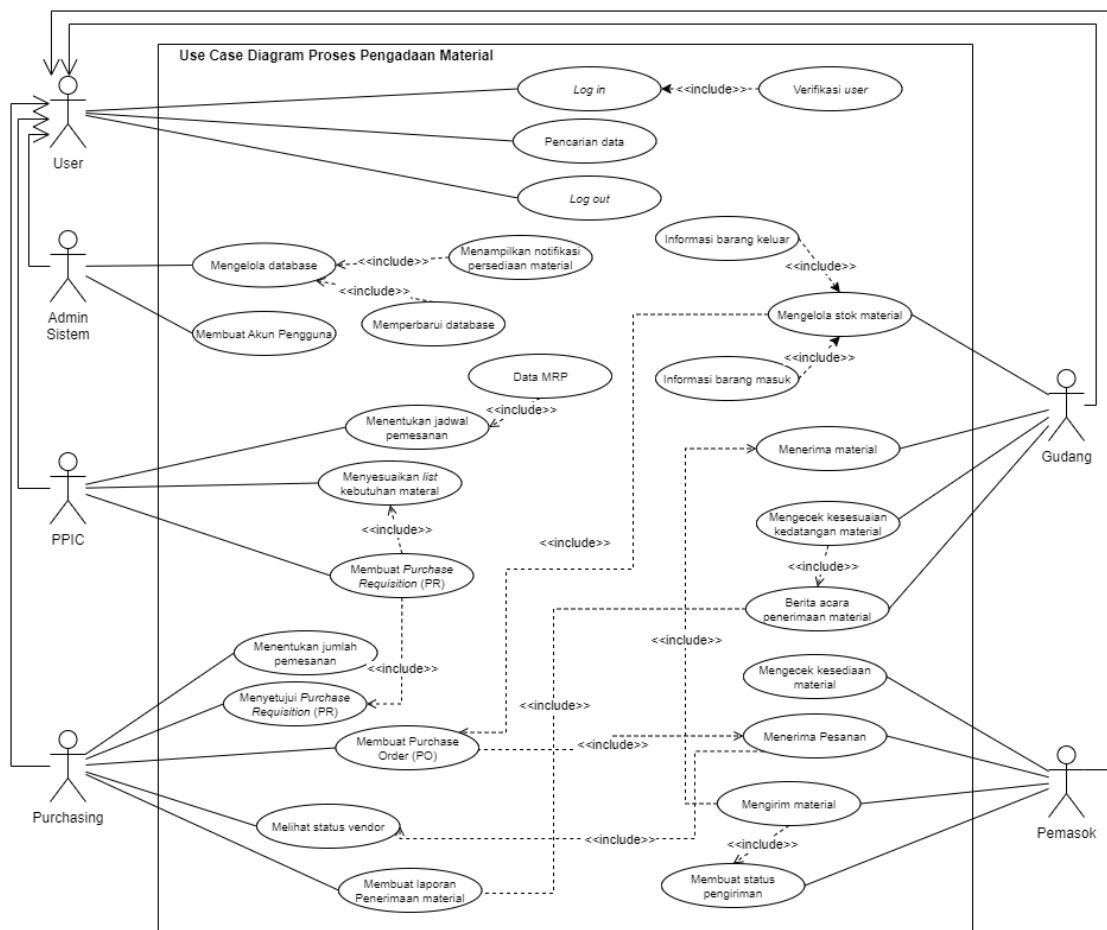
Aktor	Peran
<i>User</i>	Generalisasi antara aktor admin sistem, PPIC, <i>purchasing</i> , gudang dan pemasok untuk dapat mengakses sistem yang dirancang
Admin Sistem	Mengelola dan memelihara sistem secara keseluruhan untuk memastikan bahwa sistem berjalan dengan baik, membuat akun kepada setiap aktor, memperbarui input data yang diberikan setiap aktor, dan memberikan akses kepada aktor sesuai dengan hierarki yang telah ditetapkan.
PPIC	Merencanakan kebutuhan material berdasarkan list kebutuhan material yang terdapat di gambar, mengidentifikasi material yang diperlukan, dan memberikan informasi kepada tim <i>Purchasing</i> untuk melakukan pemesanan.
<i>Purchasing</i>	Melakukan proses pemesanan material kepada pemasok serta memastikan ketersediaan material sesuai dengan jadwal produksi yang telah direncanakan oleh PPIC dan

melakukan pengembalian material ke pemasok apabila terdapat pesanan yang tidak sesuai.

**Gudang**  
Menerima, menyimpan, dan mengelola stok material untuk memastikan kesediaan material yang dibutuhkan dalam proses produksi serta melakukan pemantauan perputaran stok material.

**Pemasok**  
Mengelola stok material berdasarkan jadwal produksi serta memastikan kualitas, jumlah, dan waktu pengiriman material sesuai dengan permintaan yang telah diajukan.

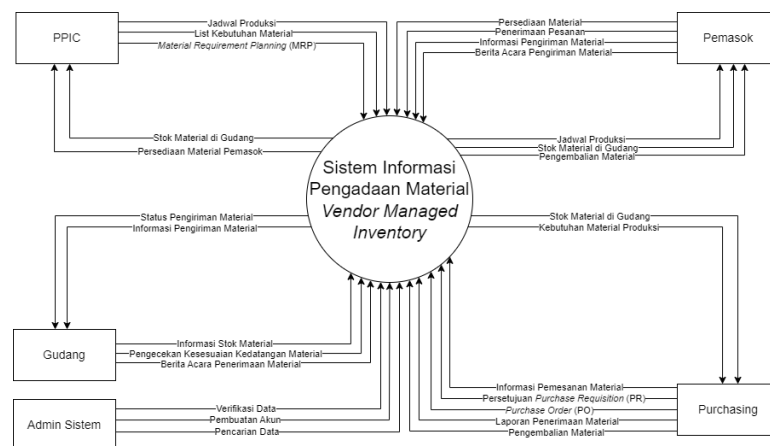
Hasil rancangan *Use case diagram* pada sistem informasi pengadaan material berdasarkan *Vendor Managed Inventory (VMI)* dapat dilihat pada Gambar 5.2.



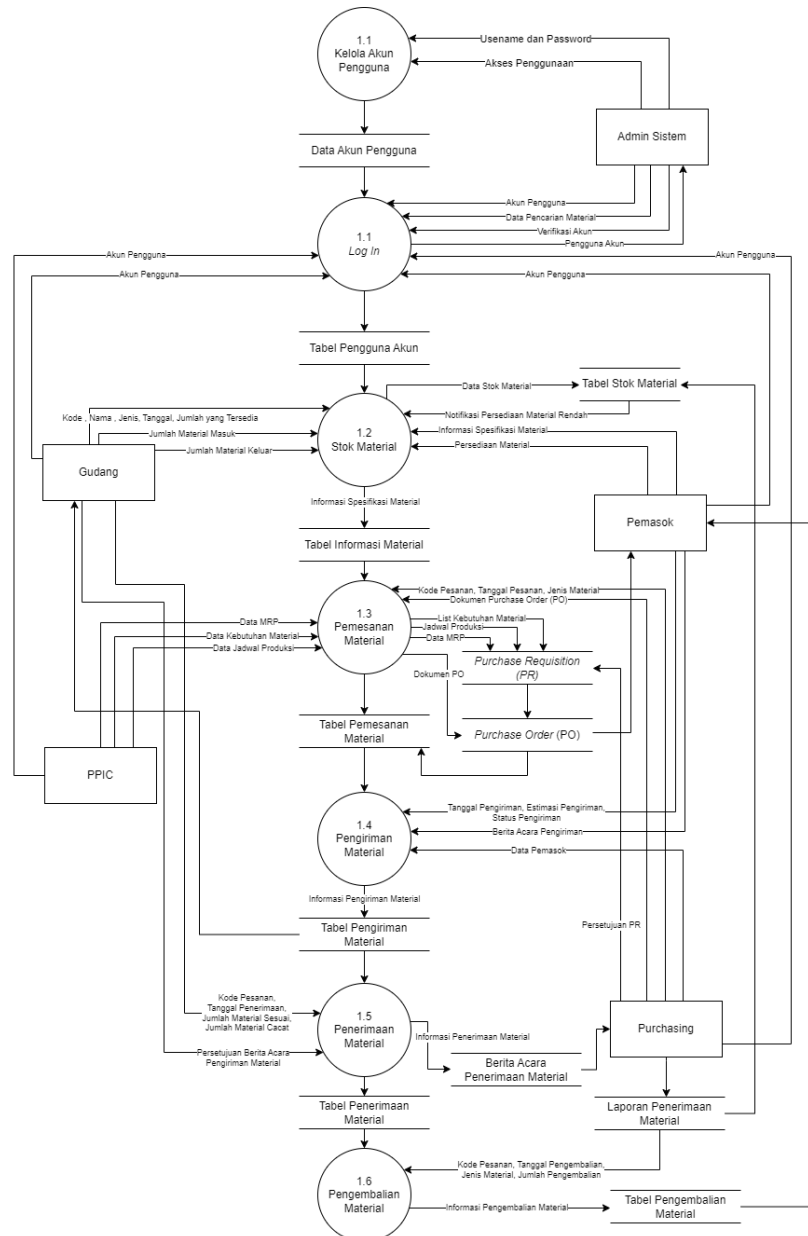
Gambar 5.2 Use Case Diagram

### 5.3.2 Data Flow Diagram

*Data Flow Diagram* (DFD) adalah model logika yang dapat mewakili aliran kerja atau langkah-langkah dalam suatu proses yang berfokus pada aliran dan perubahan data. DFD mencakup asal data, tujuan data, proses yang dihasilkan dari data, dan cara data berinteraksi. Dalam penelitian ini terdiri dari 2 level, yaitu DFD level 0 atau *context diagram* dan DFD level 1 menggunakan notasi yang telah digunakan oleh Yourdon dan Coad. *Context diagram* atau DFD level 0 merupakan gambaran dari satu proses utama yang terhubung dengan berbagai entitas yang memiliki perannya masing-masing dalam menggambarkan aliran informasi proses pengadaan material berdasarkan sistem VMI. DFD level 1 menampilkan gambaran yang lebih kompleks mengenai aliran informasi dengan memasukkan data store ke dalam diagram tersebut. Dalam DFD level 1 terdapat 6 proses utama, yaitu *login*, kelola akun pengguna, stok material, pemesanan material, pengiriman material, dan penerimaan material. *Context diagram* atau DFD level 0 dan DFD level 1 dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4.



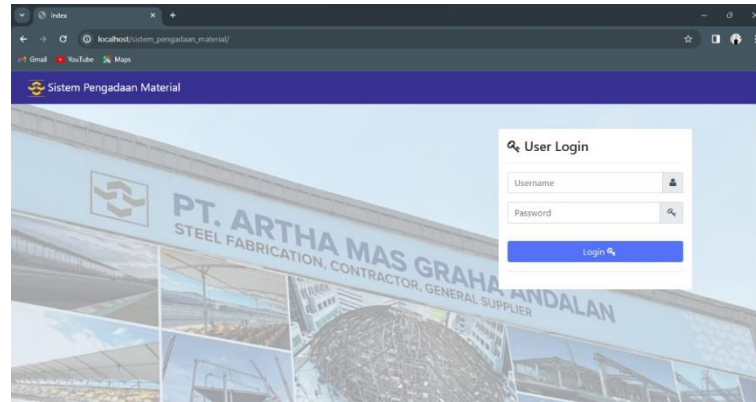
Gambar 5.3 *Context Diagram*



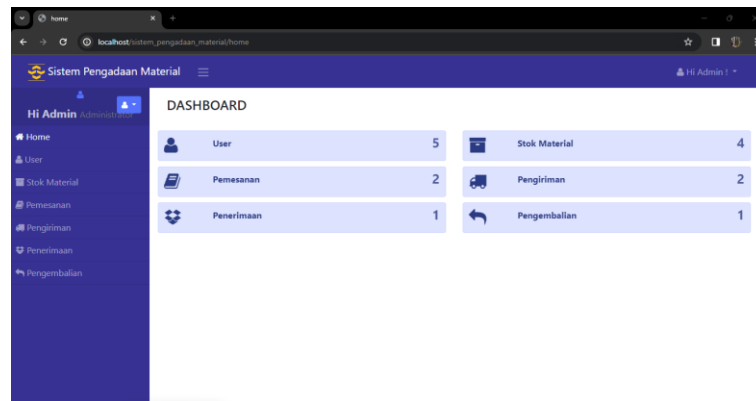
Gambar 5.4 DFD Level 1

## 5.4 Tampilan Sistem

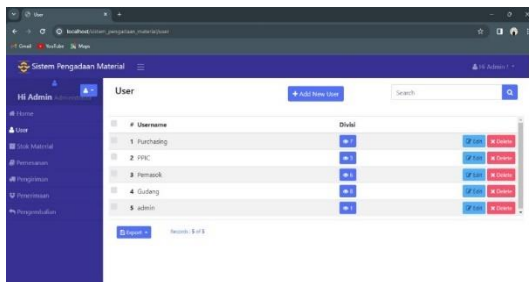
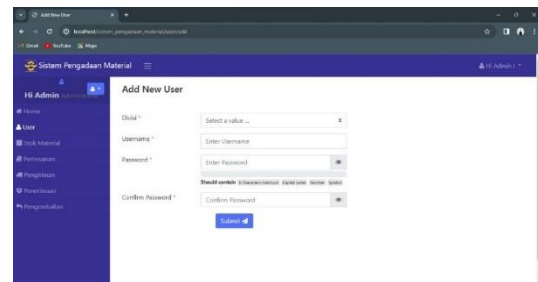
Halaman *login* merupakan akses utama dari *user* dalam menggunakan sistem pengadaan material. Admin sistem bertugas dalam membuat setiap akun pengguna bagi para user dengan memberikan *username* dan *password* serta mengelola akses para *user* pada sistem pengadaan material. Tampilan *login* dapat dilihat pada Gambar 5.5.

Gambar 5.5 Tampilan Halaman *Login*

Menu *home* atau *dashboard* menampilkan perkembangan menu yang sedang diakses oleh para user, sehingga dapat mengetahui progres yang terdapat pada setiap menu. Tampilan menu *home* dapat dilihat pada Gambar 5.6.

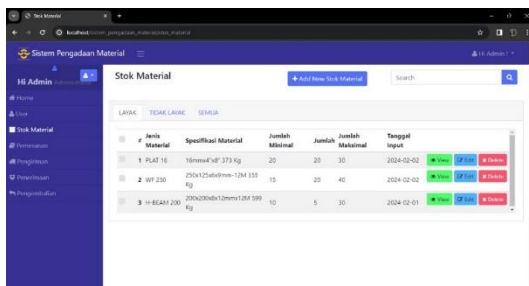
Gambar 5.6 Tampilan *Home*

Menu *user* menampilkan jumlah pengguna yang memiliki hak untuk menggunakan sistem. Setiap *user* akan diberikan akun oleh admin sistem dan memiliki keterbatasan akses pada setiap menu agar peran dan tanggung jawab dari setiap *user* sesuai ketika menggunakan sistem tersebut. Tampilan menu *user* dan penambahan *user* dapat dilihat pada Gambar 5.7 dan Gambar 5.8.

Gambar 5.7 Tampilan Menu *User*Gambar 5.8 Tampilan Penambahan *User*

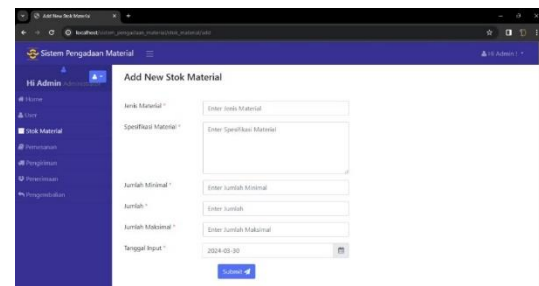
Menu stok material merupakan halaman yang menampilkan persediaan stok material yang terbagi menjadi 2 bagian, yaitu material dengan kondisi layak dan tidak layak

untuk digunakan pada proses produksi. Material layak adalah material yang memenuhi spesifikasi dan siap digunakan untuk proses produksi, sedangkan material yang tidak layak adalah material cacat yang dikembalikan oleh perusahaan kepada pemasok dari menu pengembalian karena tidak memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Seluruh *user* dapat melihat menu stok material guna memantau persediaan material, tetapi untuk melakukan penambahan stok material hanya dapat dilakukan oleh divisi gudang untuk melaporkan persediaan yang tersedia. Pemasok akan terlibat dalam memantau stok material dengan melihat jumlah tersedia, jumlah minimal, dan jumlah maksimal persediaan material yang dimiliki oleh perusahaan. Pemasok akan memberikan penawaran ke perusahaan untuk mengirimkan material pada jumlah stok material yang sama ataupun kurang dari jumlah minimal yang harus dimiliki perusahaan. Tampilan stok material dan penambahan stok persediaan material dapat dilihat pada Gambar 5.9 dan Gambar 5.10.



#	Item Material	Spesifikasi Material	Jumlah Minimal	Jumlah Input	Jumlah Maksimal	Tanggal Input
1	PLAT 16	16mmx4'x8' 373 Kg	20	20	30	2024-02-02
2	WF 250	250x125x60mm-12M 335 Kg	15	20	40	2024-02-02
3	H-BEAM 200	200x200x60x12mm-12M 589 Kg	10	5	30	2024-02-01

Gambar 5.9 Tampilan Menu Stok Material



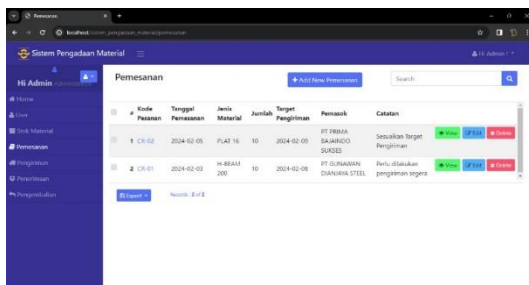
Gambar 5.10 Tampilan Penambahan Stok Material

Dalam menu stok material diberikan contoh sebanyak 3 material yang menjadi krusial dalam penggunaannya. Stok material yang ditampilkan seperti plat 16, stok yang tersedia tidak harus sama dengan stok minimal yang dimilikinya, karena plat 16 mudah untuk didapatkan dan waktu pengiriman yang tidak terlalu lama. WF 250 merupakan material yang sangat sering digunakan dalam proses produksi, sehingga stok material yang terdapat pada gudang harus melebihi jumlah minimal. Untuk material H BEAM 200 stok material akan dipesan setelah jumlah stok mencapai atau kurang dari jumlah minimal karena karakteristik material tersebut memiliki bentuk yang besar sehingga ketika terdapat penyimpanan material yang banyak, maka tempat penyimpanan yang memenuhi kapasitasnya.

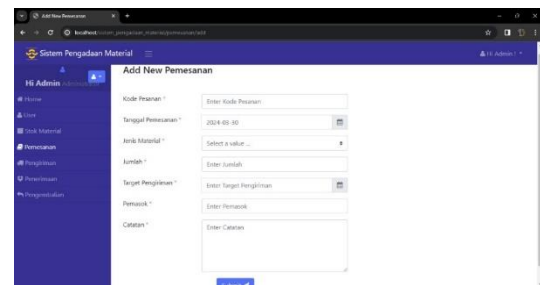
Menu stok material juga melibatkan pemasok yang memiliki karakteristik yang jelas dan sangat mempengaruhi kegiatan operasional perusahaan. Keahlian dan kualitas material menjadi faktor utama dalam pemulihan pemasok. Pengembangan dan

penyediaan material harus membawa bahan yang memenuhi tolok ukur kualitas tinggi dan solid sesuai jumlah yang diperlukan. Ketersediaan produk dan layanan pengiriman tepat waktu juga menjadi sangat penting karena proyek konstruksi sering memiliki jadwal yang ketat dan bergantung pada kesediaan material. Salah satu pemasok yang memiliki hubungan erat dengan PT Artha Mas Graha Andalan dan memenuhi standar kualifikasi yang ditetapkan adalah Dianjaya Gunawan Steel yang memasok berbagai bahan baja jenis plat yang sering digunakan untuk proses fabrikasi. Penetapan Dianjaya Gunawan Steel sebagai provider didasarkan pada kombinasi yang ditujukan untuk menjamin aksesibilitas material yang berkualitas.

Menu pemesanan adalah halaman yang menampilkan pemesanan material yang dilakukan oleh pihak perusahaan. Semua user dapat melihat menu pemesanan, tetapi tidak semua user dapat melakukan penambahan pemesanan, hanya Divisi *Purchasing* yang diberikan akses oleh admin sistem untuk menambahkan pemesanan material berdasarkan data pemesanan yang diberikan oleh Divisi PPIC. Pemesanan yang dilakukan oleh Divisi *Purchasing* akan dikelola oleh pemasok untuk dilakukan proses persetujuan. Pesanan yang telah disetujui akan diperbarui statusnya oleh admin sistem dengan melihat aksi yang pada menu pemesanan. Tampilan menu pemesanan dan penambahan pemesanan dapat dilihat pada Gambar 5.11 dan Gambar 5.12.

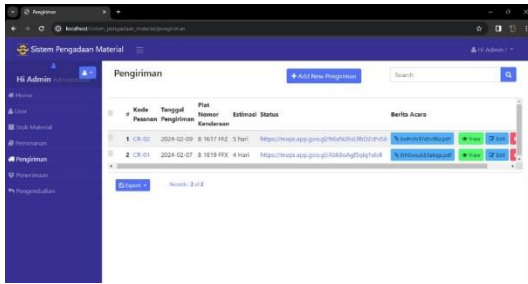


Gambar 5.11 Tampilan Menu Pemesanan

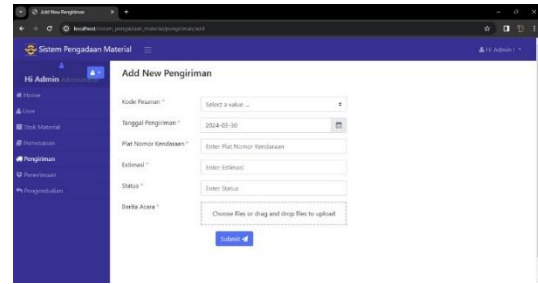


Gambar 5.12 Tampilan Penambahan Pemesanan

Menu pengiriman adalah halaman yang menampilkan pengiriman material dari pihak pemasok ke perusahaan, termasuk status pengiriman berupa link *google maps driver* dan berita acara yang dibuat oleh pemasok. Seluruh user dapat melihat menu pengiriman, tetapi hanya pemasok yang dapat menambahkan pengiriman material. Tampilan menu pengiriman dan penambahan pengiriman dapat dilihat pada Gambar 5.13 dan Gambar 5.14.

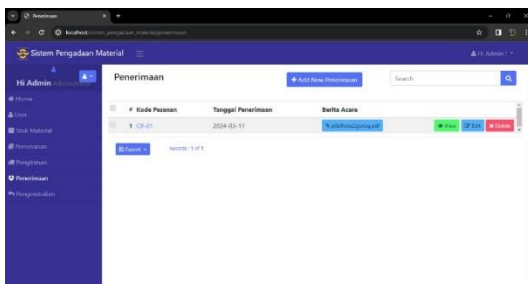


Gambar 5.13 Tampilan Menu Pengiriman

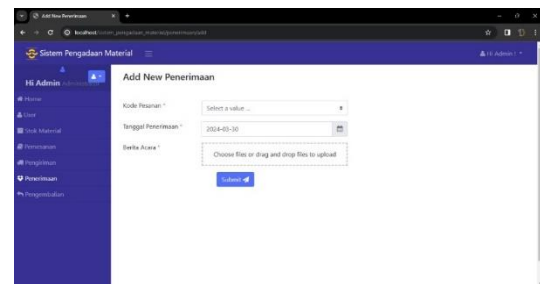


Gambar 5.14 Tampilan Penambahan Pengiriman

Menu penerimaan material merupakan halaman yang menampilkan status penerimaan material yang dikirim oleh pemasok. Di dalam menu penerimaan terdapat berita acara yang dibuat oleh divisi gudang yang berisi kesesuaian jumlah kedatangan material berdasarkan pemesanan material. Seluruh user dapat melihat menu penerimaan material, tetapi menu penambahan penerimaan hanya dapat diakses oleh divisi gudang. Tampilan menu penerimaan dan penambahan penerimaan dapat dilihat pada Gambar 5.15 dan Gambar 5.16.



Gambar 5.15 Tampilan Menu Penerimaan

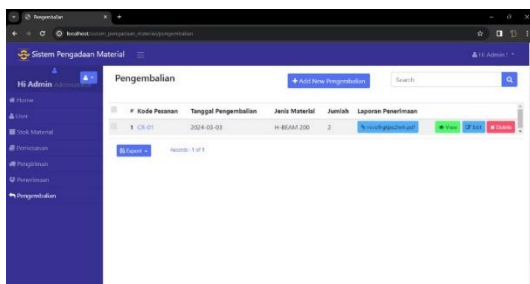


Gambar 5.16 Tampilan Penambahan Penerimaan

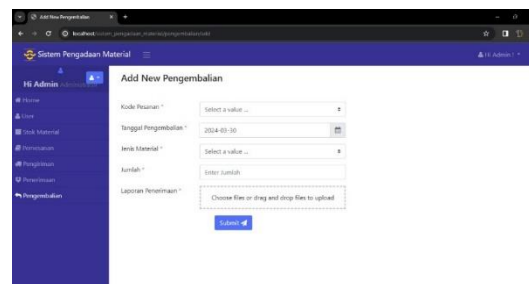
Menu pengembalian material adalah halaman yang menampilkan pengembalian pada material yang tidak sesuai spesifikasi. Material yang datang akan dilakukan pengecekan spesifikasi ukuran oleh Divisi PPIC. Jika terdapat material yang tidak sesuai, maka akan dilaporkan kepada Divisi *Purchasing* untuk dilakukan pengembalian material.

Menu pengembalian material menampilkan laporan penerimaan material yang berisi mengenai jumlah material yang dipesan, material yang diterima, dan material yang tidak sesuai. Material yang ditambahkan dalam menu pengembalian akan masuk ke menu stok material yang tidak layak. Seluruh *user* dapat melihat menu pengembalian material, tetapi penambahan pengembalian hanya dapat diakses oleh Divisi *Purchasing*. Pemasok akan melakukan pengecekan ulang terhadap pengiriman material yang dilakukan untuk menyetujui pengembalian material. Tampilan menu pengembalian dan penambahan pengembalian dapat dilihat pada Gambar 5.17 dan Gambar 5.18.





Gambar 5.17 Tampilan Menu Pengembalian



Gambar 5.18 Tampilan Penambahan Pengembalian

## 5.5 Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan suatu usaha untuk melihat kinerja sistem dapat bekerja sesuai dengan rancangannya. Metode *black box testing* digunakan dalam menguji sistem VMI. *Black box testing* adalah pengujian untuk memverifikasi kegunaan dari suatu sistem tanpa memahami kode-kode penyusun sistem yang sedang dikembangkan. Dengan melakukan *black box testing*, upaya untuk mendeteksi kegagalan (*error*) yang terjadi di dalam sistem dapat ditemukan dengan mudah, sehingga dapat meminimalisir terjadinya kegagalan (*error*) dan memastikan *output* yang dihasilkan sesuai dengan harapan *user* (Mustaqbal et al., 2015). Hasil pengujian sistem menggunakan pengujian black box dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Pengujian Sistem

Aktivitas Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Login Sistem	Melakukan <i>log in</i> sistem sesuai <i>username</i> dan <i>password</i> yang telah diberikan oleh admin sistem	Berhasil masuk ke sistem sesuai <i>username</i> dan <i>password</i> yang diberikan oleh admin sistem	Berhasil
	Melakukan <i>log in</i> sistem tidak sesuai <i>username</i> dan <i>password</i> yang diberikan oleh admin sistem	Muncul <i>pop up</i> kesalahan <i>username</i> dan <i>password</i>	Berhasil
Klik <i>Add New</i>	Melakukan penambahan	Stok material berhasil	Berhasil

Tabel 5.2 Pengujian Sistem

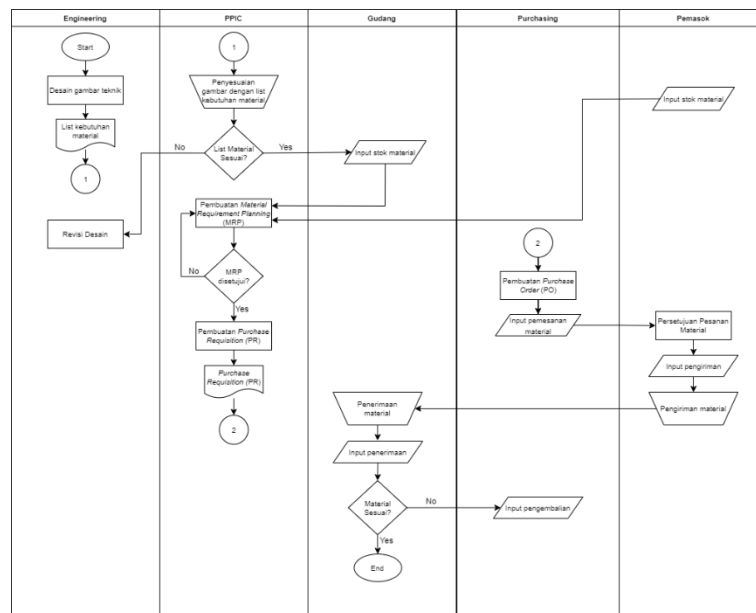
<b>Aktivitas Pengujian</b>	<b>Skenario Pengujian</b>	<b>Hasil yang diharapkan</b>	<b>Kesimpulan</b>
stok material	stok material oleh <i>user</i> yang diberikan akses oleh admin sistem	ditambahkan berdasarkan sumber yang melakukan <i>input</i> stok material	
	Melakukan penambahan stok material oleh <i>user</i> yang tidak diberikan akses oleh admin sistem	<i>User</i> hanya dapat melihat menu stok material dan tidak dapat mengakses penambahan stok material	Berhasil
Klik <i>Add New</i> Pemesanan	Melakukan pemesanan oleh <i>user</i> yang diberikan akses oleh admin sistem	Pesanan material dapat ditambahkan	Berhasil
	Melakukan pemesanan oleh <i>user</i> yang tidak diberikan akses oleh admin sistem	User hanya dapat melihat menu pemesanan dan tidak dapat mengakses penambahan pemesanan	Berhasil
Klik <i>Add New</i> pengiriman	Melakukan penambahan pengiriman oleh <i>user</i> yang diberikan akses oleh admin sistem	Pengiriman dapat ditambahkan	Berhasil
	Melakukan penambahan pengiriman oleh <i>user</i> yang diberikan akses oleh admin sistem	<i>User</i> hanya dapat melihat menu pengiriman dan tidak dapat mengakses penambahan pengiriman	Berhasil
Klik <i>Add New</i> Penerimaan	Melakukan penambahan penerimaan oleh <i>user</i> yang diberikan akses oleh admin sistem	Penerimaan dapat ditambahkan	Berhasil
	Melakukan penambahan penerimaan oleh <i>user</i> yang diberikan akses oleh admin sistem	<i>User</i> hanya dapat melihat menu penerimaan dan tidak dapat mengakses penambahan penerimaan	Berhasil

Tabel 5.2 Pengujian Sistem

Aktivitas Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Klik <i>Add New</i> Pengembalian	Melakukan penambahan pengembalian oleh <i>user</i> yang diberikan akses oleh admin sistem	Pengembalian dapat ditambahkan	Berhasil
	Melakukan penambahan pengembalian oleh <i>user</i> yang diberikan akses oleh admin sistem	<i>User</i> hanya dapat melihat menu pengembalian dan tidak dapat mengakses penambahan pengembalian	Berhasil

**5.6 Perbandingan Proses Pengadaan Material**

Usulan aksi mitigasi yang diberikan dapat meringkas proses pengadaan material menjadi lebih efisien karena setiap proses sudah diintegrasikan oleh suatu sistem VMI. Proses pengadaan material setelah diberikan usulan dapat dilihat pada Gambar 5.19.



Gambar 5.19 Proses Pengadaan Material Setelah Usulan

Berdasarkan diagram alir usulan proses pengadaan material pada Gambar 5.19, terdapat beberapa perbedaan proses pengadaan material sebelum diberikannya usulan, seperti pemantauan stok material dilakukan oleh divisi gudang dan pemasok, *input*

pemesanan, *input* pengiriman, *input* penerimaan, dan *input* pengembalian, sehingga seluruh proses pengadaan material dapat dipantau secara detail oleh setiap divisi. Proses pengadaan material pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja di PT Artha Mas Graha Andalan saat ini, melakukan pemesanan material berdasarkan pesanan pelanggan dan masih menimbulkan beberapa risiko yang berdampak pada keterlambatan proses produksi akibat material yang belum tersedia.

Dalam upaya mengatasi risiko tersebut, maka diusulkan untuk dilakukannya penerapan sistem VMI. Langkah ini dapat memberikan solusi yang efektif dalam meningkatkan efisiensi proses pengadaan material. Dengan adanya sistem VMI, perusahaan akan mengontrol persediaan material secara efisien serta merespon dengan cepat permintaan pelanggan, sehingga risiko terkait pengadaan material dapat berkurang bahkan dapat mencegah timbulnya kembali risiko tersebut. Perbedaan proses pengadaan material saat ini dengan usulan yang diberikan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Perbedaan Proses Pengadaan Material

Aspek	Proses Pengadaan Material	
	Saat Ini	Usulan yang diberikan
Kebutuhan Material	Dilakukan oleh divisi PPIC berdasarkan perkiraan proses produksi	Dilakukan menggunakan sistem yang terintegrasi pada setiap <i>user</i> untuk menganalisis data historis produksi, tren pasar, dan permintaan pelanggan
Persediaan Material	Perkiraan yang dilakukan oleh divisi gudang	Pemantauan secara berkala menggunakan sistem
Pengelolaan Stok	Tidak melibatkan pemasok	Melibatkan Pemasok
Pemesanan Material	Dilakukan secara manual oleh divisi <i>purchasing</i> sesuai kloter pemesanan	Dilakukan berdasarkan kapasitas minimum stok material yang ditetapkan
Informasi	Informasi yang diberikan tidak lengkap dan divisi lain tidak mengetahui terkait proses pengadaan material	Perusahaan dan pemasok saling bertukar informasi terkait persediaan material

Aspek	Proses Pengadaan Material	
	Saat Ini	Usulan yang diberikan
Pengiriman Material	Pengiriman dilakukan berdasarkan estimasi dan ketersediaan material yang dimiliki pemasok	Pengiriman dilakukan lebih cepat karena stok yang dimiliki oleh pemasok dapat diketahui oleh pihak perusahaan.

Untuk mengetahui kondisi proses pengadaan material setelah diterapkannya usulan yang diberikan adalah dengan melakukan penilaian ulang terhadap risiko berkaitan dengan proses pengadaan material pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja. Risiko yang berkaitan dengan proses pengadaan material, yaitu pemasok tidak dapat memenuhi pesanan (A9), keterlambatan kedatangan material (A21), kesalahan perencanaan pemesanan material (A10), tidak tersedianya material (A46), dan pemasok tidak menjamin kesediaan material (A43).

Tabel 5.4 Penilaian Ulang

Risk Agent	Kode	Sebelum Diberikan Usulan				Setelah Diberikan Usulan			
		Nilai Occurrence		Nilai Severity		Nilai Occurrence		Nilai Severity	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Pemasok tidak dapat memenuhi pesanan	A9	6	5	8	8	1	1	2	2
Keterlambatan kedatangan material	A21	6	4	3	1	2	1	2	1
Kesalahan perencanaan pemesanan material	A10	4	5	8	8	2	2	4	2
Tidak tersedianya material	A46	3	4	7	2	1	1	2	2
Pemasok tidak menjamin kesediaan material	A43	5	4	6	2	3	2	4	1

Berdasarkan Tabel 5.4, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan penilaian pada 5 risiko yang berkaitan dengan proses pengadaan material. Penilaian ulang dilakukan dengan cara melakukan diskusi kepada 2 responden setelah pemaparan sistem VMI, untuk

menggali pemahaman responden terhadap usulan aksi mitigasi berupa konsep dan implementasi sistem VMI dalam proses pengadaan material.

Sistem VMI dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan maupun pemasok. Dengan melibatkan pemasok dalam pengelolaan inventaris, perusahaan dapat mengelola inventaris secara langsung dan berfokus pada peningkatan efisiensi operasional secara keseluruhan. Pemasok dapat mengurangi risiko kelebihan atau kekurangan stok, memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai kebutuhan pelanggan secara *real time*, dan membantu perencanaan produksi serta pengiriman material yang lebih tepat waktu. Penting untuk memastikan bahwa sistem VMI dirancang dan diterapkan secara kolaboratif, sehingga pemasok merasa memiliki dan terlibat dalam prosesnya.

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian dari hasil pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengolahan data HOR fase 1, risiko yang memiliki nilai FARP paling tinggi adalah pemasok tidak dapat memenuhi pesanan (A9). Risiko ini berkaitan dengan proses pengadaan material dalam jaringan rantai pasok fabrikasi baja, maka risiko tersebut akan menjadi prioritas untuk diberikan rancangan desain mitigasi.
2. Rancangan desain mitigasi yang diusulkan kepada PT Artha Mas Graha Andalan adalah pengembangan layanan pengadaan material melalui sistem *Vendor Managed Inventory* (VMI). Untuk memastikan stok material tersedia secara akurat, sistem VMI mengharuskan pemasok untuk memantau dan mengelola manajemen inventaris material. Hal ini meningkatkan produktivitas rantai pasok fabrikasi baja dalam hal pengadaan *raw* material yang diperlukan pada proses fabrikasi.

#### 6.2 Saran

Saran untuk PT Artha Mas Graha Andalan dan peneliti selanjutnya untuk pemanfaatan dan pengembangan terhadap penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. PT Artha Mas Graha Andalan dapat mempertimbangkan usulan desain aksi mitigasi risiko dalam mengelola risiko pada jaringan rantai pasok fabrikasi baja dan diharapkan dapat menerapkan desain mitigasi risiko yang telah diberikan guna meminimalisir risiko yang menghambat produktivitas perusahaan.
2. Peneliti selanjutnya dapat memperluas cakupan dengan menambahkan risiko finansial atau keuangan yang mencakup aspek biaya serta dapat menghitung estimasi biaya yang dikeluarkan. Dengan memperhatikan aspek finansial atau keuangan, didapatkan pemahaman mendalam terkait pencegahan risiko jaringan rantai pasok fabrikasi baja serta memberikan pandangan kuat dalam pengambilan keputusan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F., Kumala Sriwana, I., & Rumanti, A. A. (2023). Supply Chain Risk Mitigation for Logistics Service Companies. *Jurnal Sistem Teknik Industri (JSTI)*, 25(2), 272–283. <https://doi.org/10.32734/jsti.v25i2.11402>
- Ahmad Izzudin, I., Ernawati, D., & Rahmawati, N. (2020). ANALISA DAN MITIGASI RISIKO PADA PROSES SUPPLY CHAIN DENGAN PENDEKATAN HOUSE OF RISK DI PT. XYZ. *Juminten: Jurnal Manajemen Industri Dan Teknologi*, 1(3), 129–140.
- Akbar Romanto, F., & Handoko, F. (2022). METODE SUPPLY CHAIN OPERATION REFERENCE (SCOR) SEBAGAI ANALISIS KINERJA MANAJEMEN RANTAI PASOK DI PABRIK GULA PANDJIE. *Jurnal Mahasiswa Teknik Industri*, 5(1).
- Alexander, F., Sitohang, F., Profita, A., & Widada, D. (2022). ANALISIS PENGEMBANGAN STRATEGI MITIGASI PADA RISIKO RANTAI PASOK KAYU LOG (STUDI KASUS : PT SLJ GLOBAL TBK, SAMARINDA). *Jurnal Profensi*, 10(2), 128–140.
- Ariharti, M. A., Hubeis, M., & Suryahadi, S. (2017). SUPPLY CHAIN MANAGEMENT IN THE DEVELOPMENT OF MICRO, SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES COMPETITIVENESS OF PROCESSED FOOD. *Jurnal Aplikasi Manajemen*, 15(3), 422–431. <https://doi.org/10.21776/ub.jam.2017.015.03.07>
- Arslan, Ö., Karakurt, N., Cem, E., & Cebi, S. (2023). Risk Analysis in the Food Cold Chain Using Decomposed Fuzzy Set-Based FMEA Approach. *Sustainability (Switzerland)*, 15(17). <https://doi.org/10.3390/su151713169>
- Ayu Nurjanah, D., Luluk Kusminah, I., Nadia Rachmat, A., & Nabella, N. (2023). Analisis Penentuan Komponen Kritis Small Excavator Menggunakan Metode FMEA dan Diagram Pareto. In *HEALTH, AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING* (Vol. 1, Issue 1).
- Brindley, C. (2004). *Supply Chain Risk* (1st ed.). Routledge.
- Chairunnisa, F., Siregar, M. R., Manajemen, M. J., Ekonomi, F., Bisnis, D., Syiah Kuala, U., & Dosen, ). (2019). PENGARUH RISIKO FISIK DAN RISIKO PSIKOLOGIS TERHADAP NIAT BERKUNJUNG KEMBALI YANG DIMEDIASI OLEH CITRA KOGNITIF PADA WISATAWAN DI KOTA BANDA ACEH. In *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Ekonomi Manajemen* (Vol. 4, Issue 3).
- Daniarsyah, A. (2021, February 11). *Fabrikasi dalam Industri — Definisi, Jenis, Proses, dan Contoh Produknya*. Wira Griya.
- Dara Lufika, R., Denny Sentia, P., Erwan, F., & Muthmainnah, A. (2022). Risk Mitigation Design in the Production Process of Packaged Fruit Juice Drinks Using a Fuzzy Based House of Risk (HOR) Approach. *JSTI Jurnal Sistem Teknik Industri* \*Corresponding Author at: Jl. Syekh Abdurauf As Sinkili, 24(2), 2022. <https://doi.org/10.32734/jsti.v24i2.8498>
- Dwi Meilina, D., & Sulaiman, R. (2022). PENERAPAN INTUITIONISTIC FUZZY SETS (IFS) DALAM PENENTUAN JURUSAN KULIAH DENGAN METODE JARAK NORMAL EUCLIDEAN TERNORMALISASI. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 10(2).



- Dyah, E., Mawarni, A., & Moesriati, A. (2021). Kajian Kualitas Produksi Depot Air Minum Isi Ulang Kecamatan Genteng Kota Surabaya dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *JURNAL TEKNIK ITS*, 10(2), 88–93.
- Evander Wijaya, C., & Olyvia Doaly, C. (2022a). ANALISIS MANAJEMEN RISIKO PADA AKTIVITAS SUPPLY CHAIN PERUSAHAAN BAJA DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE HOUSE OF RISK. In *Jurnal Mitra Teknik Industri* (Vol. 1, Issue 3).
- Evander Wijaya, C., & Olyvia Doaly, C. (2022b). ANALISIS MANAJEMEN RISIKO PADA AKTIVITAS SUPPLY CHAIN PERUSAHAAN BAJA DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE HOUSE OF RISK. In *Jurnal Mitra Teknik Industri* (Vol. 1, Issue 3).
- Fauzi, R. R., Johari, G. J., Hantari, A. N., & Triguna, I. (2022). *Identifikasi dan Penilaian Risiko pada Proyek Pembangunan Stasiun Garut Cibatuh*. <https://jurnal.itg.ac.id/>
- Fernandito Moruk, L., Sudirman Indra, H., & Priskasari, E. (2019). STUDI PERENCANAAN STRUKTUR BAJA DENGAN MENGGUNAKAN BREISING KONSENTRIS TIPE X PADA GEDUNG FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN UNIVERSITAS NEGERI MALANG. *JURNAL SONDIR*, 2, 20–24.
- Hanine, M., Boutkhoum, O., Barakaz, F. El, Lachgar, M., Assad, N., Rustam, F., & Ashraf, I. (2021). An intuitionistic fuzzy approach for smart city development evaluation for developing countries: Moroccan context. *Mathematics*, 9(21). <https://doi.org/10.3390/math9212668>
- J. Rindengan, A., & A.R. Langi, Y. (2019). *SISTEM FUZZY*. CV PATRA MEDIA GRAFINDO.
- Jamaludin, M. (2022). ANALISIS PERENCANAAN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (SCM) PADA PT. XYZ BANDUNG JAWA BARAT. *Jurnal Ilmu Administrasi*, 13(2).
- Julian, K., & Zega, T. (2023). Tata Kelola Perusahaan Yang Baik Sebagai Mitigasi Risiko Manajemen Kinerja Organisasi. *JURNAL MANAJEMEN RISIKO*, 3(2), 117–130.
- Kambu, F. S., Tjakra, J., & Walangitan, D. R. O. (2020). METODE PELAKSANAAN KONSTRUKSI BAJA PADA PEKERJAAN PROYEK PEMBANGUNAN KANTOR DISTRIBUSI OFFICE CENTER AIRMADIDI MINAHASA UTARA. *Jurnal Sipil Statik*, 8(5), 823–826.
- Ketut, I., Wiryasuta, H., Shofiyah, Q., & Azizah, W. M. (2022). IDENTIFIKASI RISIKO KONSTRUKSI PADA PEKERJAAN STRUKTUR BAJA WORKSHOP PT. INKA BANYUWANGI DENGAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP). *J-RITEKS: Jurnal Riset Sipil Dan Sains*, 1(1), 41–47. <https://jurnal.poliwangi.ac.id/index.php/Jriteks>
- Kurniawan, S., Marzuki, D., Ryanto, R., & Agustine, V. (2021a). Risk and Supply Chain Mitigation Analysis Using House of Risk Method and Analytical Network Process (A Case Study on Palm Oil Company). *The Winners*, 22(2). <https://doi.org/10.21512/tw.v22i2.7056>
- Kurniawan, S., Marzuki, D., Ryanto, R., & Agustine, V. (2021b). Risk and Supply Chain Mitigation Analysis Using House of Risk Method and Analytical Network Process (A Case Study on Palm Oil Company). *The Winners*, 22(2). <https://doi.org/10.21512/tw.v22i2.7056>

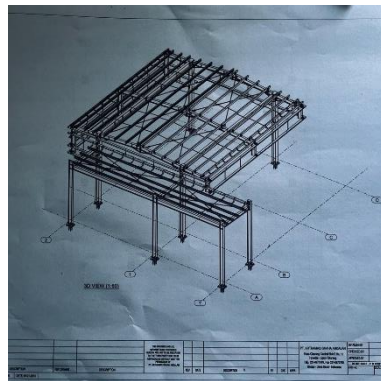
- Kusumadewi, S. (2002). *Analisis Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab* (Pertama, Vol. 1). Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu.
- Liansari, G. P., Rajiman, M. S., Imran, A., & Ramadhan, F. (2020). Risk mitigation in raw material distribution activities using house of risk method in manufacturing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 830(3). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/830/3/032086>
- Lintang Trenggonowati, D., & Atmi Pertiwi, N. (2017). ANALISIS PENYEBAB RISIKO DAN MITIGASI RISIKO DENGAN MENGGUNAKAN METODE HOUSE OF RISK PADA DIVISI PENGADAAN PT XYZ. In *Journal Industrial Servicess* (Vol. 3).
- Munizu, M. (2017). PENGARUH KEPERCAYAAN, KOMITMEN, DAN TEKNOLOGI INFORMASI TERHADAP KINERJA RANTAI PASOKAN (STUDI KASUS IKM PENGOLAH BUAH MARKISA DI KOTA MAKASSAR). *Jurnal Manajemen Dan Agribisnis*, 14(1). <https://doi.org/10.17358/jma.14.1.32>
- Mustaqbal, M. S., Firdaus, R. F., & Rahmadi, H. (2015). PENGUJIAN APLIKASI MENGGUNAKAN BLACK BOX TESTING BOUNDARY VALUE ANALYSIS (Studi Kasus : Aplikasi Prediksi Kelulusan SNMPTN). In *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan: Vol. I* (Issue 3).
- Norrman, A., & Jansson, U. (2004). Ericsson's Proactive Supply Chain Risk Management-approach After a Serious Supplier Accident. *Nternational Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(5), 434–456.
- Pudjo Widodo, P., & Trias Handayanto, R. (2012). *Penerapan Soft Computing dengan Matlab* (A. Mutiasari, Ed.; Revisi, Vol. 10). Rekayasa Sains.
- Pujawan, I. N., & Geraldin, L. H. (2009). House of risk: A model for proactive supply chain risk management. *Business Process Management Journal*, 15(6), 953–967. <https://doi.org/10.1108/14637150911003801>
- Purwaningsih, R., Ibrahim, C. N., & Susanto, N. (2021). ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO SUPPLY CHAIN PADA PENGADAAN MATERIAL PRODUKSI DENGAN MODEL HOUSE OF RISK (HOR) PADA PT. TOBA PULP LESTARI TBK, PORSEA, SUMATRA UTARA. *MIX: JURNAL ILMIAH MANAJEMEN*, 11(1), 64. <https://doi.org/10.22441/mix.2021.v11i1.005>
- Rafie, M., & Samimi Namin, F. (2015). Prediction of subsidence risk by FMEA using artificial neural network and fuzzy inference system. *International Journal of Mining Science and Technology*, 25(4), 655–663. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2015.05.021>
- Rahardi, I. (2020). PENGARUH PENGGUNAAN STRUKTUR BAJA PADA BANGUNAN 2 TINGKAT SEBAGAI BANGUNAN YANG HEMAT BIAYA STUDI. *JURNAL IMAJI*, 9(6), 771–777.
- Rahim, R., Akhiyar, D., & Sahrin, N. (2022). KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Perancangan Sistem Informasi Produksi Dengan SCM Pada Toko Konveksi. *Media Online*, 3(2), 220–227. <https://djournals.com/klik>
- Retnowo, M., & Fira Waluyo, anita. (2022). Penerapan Supply Chain Management Untuk Mengoptimalkan Produksi Berdasarkan Persediaan Barang. *JURNAL INFORMATION SYSTEM & ARTIFICIAL INTELLIGENCE*, 2(2), 157–164.
- Ridwan, A., Adha Ilhami, M., & Emerald, I. (n.d.). ANALISIS NILAI INDEKS BULLWHIP EFFECT PADA SISTEM SUPPLY CHAIN DAN RANCANGAN PERBAIKAN DENGAN PENDEKATAN SIMULASI (Studi Kasus di PT.XYZ).

- Safitri, K. I., Dahda, S. S., & Widyaningrum, D. (2021). ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO MENGGUNAKAN HOUSE OF RISK DAN FUZZY LOGIC PADA RANTAI PASOK PT. PETRONIKA. *JUSTI: Jurnal Sistem Dan Teknik Industri*, 2(1), 16–33.
- Sambodo, A., Kartika, D., Kuncoro, R., & Gunawan, S. (2020). ANALISIS MITIGASI RISIKO OPERASIONAL KONTRA BANK GARANSI PT. ASURANSI KREDIT INDONESIA KANTOR CABANG BALIKPAPAN BERBASIS ISO31000. In *Journal Industrial Servicess* (Vol. 5, Issue 2).
- Sanchez-Roger, M., Oliver-Alfonso, M. D., & Sanchís-Pedregosa, C. (2019). Fuzzy logic and its uses in finance: A systematic review exploring its potential to deal with banking crises. In *Mathematics* (Vol. 7, Issue 11). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/math7111091>
- Santana, S., Khairul Muttaqin, I., Astrid Chryasant Vrij, L., Asivadibrata, A., Fitria Kamaludin, N., Aulia Ghina, A., & Sarah Maesaroh, S. (2023). ANALISIS IMPLEMENTASI MANAJEMEN RISIKO PADA UMKM TASIKMALAYA (STUDI KASUS UMKM MIE BASO SARIRASA 81). In *Maret* (Vol. 11, Issue 2).
- Saputro, C. D. (2022). ANALISIS MANAJEMEN RISIKO PROYEK BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT DENGAN METODE SEVERITY INDEX. *JCEBT*, 6(2). <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jcebt>
- Simanjuntak, E. U. E., & Megantara, S. (2022). Kajian Risiko Proses Penyediaan Produk Semisolid Industri X di Cikarang Selatan. *Majalah Farmasetika*, 8(1), 44. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v8i1.40652>
- Sucahyowati, H., Ketatalaksanaan, S., Niaga, P., Kepelabuhanan, D., Maritim, A., & Cilacap, N. (2011). MANAJEMEN RANTAI PASOKAN (SUPPLY CHAIN MANAGEMENT). In *GEMA MARITIM* (Vol. 13, Issue 1).
- Sucipto, D. A., & Herwanto, D. (2022). Quality Control of Knitting Process with 4QC Tools and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 4(2), 65–76. <https://doi.org/10.46574/motivection.v4i2.111>
- Sudiantini, D., Irvana, N., & Fitra, Mb. W. (2023). PERAN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT DALAM SISTEM PRODUKSI DAN OPERASI PERUSAHAAN. *MUFAKAT*, 2(6), 54–66.
- Suhartono. (2012). NOMOR 18 TAHUN 1999 TENTANG JASA KONSTRUKSI (National Construction Sector and the Proposed Amendment of the Law No. *Jurnal Ekonomi & Kebijakan Publik*, 3(1), 91–107. [www.indopos.co.id/index.php/arsip-berita-nasional/34-berita-](http://www.indopos.co.id/index.php/arsip-berita-nasional/34-berita-)
- Suherman, A., & Cahyana, B. J. (2019, October 16). *Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) Dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebabnya*. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2019. [jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek](http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek)
- Suriandi, Harahap, U. N., & Nasution, R. H. (2022). Penerapan model HOR (HOUSE OF RISK) untuk mitigasi resiko pada produksi kusen di UD. Subur Jaya. *Jurnal VORTEKS*, 3(1), 149–156. <https://doi.org/10.54123/vorteks.v3i1.138>
- Suroso, H. C., & Yanuar, K. E. (2020). Analisa Potensi Bahaya pada Perusahaan Fabrikasi Baja menggunakan Metode HAZOP (Hazard and Operability Study). *Journal of Advance Information and Industrial Technology (JAIIIT)*, 2(1), 13–21.
- Sutanto, K. R., Nugraha, P., & Andi, A. (2018). Studi Kasus Waste Material Proses Fabrikasi Struktur Baja di Perusahaan EPC (*Engineering, Procurement,*

- Construction). *Jurnal Teknik Sipil*, 25(1), 33.  
<https://doi.org/10.5614/jts.2018.25.1.5>
- Tanuwijaya, E., & Sekarsari, D. J. (2018). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI KONTRAKTOR UTAMA DALAM PEMILIHAN SUBKONTRAKTOR PADA PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI. In *Jurnal Mitra Teknik Sipil* (Vol. 1, Issue 2).
- Tarigan, Y., & Mutmainah, S. S. (2023). Mitigasi Manajemen Risiko Rantai Pasokan pada Pasokan Produksi Bahan Baku Menggunakan House of Risk (HOR). *Jurnal Akuntansi, Ekonomi, Dan Manajemen Bisnis*, 11(1), 92–105.
- Teguh Oktiarso, Immanuel Nathaniel Ondang, & Sunday Noya. (2022). ANALISIS MANAJEMEN RISIKO DI CV. LADANG MANAGEMENT MENGGUNAKAN MODEL HOUSE OF RISK (HOR). *Jurnal Teknik Industri UMC*, 2(2).  
<https://doi.org/10.33479/jtiumc.v2i2.31>
- Ulfah, M., Bahauddin, A., Trenggonowati, D. L., Ekawati, R., Arina, F., Sonda, A., Ridwan, A., & Ferdinant, P. F. (2023). Identification and strategy for the risk mitigation of supply chain with Fuzzy House of Risk: A case study in pallet products. *Journal Industrial Servicess*, 9(1), 11.  
<https://doi.org/10.36055/jiss.v9i1.18953>
- Wang, Y. M., Chin, K. S., Poon, G. K. K., & Yang, J. B. (2009). Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. *Expert Systems with Applications*, 36(2 PART 1), 1195–1207.  
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.11.028>
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *INFORMATION AND CONTROL*, 8, 338–353.
- Zaitil Chairi, A., & Bestario Harlan, F. (2022). ANALISIS PENERAPAN MODEL HOUSE OF RISK TERHADAP DEFECT PRODUCT PT XYZ DI PT TENARIS HYDRIL. *JABA: Journal of Applied Business Administration*, 123–131.
- Zhafira, R. D., Rohman, M. A., & Buana, C. (2022). *Analisis Risiko Sosial dari Perspektif Masyarakat Terdampak Proyek Pelebaran Jalan di Surabaya*.
- Zimmermann, H.-J. (2011). *Fuzzy Set Theory—and Its Applications*. Springer Netherlands.

## LAMPIRAN

### A-Jaringan Rantai Pasok Fabrikasi Baja





B- Hasil Identifikasi Risiko

Proses	Kode	Aktivitas	Kejadian Risiko (Risk Event)	Penyebab Risiko (Risk Agent)
plan	P1	melengkapi informasi gambar awal yang diminta pelanggan	gambar tidak sesuai dengan ukuran gambar.	- keterhubungan dengan gambar lain yang mungkin diabaikan
	P2	mengkomunikasikan gambar yang akan dibuat kepada pelanggan	ketidaktelitian ukuran atau gambar yg diminta pelanggan.	- ketidaktelitian dalam mendiskusikan gambar.
	P3	mendetailkan kebutuhan material dan bobot berat pada gambar	terkecilnya bobot material yg digunakan dengan atinga	- ketidaktelitian dalam menghitung ttd material yg digunakan
	P4	membuat draft kebutuhan material dan gambar	ketidaktelitian material dengan gambar produksi	- ketidaktelitian saat menghitung gambar produksi
	P5	mendistribusikan gambar produksi ke tim produksi	Tidak lengkapnya pd pendistribusian gambar	- tidak melakukan penghitungan jumlah gambar yg diperlu
	P6	membuat jadwal produksi sesuai dengan bobot yang ada	penggunaan tidak sesuai dengan jadwal	- terencana pada saat kerja.
	P7	memperiapkan material, gambar kerja, dan bobot pada proses produksi	SPK yg tidak sesuai ttd material yg akan dipakai. (tabel/band)	- ketidaktelitian dalam memeriksa apakah alat ukur alat mengambil
	P8	melakukan koordinasi terkait proses persetujuan gambar engineering	ketidaktelitian bentuk dengan gambar yg diminta.	- ketidaktelitian bentuk yg kelengkapan
source	S1	membuat rencana kerja melakukan pemesanan kebutuhan material sesuai jumlah dan spesifikasi yang ditentukan	ketidaktelitian jumlah material yg dibutuhkan	- ketersediaan material
	S2	menerima dan mengecek jumlah material yang datang sesuai pesanan	ketidaktelitian jumlah material masuk SPK	- ketidaktelitian dalam penerimaan, mengecek ketidaktelitian dalam spesifikasi material
	S3	mencetak dimensi material awal yang akan digunakan	tercampurnya material dengan material lainnya.	- ketidaktelitian dalam mengidentifikasi material per project
	S4	mendata dan mengelompokkan material sesuai daerah produksi	gambar yg dibagikan tidak lengkap	- tidak jelas (mungkin bahan)

make	M2	menerbitkan surat perintah kerja dan target kerja kepada subkontraktor	perbedaan bobot pekerjaan yg tidak sesuai target.	- keterlambatan material d detail gambar.
	M3	memberikan gambar kepada subkontraktor	ketidaktelitian gambar kerja dimensi, gambar kerja tidak detail	- kualitas gambar yang pd tidak terti dim pengaman
	M4	memberikan layanan untuk sub-kontraktor saat proses produksi berlangsung	Waktu kerja lambat. - proses produksi tidak terkontrol.	- tidak disiplin dalam menggunakan alat kerja.
	M5	memantau kesesuaian dimensi material yang di produksi dengan gambar kerja	material yg dipakai tidak sesuai dengan gambar.	- pengawasan dan pemantauan yg tidak dilakukan secara teratur
	M6	memantau perkembangan pekerjaan produksi	proses produksi yg tidak sesuai target.	- tidak terpantau saat proses produksi berlangsung.
	delivery	D1	menyerahkan data hasil produksi ke bagian gudang	tidak sesuai data hasil produksi yg disampaikan
D2		membuat daftar barang untuk dikirim sesuai rencana kerja	terjadi jenis, antara data dengan barang yg dikirim.	- memprediksi barang yg akan dikirim / penyusunan barang yg dikirim
D3		membuat surat jalan untuk pengiriman barang	kurang jelas pd data	- tidak terti dalam menata / menyusun barang
D4		melakukan penyusunan barang hasil produksi sesuai proyek yang dikerjakan	barang rusak dan tidak rapi pengemasan	- tidak memperhatikan dimensi dan bobot barang.
D5		menentukan jenis kendaraan yang akan digunakan sesuai barang	tidak semua barang yg akan dikirim	- dimensi material melebihi bobot pd melebihi kapasitas angkutan
D6		menyusun tata letak penataan barang pada kendaraan	barang rusak / tidak aman / tidak stabil loading barang	- barang hasil produksi disusun sesuai urutan pengiriman
D7		melakukan pemantauan pengiriman hingga diterima oleh pelanggan.	keterlambatan waktu pengiriman, tidak sesuai jadwal.	- kondisi jalanan yg baik ds produk - supir yg tidak disiplin.
return	R1	menyimpan material sisa hasil produksi	keuntungan material yg berlebihan	- tidak memperhatikan material pada konsep yg sebelumnya.
	R2	mengembalikan material yang tidak sesuai pesanan	tercampur dalam melakukan proses produksi - produk diterima vs lain	- ketidaktelitian dalam produksi dalam pengelakan
	R3	melakukan perbaikan barang hasil produksi yang tidak sesuai ketentuan	kesalahan dim proses produksi - penggunaan alat kerja yg berlebihan.	- waktu dan biaya yg bertambah.

DESAIN MITIGASI RISIKO JARINGAN RANTAI PASOK FABRIKASI BAJA DI PERUSAHAAN KONSTRUKSI BAJA

Divisi	Aktivitas (Jobdesk)
Engineering	<ul style="list-style-type: none"> <li>melengkapi informasi yg akurat terkait gambar customer (melengkapi data gambar)</li> <li>mengkomunikasikan gambar yg akan dibuat kepada customer.</li> <li>mendetailkan gambar, terkait kebutuhan material dan bobot</li> <li>membuat draft kebutuhan material dan gambar produksi</li> <li>mendistribusikan gambar produksi ke tim produksi</li> </ul>
PPC	<ul style="list-style-type: none"> <li>memonitoring proses terakomposisi perencanaan / proyek di produksi</li> <li>melakukan koordinasi dan pengendalian proses approval engineering</li> <li>membuat schedule produksi sesuai dengan shop loading</li> <li>penyusunan proses produksi (material, engine dan shop loading).</li> <li>membuat rencana kerja dan beserta shop drawing</li> <li>membuat delivery list</li> <li>menyimpan material produksi bila ada waste.</li> </ul>
QA/QC	<ul style="list-style-type: none"> <li>mengawasi / mengontrol produk kesesuaian sesuai permintaan customer.</li> <li>mencetak / mengontrol yg akan digunakan.</li> <li>memonitoring kesesuaian produksi dgn gambar produksi</li> <li>pengecekan cutting, apakah sudah sesuai dgn gambar.</li> <li>mendata material produksi dan ketidaktelitian proses produksi sampai produk jadi yg dibuat dalam dokumen.</li> </ul>
Gudang (stock)	<ul style="list-style-type: none"> <li>menerima material yg akan digunakan.</li> <li>mencatat jumlah barang yg datang / sesuai pesanan</li> <li>membuat laporan material yg</li> <li>mendata material yg sudah masuk dan membuat laporan.</li> <li>memberikan layanan untuk proses produksi. → Perkerja.</li> <li>membuat laporan segala keperluan segala data yg dikeh.</li> </ul>
Purchasing	<ul style="list-style-type: none"> <li>memesan material kebutuhan sesuai jumlah dan spesifikasi yg dibutuhkan</li> </ul>
Produksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>menerima rencana kerja dari shop drawing</li> <li>menerima / memberikan SPK atau gambar kerja ke subkontraktor</li> <li>memberikan layanan gambar kerja ke subkontraktor</li> <li>memantau hasil pekerjaan subkontraktor / proyek</li> <li>menyerahkan hasil produksi ke bagian warehouse</li> </ul>
Delivery	<ul style="list-style-type: none"> <li>mengawasi produksi yg sudah selesai (finish) untuk pendistribusian.</li> <li>menyusun / menata barang jadi sesuai pesanan customer.</li> <li>memuat / melakukan material jadi yg sesuai pesanan.</li> <li>menyusun jadwal penataan barang pada kendaraan</li> <li>mencetak jenis kendaraan yg akan digunakan sesuai barang yg</li> <li>membuat laporan material yg dipeker oleh customer.</li> <li>memonitoring pengiriman hingga diterima pada customer.</li> </ul>

## C- Kuesioner *House of Risk*



### Kuesioner *House Of Risk* Fase 1

Assalamuataikum Wr.Wb.

Perkenalkan saya Fadhil Adita Ramadhan merupakan mahasiswa jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia yang saat ini sedang melakukan penelitian berjudul "Desain Mitigasi Risiko Jaringan Rantai Pasok Fabrikasi Baja di Perusahaan Konstruksi Baja Menggunakan Pendekatan *Intuitionistic Fuzzy Set* Dengan Metode *House Of Risk* di Perusahaan Konstruksi Baja". Mohon kesediaan Bapak untuk dapat berpartisipasi dalam mengisi kuesioner ini. Data yang didapatkan akan saya proses sesuai dengan kebijakan perusahaan dan tidak akan disebarluaskan kepada pihak lain tanpa izin tertulis dari perusahaan. Atas waktu dan kesediaannya, saya mengucapkan terima kasih.

#### Identitas Responden

Nama :  
 Jabatan :  
 Divisi :  
 Lama Bekerja :



#### Cara Pengisian :

Apabila kejadian risiko "gambar yang tidak sesuai permintaan pelanggan" memiliki dampak yang sedang maka berikan nilai 6, sesuai aturan yang diberikan pada tabel diatas.

Kejadian Risiko ( <i>Risk Event</i> )	Kode	Penilaian Tingkat Keparahan Dampak ( <i>Severity</i> )
Gambar tidak sesuai permintaan pelanggan	E1	
Penentuan ukuran gambar tidak tepat	E2	
Kesalahan penjadwalan proses produksi	E3	
Perbedaan berat pada material gambar dengan material asli	E4	
Perbedaan bentuk pada gambar kerja	E5	
Informasi material yang diberikan tidak lengkap	E6	
Pemessuan material tidak sesuai spesifikasi	E7	
Kekurangan material yang diperlukan untuk proses produksi	E8	
Dimensi raw material yang tidak sesuai	E9	
Kecacatan pada raw material	E10	
Peletakan material yang tidak sesuai tempatnya	E11	
Target kerja tidak terpenuhi	E12	
Bobot kerja yang diberikan tidak sesuai	E13	
Waktu pelaksanaan pengerjaan melebihi target	E14	



### 1. Penilaian Tingkat Dampak (*Severity*) Pada Kejadian Risiko

*Severity* adalah nilai untuk mengetahui tingkat keparahan pada akibat yang ditimbulkan oleh risiko tersebut. Tingkat keparahan risiko yang semakin tinggi maka dampak yang ditimbulkan semakin besar. Kriteria penilaian *Severity* dijelaskan dalam tabel berikut:

Tingkat Keparahan	Tingkat Keparahan Dampak	Rating
Tidak ada	Tidak ada efek berarti untuk pelanggan	1
	Risiko tidak memiliki pengaruh	
Sangat Minor	Komplain hanya diberikan oleh pelanggan tertentu	2
	Ketentuan produk tidak sesuai dengan pesanan tetapi diterima oleh pelanggan	
Minor	Sebagian pelanggan menyadari kecacatan pada produk	3
	Ketentuan produk tidak sesuai dengan pesanan tetapi diterima oleh pelanggan	
Sangat Rendah	Pelanggan secara umum menyadari defect dan kemungkinan dikembalikan	4
	Ketentuan produk tidak sesuai dengan pesanan tetapi diterima oleh pelanggan	
Rendah	Produk cacat tidak mempengaruhi proses berikutnya	5
	Produk dapat beroperasi tetapi tidak sesuai dengan ketentuan yang diminta	
Sedang	Produk cacat 1-2 mempengaruhi proses berikutnya	6
	Terdapat gangguan minoritas pada lini produksi	
Tinggi	Produk cacat 3-4 mempengaruhi proses berikutnya	7
	Terdapat gangguan minoritas pada lini produksi	
Sangat Tinggi	Produk cacat 4-6 mempengaruhi proses berikutnya	8
	Terdapat gangguan major pada lini produksi	
Bahaya dengan peringatan	Menghasilkan produk yang membahayakan pelanggan	9
	Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah	
Bahaya tanpa peringatan	Menghentikan pengoperasian sistem produksi	10
	Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah	



Kejadian Risiko ( <i>Risk Event</i> )	Kode	Penilaian Tingkat Keparahan Dampak ( <i>Severity</i> )
Gambar yang dibagikan tidak jelas	E15	
Pemberian ukuran gambar kerja tidak detail	E16	
Pelayanan yang diberikan tidak gesit	E17	
Ukuran barang yang diproduksi tidak sesuai dengan ketentuan	E18	
Barang yang diproduksi tidak sesuai urutan prioritas	E19	
Barang hasil produksi tidak memenuhi standar	E20	
Jumlah barang yang dikirim tidak sesuai dengan data	E21	
Proses pemindahan barang tidak teratur	E22	
Barang yang dikirim tidak tertulis pada surat jalan	E23	
Barang yang diangkat melebihi kapasitas	E24	
Penataan tidak sesuai dengan kondisi barang	E25	
Keterlambatan pengiriman barang	E26	
Kerusakan pada material	E27	
Tidak tersedianya bahan baku	E28	
Penundaan proses perbaikan	E29	

## C- Kuesioner *House of Risk*



### 2. Penilaian Tingkat Kemunculan (*Occurrence*) Pada Penyebab Risiko

*Occurrence* merupakan tingkat frekuensi terjadinya risiko disebabkan oleh proses yang potensial mengalami suatu risiko. *Occurrence* digambarkan untuk mengukur seberapa sering kejadian risiko terjadi dalam satuan waktu. Kriteria penilaian *Occurrence* dijelaskan dalam tabel berikut:

Probabilitas Kejadian	Keterangan	Frekuensi	Nilai
Sangat Rendah	Jarang terjadinya risiko yang terjadi dalam proses produksi	1 dari 1.500.000	1
		1 dari 150.000	2
Rendah	Risiko yang terjadi berkaitan dengan proses	1 dari 15.000	3
		1 dari 2.000	4
Sedang	Risiko yang terjadi tidak pada jumlah yang besar	1 dari 400	5
		1 dari 80	6
		1 dari 20	7
Tinggi	Risiko yang terjadi dalam jumlah yang besar	1 dari 8	8
		1 dari 3	9
Sangat Tinggi	Penyebab risiko tidak dapat dihindari	1 dari 2	10

#### Cara Pengisian:

Apabila penyebab risiko "kesalahan menggambar struktur penghubung" memiliki tingkat kemunculan yang "sedang" dengan frekuensi "1 dari 80" kejadian, maka berikan nilai 6, sesuai urutan yang diberikan pada tabel diatas.

Penyebab Risiko ( <i>Risk Agent</i> )	Kode	Penilaian Tingkat Frekuensi Kemunculan ( <i>Occurrence</i> )
Kesalahan menggambar struktur penghubung	A1	
Gambar tidak terdefinisi dengan jelas	A2	
Tidak memperhatikan kondisi lapangan	A3	
Keterbatasan komunikasi antar divisi	A4	



Penyebab Risiko ( <i>Risk Agent</i> )	Kode	Penilaian Tingkat Frekuensi Kemunculan ( <i>Occurrence</i> )
Tidak dilakukan pembantuan berat material	A5	
Perbedaan pemahaman ketika membaca gambar	A6	
Ketidajelasan gambar yang dibuat	A7	
Ketidakurutan informasi material yang diberikan	A8	
Pemasok tidak dapat memenuhi pesanan	A9	
Kesalahan perencanaan pemesanan material	A10	
Tidak ada stok material yang tersedia	A11	
Pemeriksaan yang tidak teliti	A12	
Material bertumpuk dalam jumlah yang banyak	A13	
Pemasok tidak memeriksa ulang material yang dikirim	A14	
Kapasitas penyimpanan material tidak mencukupi	A15	
Kerusakan alat pemindah barang ( <i>forklift</i> )	A16	
Perubahan perancangan gambar kerja	A17	
Pengetahuan dan keterampilan antar tim kerja yang terbatas	A18	
Kesalahan menghitung berat material yang digunakan	A19	
Terdapat kendala pada alat kerja	A20	



Penyebab Risiko ( <i>Risk Agent</i> )	Kode	Penilaian Tingkat Frekuensi Kemunculan ( <i>Occurrence</i> )
Keterlambatan kedatangan material	A21	
Kendala pada alat pencetak gambar	A22	
Penentuan ukuran gambar yang tidak akurat	A23	
Bahan pelengkap tidak tersedia	A24	
Ukuran gambar tidak spesifik	A25	
Tidak dilakukan pemantauan saat proses produksi berlangsung	A26	
Pemeriksaan tidak dilakukan secara berkala	A27	
Kekeliruan membaca ukuran gambar	A28	
Pendataan barang yang tidak cermat	A29	
Barang belum berada pada posisi siap kirim	A30	
Barang bertumpuk pada proyek lain	A31	
Barang tidak disusun sesuai urutan pengiriman	A32	
Kesalahan operator memasukkan dan membaca data	A33	
Data barang tidak terdaftar dengan jelas	A34	
Dimensi barang yang terlalu besar	A35	
Tidak memperimbangkan kondisi barang	A36	
Tidak memperhatikan dimensi dan bobot barang	A37	



Penyebab Risiko ( <i>Risk Agent</i> )	Kode	Penilaian Tingkat Frekuensi Kemunculan ( <i>Occurrence</i> )
Harang tidak diberikan lapisan pelindung	A38	
Kondisi jalan yang tidak memadai	A39	
Supir yang tidak disiplin	A40	
Penyimpanan material di tempat yang tidak tepat	A41	
Fasilitas penyimpanan tidak memadai	A42	
Pemasok tidak menjamin kesediaan material	A43	
Permintaan pasar yang meningkat	A44	
Revisi gambar yang belum tersedia	A45	
Tidak tersedianya material	A46	



### C- Kuesioner *House of Risk*



**3. Penilaian Tingkat Korelasi Antara Kejadian Risiko (*Risk Event*) dengan Penyebab Risiko (*Risk Agent*)**

Nilai korelasi pada interaksi kejadian risiko dengan penyebab digolongkan ke dalam empat tingkatan, yaitu:

Nilai	Keterangan
0	Tidak adanya hubungan
1	Terdapat hubungan yang rendah
3	Terdapat hubungan yang sedang
9	Terdapat hubungan yang tinggi

**Cara Pengisian:**

Kode E1 (gambar tidak sesuai permintaan pelanggan) memiliki hubungan yang tinggi dengan kode A1 (kesalahan menggambar struktur penghubung), maka berikan nilai 9.

	E1	E2
.A1	9	
.A2		



**Kuesioner *House Of Risk* Fase 2**

Assalamualaikum Wr.Wb.

Perkenalkan saya Fachil Adita Ramadhan merupakan mahasiswa jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia yang saat ini sedang melakukan penelitian berjudul "Desain Mitigasi Risiko Jaringan Rantai Pasok Fabrikasi Baja di Perusahaan Konstruksi Baja Menggunakan Pendekatan *Intuitionistic Fuzzy Set* Dengan Metode *House Of Risk* di Perusahaan Konstruksi Baja". Mohon kesediaan Bapak untuk dapat berpartisipasi dalam mengisi kuesioner ini. Data yang dapatkan akan saya proses sesuai dengan kebijakan perusahaan dan tidak akan disebarluaskan kepada pihak lain tanpa izin tertulis dari perusahaan. Atas waktu dan kesediaannya, saya mengucapkan terima kasih.

**Identitas Responden**

Nama :  
 Jabatan :  
 Divisi :  
 Lama Bekerja :



**1. Penilaian Tingkat Derajat Kesulitan Penerapan Tindakan Mitigasi**

*Degree of Difficult* (Dk) adalah tingkat kesulitan dari suatu penanganan atau penerapan aksi mitigasi. Berikut adalah kriteria yang digunakan untuk penilaian *Degree of Difficult* (Dk):

Nilai	Keterangan
1	Aksi mitigasi sangat mudah untuk diterapkan
2	Aksi mitigasi mudah untuk diterapkan
3	Aksi mitigasi cukup sulit untuk diterapkan
4	Aksi mitigasi sulit untuk diterapkan
5	Aksi mitigasi sangat sulit untuk diterapkan

**Cara Pengisian :**

Apabila aksi mitigasi risiko "Mengawasi kinerja pemasok secara berkala" sulit untuk diterapkan maka berikan nilai 4, sesuai aturan yang diberikan pada tabel diatas.

Aksi Mitigasi	Kode	Nilai Derajat Kesulitan
Mengawasi kinerja pemasok secara berkala	PA1	
Mencermati setiap komponen penyusun desain	PA2	
Memperhatikan deskripsi atau catatan terkait dengan gambar	PA3	
Melakukan diskusi dengan divisi produksi dan divisi PPIC	PA4	
Menggunakan penomoran dan label pada gambar	PA5	
Memperjelas dimensi khusus	PA6	
Menggunakan simbol untuk menggambarkan material	PA7	
Mendeskripsikan material pada bagian tersendiri	PA8	
Melakukan persetujuan desain dengan pelanggan	PA9	
Menata barang berdasarkan bobot	PA10	
Melakukan inspeksi menyeluruh terhadap barang	PA11	
Memperhatikan peletakan gambar	PA12	



### C- Kuesioner *House of Risk*



Dengan ini, saya berterima kasih atas kesediaan responden dalam mengisi kuesioner sehingga saya mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian "Desain Mitigasi Risiko Jaringan Rantai Pasok Fabrikasi Baja Menggunakan Pendekatan *Intuitionistic Fuzzy Set* Dengan Metode *House Of Risk* di Perusahaan Konstruksi Baja". Data yang diperoleh hanya untuk kebutuhan penelitian dan tidak akan disebarluaskan kepada pihak manapun.

..... 2023

.....

### D- Aturan *Fuzzy*

<i>Rules</i>	<i>Input</i>			<i>Output</i>
	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Correlation</i>	<i>Aggregate Risk Potential</i>
1	N	R	L	VL
2	N	R	M	VL
3	N	R	H	VL
4	N	L	L	VL
5	N	L	M	VL
6	N	L	H	VL
7	N	M	L	VL
8	N	M	M	VL
9	N	M	H	L
10	N	H	L	VL
11	N	H	M	VL
12	N	H	H	L
13	N	VH	L	VL
14	N	VH	M	VL
15	N	VH	H	L
16	VMR	R	L	VL
17	VMR	R	M	VL
18	VMR	R	H	L
19	VMR	L	L	VL

**D- Aturan Fuzzy**

<i>Rules</i>	<i>Input</i>			<i>Output</i>
	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Correlation</i>	<i>Aggregate Risk Potential</i>
20	VMR	L	M	VL
21	VMR	L	H	L
22	VMR	M	L	VL
23	VMR	M	M	VL
24	VMR	M	H	M
25	VMR	H	L	VL
26	VMR	H	M	VL
27	VMR	H	H	H
28	VMR	VH	L	VL
29	VMR	VH	M	L
30	VMR	VH	H	H
31	MR	R	L	VL
32	MR	R	M	VL
33	MR	R	H	M
34	MR	L	L	VL
35	MR	L	M	VL
36	MR	L	H	M
37	MR	M	L	VL
38	MR	M	M	L
39	MR	M	H	M
40	MR	H	L	VL
41	MR	H	M	L
42	MR	H	H	H
43	MR	VH	L	L
44	MR	VH	M	L
45	MR	VH	H	H
46	VL	R	L	VL
47	VL	R	M	VL
48	VL	R	H	L
49	VL	L	L	VL
50	VL	L	M	VL
51	VL	L	H	H
52	VL	M	L	VL
53	VL	M	M	L
54	VL	M	H	H
55	VL	H	L	VL
56	VL	H	M	L
57	VL	H	H	H
58	VL	VH	L	VL
59	VL	VH	M	M

**D- Aturan Fuzzy**

<i>Rules</i>	<i>Input</i>			<i>Output</i>
	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Correlation</i>	<i>Aggregate Risk Potential</i>
60	VL	VH	H	VH
61	L	R	L	VL
62	L	R	M	VL
63	L	R	H	L
64	L	L	L	VL
65	L	L	M	L
66	L	L	H	VH
67	L	M	L	VL
68	L	M	M	L
69	L	M	H	VH
70	L	H	L	VL
71	L	H	M	M
72	L	H	H	VH
73	L	VH	L	VL
74	L	VH	M	H
75	L	VH	H	VH
76	M	R	L	VL
77	M	R	M	VL
78	M	R	H	M
79	M	L	L	VL
80	M	L	M	L
81	M	L	H	VH
82	M	M	L	VL
83	M	M	M	M
84	M	M	H	VH
85	M	H	L	VL
86	M	H	M	H
87	M	H	H	VH
88	M	VH	L	L
89	M	VH	M	H
90	M	VH	H	VH
91	H	R	L	VL
92	H	R	M	VL
93	H	R	H	M
94	H	L	L	VL
95	H	L	M	L
96	H	L	H	VH
97	H	M	L	VL
98	H	M	M	M
99	H	M	H	VH

**D- Aturan Fuzzy**

<i>Rules</i>	<i>Input</i>			<i>Output</i>
	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Correlation</i>	<i>Aggregate Risk Potential</i>
100	H	H	L	VL
101	H	H	M	H
102	H	H	H	VH
103	H	VH	L	L
104	H	VH	M	VH
105	H	VH	H	VH
106	VH	R	L	VL
107	VH	R	M	VL
108	VH	R	H	H
109	VH	L	L	VL
110	VH	L	M	L
111	VH	L	H	VH
112	VH	M	L	VL
113	VH	M	M	H
114	VH	M	H	VH
115	VH	H	L	L
116	VH	H	M	H
117	VH	H	H	VH
118	VH	VH	L	L
119	VH	VH	M	H
120	VH	VH	H	VH
121	HWW	R	L	VL
122	HWW	R	M	VL
123	HWW	R	H	H
124	HWW	L	L	VL
125	HWW	L	M	M
126	HWW	L	H	VH
127	HWW	M	L	VL
128	HWW	M	M	H
129	HWW	M	H	VH
130	HWW	H	L	L
131	HWW	H	M	VH
132	HWW	H	H	VH
133	HWW	VH	L	L
134	HWW	VH	M	VH
135	HWW	VH	H	VH
136	HWOW	R	L	L
137	HWOW	R	M	M
138	HWOW	R	H	H
139	HWOW	L	L	VL

**D- Aturan Fuzzy**

<i>Rules</i>	<i>Input</i>			<i>Output</i>
	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Correlation</i>	<i>Aggregate Risk Potential</i>
140	HWOW	L	M	M
141	HWOW	L	H	VH
142	HWOW	M	L	L
143	HWOW	M	M	VH
144	HWOW	M	H	VH
145	HWOW	H	L	L
146	HWOW	H	M	VH
147	HWOW	H	H	VH
148	HWOW	VH	L	M
149	HWOW	VH	M	VH
150	HWOW	VH	H	VH