

**ANALISIS & MITIGASI RISIKO PADA  
GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT  
MENGUNAKAN METODE *HOUSE OF RISK* (HOR)  
(STUDI KASUS : PT. ANTAM TBK. UNIT BISNIS PERTAMBANGAN  
NIKEL KOLAKA)**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT  
MEMPEROLEH GELAR SARJANA STRATA SATU (S1) PADA PROGRAM  
STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG



**Disusun Oleh :**

**VIENA FAHIRA 31602100064**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG**

**2025**

**FINAL PROJECT**

**RISK ANALYSIS & MITIGATION IN GREEN  
SUPPLY CHAIN MANAGEMENT USING THE HOUSE OF RISK (HOR)  
METHOD**

**(CASE STUDY: PT. ANTAM TBK. UNIT  
NICKEL MINING BUSINESS KOLAKA, SOUTHEAST SULAWESI)**

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1) at  
Departement of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology, Sultan  
Agung Islamic University*



**Arranged By :  
VIENA FAHIRA**

**NIM 31602100064**

**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY SULTAN AGUNG  
ISLAMIC UNIVERSITY SEMARANG**

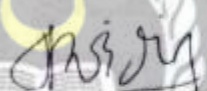
**2025**

#### LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "**ANALISIS & MITIGASI RISKO PADA GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT MENGGUNAKAN METODE HOUSE OF RISK (STUDI KASUS : PT ANTAM TBK UNIT BISNIS PERTAMBANGAN NIKEL KOLAKA)**" ini di susun oleh:

Nama : Viena Fahira  
NIM : 31602100064  
Program Studi : Teknik Industri  
Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:  
Hari :  
Tanggal :

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

  
Dr. Nurwidiyana, ST., MT  
NIK. 210-603-027

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Industri

  
Nurik Fatmawati, ST., M.Eng  
NIK 210-600-021

#### LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul "ANALISIS & MITIGASI RISIKO PADA GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT MENGGUNAKAN METODE HOUSE OF RISK (STUDI KASUS : PT ANTAM TBK UNIT BISNIS PERTAMBANGAN NIKEL KOLAKA)" ini disusun oleh:

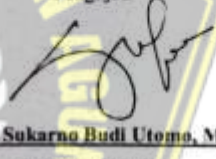
Nama : Viena Fahira  
NIM : 31602100064  
Program Studi : Teknik Industri  
Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:  
Hari :  
Tanggal :

#### TIM PENGUJI

Penguji 1

  
Rieska Ernawati, ST., M.T.  
NIK. 210-221-096

Penguji 2

  
Dr. Ir. Sukarno Budi Utomo, M.T.  
NIK. 210-693-004

**UNISSULA**

جامعة سلطان أبوبنح الإسلامية

#### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :  
Nama : Viena Fahira  
NIM : 31602100064  
Judul Tugas Akhir : Analisis & Mitigasi Risiko Pada *Green Supply Chain Management* Menggunakan Metode *House of Risk* (Studi Kasus : PT. Antam Tbk. Unit Bisnis Pertambangan Nikel Kolaka)

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul dari Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Industri adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis, ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik secara keseluruhan maupun sebagian kecuali yang secara tertulis dicatu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis maupun dipublikasikan maka saya siap disanksi secara akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh sadar dan tanggung jawab.

Semarang, 2025

Yang menyatakan,

  
Viena Fahira  
NIM. 31602100064

### PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Viena Fahira  
NIM : 31602100064  
Program Studi : Teknik Industri  
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan bahwa Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir yang berjudul  
"ANALISIS & MITIGASI RIISKO PADA *GREEN SUPPLY CHAIN*  
*MANAGEMENT* MENGGUNAKAN METODE *HOUSE OF RISK* (STUDI  
KASUS : PT ANTAM TBK UNIT BISNIS PERTAMBANGAN NIKEL  
KOLAKA)

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan  
Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan  
pangkalan data dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan  
akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta.  
Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari  
terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka  
segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa  
melibatkan Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 10 Juni 2025

Yang menyatakan,



Viena Fahira

NIM. 31602100064

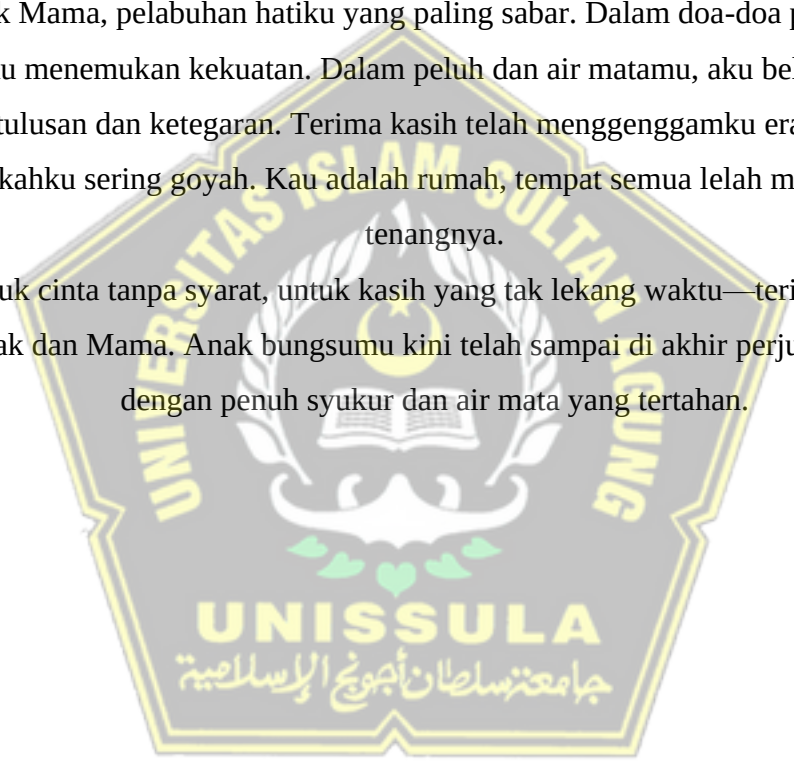


## HALAMAN PERSEMBAHAN

Untuk Bapak, yang telah lebih dulu berpulang bahkan sebelum langkah ini dimulai. Meski ragamu tak lagi di sini, setiap detak semangatku adalah hasil dari keteguhan didikan dan kasihmu. Doa-doamu yang pernah terucap—mungkin dalam diam, mungkin dalam senyap—telah menuntunku hingga titik ini. Semoga karya kecil ini bisa menembus langit dan sampai padamu, Bapak, sebagai wujud rinduku yang tak pernah habis.

Untuk Mama, pelabuhan hatiku yang paling sabar. Dalam doa-doa panjangmu, aku menemukan kekuatan. Dalam peluh dan air matamu, aku belajar arti ketulusan dan ketegaran. Terima kasih telah menggenggamku erat, meski langkahku sering goyah. Kau adalah rumah, tempat semua lelah menemukan tenangnya.

Untuk cinta tanpa syarat, untuk kasih yang tak lekang waktu—terima kasih, Bapak dan Mama. Anak bungsumu kini telah sampai di akhir perjuangan ini, dengan penuh syukur dan air mata yang tertahan.



## MOTTO

*“Slow down, you crazy child. You’re so ambitious for a Juvenile.  
But then if you’re so smart then tell me why are you still so afraid? .”*

-Vienna, Billy Joel

*“I’m not ambitious for a splendid fortune, but I do long to be  
master of my own fate”*

- Jo March, Little Women

*“Carpe diem. Seize the day. Make your lives extraordinary”*

- Mr. Keating, Dead Poets Society

.”

”Sabar ya, aku harus menabung dulu, menabung laparmu, menabung mimpimu”

-Joko Pinurbo

*"It is literally impossible to be a woman.*

*You are so beautiful, and so smart, and it kills me that you don't think you're good  
enough. Like, we have to always be extraordinary, but somehow, we're always  
doing it wrong?*

*You have to be a career woman, but also always be looking out for other people.  
It's too hard! It's too contradictory and nobody gives you a medal or says thank  
you! And it turns out in fact that not only are you doing everything wrong, but  
also everything is your fault.”*

(Barbie, 2023)



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, Wr, Wb.

Puji syukur peneliti panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis & Mitigasi Risiko Pada *Green Supply Chain Management* Menggunakan Metode *House of Risk* (Studi Kasus : PT. ANTAM Tbk. UBPN Kolaka)” yang merupakan salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Peneliti menyadari bahwa dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak, oleh karena itu secara khusus peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, atas segala rahmat, karunia, dan kekuatan yang diberikan sepanjang perjalanan ini.
2. Kepada Ayahanda penulis yang jiwanya lebih dulu mengudara, Alm. Thamrin T. Bin Taherong atas segala cinta, doa, nilai-nilai kehidupan yang telah ditanamkan sejak awal. Meskipun ragamu telah berpulang tepat sebelum penulis memulai kuliah. Semangat, harapan dan doamu terasa nyata dan terus menjadi penguat dalam setiap langkah perjuangan ini. Nilai-nilai ketulusan, kejujuran, pealajaran hidup & kerja keras yang Ayah tinggalkan menjadi kekuatan terbesar yang menemani penulis hingga detik ini. Penulis percaya bahwa cinta dan pengorbanan beliau tetap hadir dan menjadi bagian dari proses penyelesaian skripsi ini. Skripsi ini penulis persembahkan dengan segala cinta & rasa sayang yang belum sempat terucap sebagai salah satu bentuk bakti & cinta abadi penulis kepada Almarhum.
3. Pintu surgaku Ibunda tercinta yaitu Ibu Nurwati Sanati yang telah melahirkan, memberi kasih & sayang kepada penulis, yang sudah bekerja keras mati-matian agar saya bisa berkuliah, yang selalu memastikan saya hidup serba berkecukupan & layak walaupun hidup di perantauan, yang selalu semangat mengantarkan saya dalam meraih gelar sarjana. Terima kasih atas seluruh doa-doa di tiap sujudmu yang saya yakin saya bukanlah apa-apa tanpa itu semua.

Terimakasih atas semua pengorbanan agar saya tetap bisa berkuliah walaupun Bapak sudah berpulang. Terimakasih sudah berhasil membagi peran menjadi Ibu sekaligus Bapak. She embodied : *“We Mothers Stand Still So Our Daughters Can Look Back to See How Far They’ve Come”*.

4. Kakak-kakakku yang saya sayangi, Rina, Lolly, Shelly, Feysal, Bayu, & Mba Rina, atas doa, cinta, dan dukungan tanpa henti yang menjadi semangat utama dalam setiap langkah saya. Walaupun saya tidak pernah menunjukkan rasa sayang saya. Ketahuilah saya menyayangi kalian & menjadi motivasi saya untuk terus semangat dalam perjalanan ini. Terimakasih atas dukungan semangat, materi, & telah menjadi penenang selama penulis berkuliah. Serta memberi kepercayaan untuk bisa hidup mandiri & berjuang di perantauan untuk keluarga sebagai anak bungsu.
5. Ibu Dr. Nurwidiana, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan dengan penuh kesabaran dan keikhlasan kepada peneliti saat mengerjakan Tugas Akhir ini hingga selesai dalam menempuh pendidikan S1 Teknik Industri di Fakultas Teknologi Industri UNISSULA. Terima kasih atas ilmu yang telah diberikan.
6. Ibu Rieska Ernawati, S.T.,M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukannya untuk peneliti, sehingga peneliti dapat memaksimalkan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh dosen pengajar, staff dan karyawan di Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada peneliti selama menempuh pendidikan S1.
8. Seluruh staf & pembimbing lapangan di PT. Antam Tbk UBPN Kolaka yang telah memberikan kesempatan, bimbingan, dan dukungan selama proses praktek kerja lapangan dan proses pengumpulan data penelitian berlangsung. Terima kasih atas ilmu, waktu, serta pengalaman berharga yang saya dapatkan.
9. Keluarga besar pihak ibu saya sayangi yaitu Nurtini Sanati, Sartini Sanati, Jaenudin Sanati, Zainal Abidin Sanati& Pin Sanati serta seluruh keluarga besar Sanati. Terimakasih atas dukungan tak terhingga sehingga penulis terus semangat dalam menjalani perkuliahan. Terimakasih karena kehadiran &

dukungan kalian sudah memberikan kasih sayang yang hangat. Motivasi-motivasi & pesan hangat yang diberikan sebelum kembali ke tanah rantau akan selalu saya ingat hingga saat ini. Semoga kalian sehat selalu & hingga waktunya tiba saya bisa membanggakan keluarga.

10. Keluarga kedua saya selama berkuliah, teman seperjuangan & senasib yang telah menemani dalam suka & duka yakni Nur Ela, Schatzi Hawa Eza Leilluna, Nila Ikrima Agustia, Um Fitrotil Untsa, Sri Lestari & Putri Ananda Pratama. Terimakasih atas semangat, dukungan, bantuan, kebaikan, kehangatan dan kebersamaannya yang membuat masa perkuliahan ini menjadi lebih berarti, semoga pertemanan ini tidak terputus dan sukses di jalan masing-masing.
11. Sahabat Kendarians senasib & seperjuangan anak rantau lintas pulau yaitu Rini Cahyani, Ade Angraeni & Bhineska Suprapti yang selalu memberi dukungan, semangat motivasi serta menjadi obat ketika merindukan kampung halaman.
12. Sahabat Kendarians yang kami namakan Bali Pride karena ingin liburan ke Bali tapi sampai saat ini belum tercapai. Semoga kalian sukses selalu agar agenda ini menjadi nyata di saat kita sudah sukses di jalan masing-masing.
13. Kepada teman-teman angkatan 2021 khususnya kelas B, terima kasih telah bersama-sama berjuang dari awal perjalanan hingga saat ini.
14. Diriku sendiri, karena telah bertahan sejauh ini dan tidak menyerah meski banyak tantangan yang harus dilalui. Terima kasih sudah berani & bisa menjaga diri dengan baik di perantauan.
15. Seluruh pihak-pihak yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Peneliti tentunya menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu peneliti sangat terbuka untuk menerima segala saran maupun kritik yang membangun guna untuk kebaikan bersama dan dapat bermanfaat sebesar-besarnya bagi yang membaca. Wassalamualaikum, Wr. Wb.

Semarang, 28 Mei 2025

Viena Fahira

## DAFTAR ISI

|                                                         |                                     |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>LAPORAN TUGAS AKHIR.....</b>                         | <b>i</b>                            |
| <b>FINAL PROJECT .....</b>                              | <b>ii</b>                           |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....</b>      | <b>iv</b>                           |
| <b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH .....</b>    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>                        | <b>vii</b>                          |
| <b>MOTTO .....</b>                                      | <b>viii</b>                         |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                              | <b>ix</b>                           |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                  | <b>xii</b>                          |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                               | <b>xv</b>                           |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                               | <b>xvi</b>                          |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                            | <b>xvii</b>                         |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                    | <b>xviii</b>                        |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                   | <b>xix</b>                          |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                          | <b>1</b>                            |
| 1.1 Latar Belakang.....                                 | 1                                   |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                | 6                                   |
| 1.3 Pembatasan Masalah.....                             | 7                                   |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                              | 7                                   |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                             | 7                                   |
| 1.6 Sistematika Penelitian.....                         | 9                                   |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b> | <b>11</b>                           |
| 2.1 Tinjauan Pustaka .....                              | 11                                  |
| 2.2 Landasan Teori .....                                | 26                                  |
| 2.2.1 Supply Chain .....                                | 26                                  |
| 2.2.2 Supply Chain Management .....                     | 28                                  |
| 2.2.3 Supply Chain Operation Reference (SCOR).....      | 30                                  |
| 2.2.4 Green Supply Chain Management .....               | 32                                  |

|                                                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.2.5 Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan (PROPER)         | 33         |
| 2.2.6 Peringkat PROPER.....                                           | 34         |
| 2.2.7 House of Risk.....                                              | 43         |
| 2.2.8 Fishbone Analysis (Diagram Tulang Ikan) .....                   | 45         |
| 2.3 Risiko .....                                                      | 46         |
| 2.3.1 Pengertian Risiko .....                                         | 46         |
| 2.3.2 Manajemen Risiko.....                                           | 47         |
| 2.3.3 Identifikasi Risiko .....                                       | 48         |
| 2.3.4 Analisis Risiko .....                                           | 48         |
| 2.3.5 Pemetaan Risiko .....                                           | 49         |
| 2.3.6 Mitigasi Risiko .....                                           | 50         |
| 2.4 Hipotesis dan Kerangka Teoritis.....                              | 50         |
| 2.4.1 Hipotesis .....                                                 | 50         |
| 2.4.2 Kerangka Teoritis .....                                         | 51         |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                            | <b>53</b>  |
| 3.1 Pengumpulan Data.....                                             | 53         |
| 3.2 Teknik Pengumpulan Data.....                                      | 54         |
| 3.3 Pengujian Hipotesis .....                                         | 55         |
| 3.4 Metode Analisis.....                                              | 55         |
| 3.5 Pembahasan.....                                                   | 56         |
| 3.6 Penarikan Kesimpulan .....                                        | 57         |
| 3.7 Diagram Alir .....                                                | 57         |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>                    | <b>60</b>  |
| 4.1 Pengumpulan Data .....                                            | 60         |
| 4.1.1. Gambaran Umum Perusahaan .....                                 | 60         |
| 4.2 Pengolahan Data .....                                             | 85         |
| 4.2.1 Penilaian Risiko dan Agen Risiko .....                          | 85         |
| 4.3 Analisis dan Interpretasi .....                                   | 115        |
| 4.3.1 Analisis Hasil Identifikasi Risiko dengan Metode Fishbone ..... | 115        |
| 4.3.2 Analisis .....                                                  | 115        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>                                            | <b>130</b> |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 5.1 Kesimpulan .....        | 130        |
| 5.2 Saran .....             | 131        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> | <b>132</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>             |            |





## DAFTAR TABEL

|            |                                                                                         |     |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 2.1  | Indikator Peringkat Hitam.....                                                          | 34  |
| Tabel 2.2  | Indikator Peringkat Merah .....                                                         | 35  |
| Tabel 2.3  | Indikator Peringkat Biru.....                                                           | 38  |
| Tabel 2.4  | Indikator Peringkat Hijau .....                                                         | 40  |
| Tabel 2.5  | Indikator Peringkat Emas .....                                                          | 42  |
| Tabel 4.1  | Proses Bisnis Green Supply Chain Management.....                                        | 74  |
| Tabel 4.2  | Identifikasi Risiko & Agen Risiko Green Supply Chain berdasarkan<br>Kategori 4M+1E..... | 76  |
| Tabel 4.3  | Tabel <i>Severity</i> .....                                                             | 88  |
| Tabel 4.4  | Hasil Penilaian <i>Severity</i> .....                                                   | 88  |
| Tabel 4.5  | Hasil Penilaian <i>Agents</i> .....                                                     | 94  |
| Tabel 4.6  | Skala Korelasi Risk Event dengan Risk Agent .....                                       | 98  |
| Tabel 4.7  | Matriks HOR Tahap 1 .....                                                               | 99  |
| Tabel 4.8  | Risk Agent yang Memenuhi 80% dari Diagram Pareto .....                                  | 101 |
| Tabel 4.9  | Skala Tingkat Penilaian Risiko .....                                                    | 103 |
| Tabel 4.10 | Pemetaan Risiko HOR Tahap 1 .....                                                       | 104 |
| Tabel 4.11 | Identifikasi Aksi Mitigasi.....                                                         | 105 |
| Tabel 4.12 | Identifikasi Aksi Mitigasi (Lanjutan).....                                              | 106 |
| Tabel 4.13 | Skala Tingkat Kesulitan Penerapan.....                                                  | 109 |
| Tabel 4.14 | Tingkat Kesulitan Penerapan Aksi Mtigasi.....                                           | 109 |
| Tabel 4.15 | Matriks HOR Tahap 2 .....                                                               | 112 |
| Tabel 4.16 | Urutan Prioritas Aksi Mitigasi .....                                                    | 114 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |                                                                                     |     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 1.1  | Tingkat Peringkat .....                                                             | 3   |
| Gambar 2.1  | Direct Supply Chain .....                                                           | 27  |
| Gambar 2.2  | Extended Supply Chain .....                                                         | 27  |
| Gambar 2.3  | Ultimate Supply Chain .....                                                         | 28  |
| Gambar 2.4  | Proses Supply Chain Tradisional.....                                                | 29  |
| Gambar 2.5  | Dasar Supply Chain Management pada Perusahaan .....                                 | 31  |
| Gambar 2.6  | Framework Proses Implementasi Green Supply Chain Management<br>.....                | 33  |
| Gambar 2.7  | Fishbone Diagram .....                                                              | 46  |
| Gambar 2.8  | Manajemen Resiko .....                                                              | 48  |
| Gambar 2.9  | Tingkatan Bahaya dan Kemungkinan Terjadinya Risiko.....                             | 49  |
| Gambar 2.10 | Kerangka.....                                                                       | 52  |
| Gambar 3.1  | Diagram Alir Penelitian.....                                                        | 57  |
| Gambar 3.2  | Lanjutan Diagram Alir Penelitian .....                                              | 58  |
| Gambar 4.1  | Logo PT Antam .....                                                                 | 61  |
| Gambar 4.2  | Visi & Misi PT Antam Tbk UBPN Kolaka.....                                           | 62  |
| Gambar 4.3  | Produk Feronikel High Carbon & Low Carbon di Pabrik Produksi<br>PT. ANTAM Tbk ..... | 65  |
| Gambar 4.4  | Warehouse PT Antam Tbk UBPN Kolaka.....                                             | 68  |
| Gambar 4.5  | Eksplorasi PT Antam Tbk UBPN Kolaka .....                                           | 69  |
| Gambar 4.6  | Proses Penambangan & Pengangkutan PT Antam Tbk UBPN<br>Kolaka.....                  | 70  |
| Gambar 4.7  | Stockyard Bijih Nikel & Bijih Batu Bara.....                                        | 70  |
| Gambar 4.8  | Stockpile Ore Bijih Nikel & Bijih Batu Bara .....                                   | 71  |
| Gambar 4.9  | Rotary Klin .....                                                                   | 71  |
| Gambar 4.10 | Rotary Dryer .....                                                                  | 72  |
| Gambar 4.11 | Proses Memasukkan Produk ke Gudang Pelabuhan .....                                  | 73  |
| Gambar 4.12 | Proses Loading Produk Feronikel ke Pelabuhan .....                                  | 73  |
| Gambar 4.13 | Diagram Pareto Nilai ARP HOR Tahap 1.....                                           | 101 |
| Gambar 4.14 | Diagram Tulang Ikan.....                                                            | 119 |

## DAFTAR LAMPIRAN



## ABSTRAK

PT. Antam Tbk UBPN Kolaka menghadapi tantangan dalam mengelola risiko lingkungan sebagai bagian dari upaya menuju industri hijau. Studi ini mengidentifikasi risiko dan penyebabnya dalam penerapan GSCM, menetapkan prioritas risiko lingkungan yang signifikan, dan mengusulkan strategi mitigasi untuk mengurangi dampak negatif potensial. Berdasarkan hasil pengamatan selama tiga bulan dari bulan Februari hingga April pada tahun 2025, peringkat PROPER masih “Merah & Ditangguhkan”, masih sama dengan penilaian terakhir pada tahun 2022 sejak pertama kali mendapatkan peringkat “Merah & Ditangguhkan” dari peringkat Biru. Selain itu, masih terdapat risiko-risiko lain yang memiliki potensi untuk mempengaruhi keberlangsungan keberlanjutan operasional PT. Antam Tbk UBPN Kolaka sehingga terjadi penurunan peringkat. Untuk itu digunakan metode fishbone dengan pendekatan 4M+1E dalam mengidentifikasi risiko. Hasil didapatkan total 44 risk event & risk agent. Dalam menentukan prioritas & mitigasi risiko digunakan metode House of Risk yang memiliki dua fase. Hasil akhir pada metode HOR Fase 1 mendapatkan 22 risk agent yang akan diteruskan ke HOR Fase 2 berdasarkan hasil ranking terdapat 22 risk agent karena telah memenuhi 80% dari permasalahan. Setelahnya, masuk ke pemetaan risiko diantaranya terdapat 11 *risk agent* dengan kategori diatas batas toleransi (A16, A42, A37, A32, A3, A9, A15 & A22) dan kategori bahaya fatal (A27, A26 & A38) yang akan dilanjutkan ke HOR tahap 2 untuk dilakukan tindakan mitigasi serta penentuan prioritasnya. Namun yang akan diusulkan hanya 10 prioritas mitigasi teratas.

Kata kunci: *Green Supply Chain Management, Fishbone Analysis, Pemetaan Risiko, House of Risk, Mitigasi Risiko*

## ABSTRACT

*PT Antam Tbk UBPN Kolaka faces challenges in managing environmental risks as part of the effort towards green industry. This study identifies risks and their causes in the implementation of GSCM, prioritizes significant environmental risks, and proposes mitigation strategies to reduce potential negative impacts. Based on the results of the three-month observation from February to April in 2025, the PROPER rating is still “Red & Suspended”, still the same as the last assessment in 2022 since it was first rated “Red & Suspended” from Blue. In addition, there are still other risks that have the potential to affect the sustainability of the operational sustainability of PT Antam Tbk UBPN Kolaka resulting in a decrease in rating. For this reason, the fishbone method is used with the 4M + 1E approach in identifying risks. The results obtained a total of 44 risk events & risk agents. In determining the priority & risk mitigation, the House of Risk method is used which has two phases. The final results in the HOR Phase 1 method obtained 22 risk agents that will be forwarded to HOR Phase 2 based on the ranking results there are 22 risk agents because they have fulfilled 80% of the problem. After that, enter the risk mapping including 11 risk agents with categories above the tolerance limit (A16, A42, A37, A32, A3, A9, A15 & A22) and the category of fatal danger (A27, A26 & A38) which will be continued to HOR phase 2 to take mitigation actions and determine their priorities. However, only the top 10 mitigation priorities will be proposed.*

**Keywords:** Green Supply Chain Management, Fishbone Analysis, Risk Mapping, House of Risk, Risk Mitigation

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Industri sebagai tempat produksi yang mengolah bahan mentah menjadi bahan baku atau bahan siap pakai untuk memenuhi kebutuhan manusia, memang sangat dirasakan dampaknya (Ita Rustiati Ridwan, 2015) .Keberadaannya sangat dibutuhkan sekali di zaman sekarang ini, tidak hanya untuk memenuhi tuntutan kebutuhan pokok tetapi juga tuntutan yang beragam. Peningkatan produksi industri, ekspansi kawasan industri, dan perubahan pola konsumsi global telah meningkatkan tekanan terhadap lingkungan alam, mengakibatkan peningkatan emisi gas rumah kaca, polusi udara dan air, serta degradasi ekosistem (Styawati et al., 2023) .Oleh karena itu, perubahan paradigma dalam sektor industri menjadi kunci untuk menjaga keberlanjutan lingkungan.

“*Green industry*”, atau Industri Hijau, adalah konsep yang berfokus dalam upaya menghadapi tantangan lingkungan. *Green industry* pada dasarnya merupakan pendekatan yang mempromosikan praktik berkelanjutan dalam semua aspek industri, mulai dari produksi hingga distribusi. Prinsip-prinsip *Green industry* mencakup efisiensi sumber daya, pengurangan limbah, penggunaan energi terbarukan, serta pengembangan teknologi yang ramah lingkungan (Calza et al., 2017)

Kini, baik pemerintah maupun konsumen mulai menunjukkan perhatian lebih terhadap lingkungan karena banyaknya dampak negatif serta risiko yang ditimbulkan oleh aktivitas perusahaan. Sebagai salah satu cara perusahaan merespon fenomena ini, mereka dapat menerapkan Sistem Manajemen Lingkungan bersertifikasi internasional, ISO 14001, sebagai spesifikasi yang memandu perusahaan dalam mengidentifikasi, memprioritaskan, dan mengelola risiko lingkungan sebagai bagian dari praktik bisnis, dengan disertai pengembangan prosedur yang fokus pada analisis operasional, perbaikan berkelanjutan, pengukuran, serta tujuan yang ingin dicapai oleh perusahaan (M. Ghobakhloo, 2013)



PT. Antam Tbk UBPN Kolaka adalah salah satu contoh bisnis yang telah mengadopsi praktik keberlanjutan lingkungan sebagai bagian dari transformasinya menjadi industri hijau.. Pada hakikatnya, perusahaan yang memproses bahan baku menjadi suatu produk pasti akan menimbulkan limbah industri, demikian PT. Antam Tbk UBPN Kolaka sebagai salah satu produsen nikel terbesar di Indonesia dengan cadangan dan sumber daya nikel sangat sadar akan tanggung jawab moral dan sosial terhadap lingkungan. Salah satu strategi lingkungan yang telah diterapkan yaitu aktif melakukan reklamasi di lahan bekas tambang dengan menanam kembali berbagai jenis tanaman lokal. Program ini tidak hanya mengurangi kerusakan lingkungan, tetapi juga membantu melestarikan ekosistem setempat. Di samping itu, biaya yang harus dikeluarkan dalam mengelola lingkungan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, risiko yang dihadapi atas tanggung jawab lingkungan juga terus meningkat menjadikan PT Antam Tbk UBPN Kolaka mulai harus memberikan konsentrasi pemikiran bisnis yang selain dapat meminimasi risiko lingkungan juga dapat menurunkan biaya pengendalian lingkungan. Hal ini dapat dilihat pada tingkat PROPER

Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang disingkat PROPER merupakan salah satu upaya yang dilakukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) untuk mendorong penataan perusahaan dalam pengelolaan lingkungan hidup melalui instrumen informasi. Adapun dasar hukum pelaksanaan PROPER dituangkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 127/MENLH/2002 tentang Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan (PROPER). (“Proper (Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan),” 2021)

Prinsip dasar dari pelaksanaan PROPER adalah mendorong penataan perusahaan dalam pengelolaan lingkungan melalui instrumen insentif reputasi/citra bagi perusahaan yang mempunyai kinerja pengelolaan lingkungan yang baik dan instrumen disinsentif reputasi/citra bagi perusahaan yang mempunyai kinerja pengelolaan lingkungan yang buruk (Reliantoro, 2012). Insentif reputasi bagi yang mendapat peringkat Emas dan Hijau dan disinsentif reputasi bagi

yang mendapat peringkat Merah dan Hitam. Berikut gambar di bawah ini adalah tingkat peringkat PROPER yang lengkap :



**Gambar 1.1** Tingkat Peringkat

Proper (Sumber : Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2022)

Peringkat yang dimaksud adalah peringkat emas, hijau, biru, merah, dan hitam. Peringkat tersebut berdasarkan penilaian terhadap beberapa indikator yakni pengendalian pencemaran air, udara, pengelolaan limbah B3, penerapan AMDAL, penerapan sistem manajemen lingkungan, pemanfaatan limbah dan konservasi sumber daya, serta pelaksanaan kegiatan pengembangan masyarakat (Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2022). Penilaian Emas adalah paling baik bagi suatu usaha atau kegiatan perusahaan menunjukkan bahwa konsistensi kepatuhan dalam pengelolaan lingkungan hidup (Reliantoro, 2012).

Dengan adanya PROPER tentu membantu masyarakat untuk menilai bahwa perusahaan tersebut layak atau tidak untuk mendapatkan penilaian baik dalam pengelolaan lingkungan. Penilaian yang baik tentunya pelaksanaan operasionalnya tidak memberikan dampak buruk terhadap lingkungan hidup dan penilaian yang kurang baik tentu memberikan dampak buruk terhadap lingkungan hidup. Perusahaan memiliki pertanggungjawaban sosial dalam pengelolaan lingkungan hidup akan memberikan penilaian positif terhadap kinerja perusahaan (Heizer et al., 2020).

Berdasarkan *press release* “Capaian Positif Antam Pada Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup (Proper) Tahun 2021-2022” yang dikeluarkan oleh PT Antam Tbk UBPN Kolaka dituliskan bahwa status PROPER PT ANTAM Tbk UBPN Kolaka sudah mendapatkan PROPER biru. Namun, seiring berjalannya waktu status PROPER industri tersebut mengalami

penurunan dari peringkat Biru ke Merah. Hal ini didukung berdasarkan salinan SK 546 Tahun 2024 tentang Adendum Peringkat Proper 2022-2023 yang dikeluarkan oleh Menteri KLHK Siti Nurbaya dimana dari salinan tersebut dinyatakan bahwa PT. Antam Tbk UBPN Kolaka mendapatkan predikat “Proper Merah dan Ditangguhkan”. Peringkat ini menunjukkan bahwa perusahaan perlu meningkatkan upaya pengelolaan lingkungannya, karena terdapat beberapa aspek yang belum memenuhi standar yang ditetapkan. Berikut adalah Peringkat PROPER Yang Diraih Oleh PT ANTAM Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka dari Tahun 2021 hingga 2025:

**Tabel 1.** Peringkat Proper PT ANTAM Tbk UBPN Kolaka dari Tahun 2021 Hingga 2025:

| Tahun | Peringkat PROPER     |
|-------|----------------------|
| 2021  | Biru                 |
| 2022  | Merah & Ditangguhkan |
| 2023  | Merah & Ditangguhkan |
| 2024  | Merah & Ditangguhkan |
| 2025  | Merah & Ditangguhkan |

Sumber : *Press-Release* PT. Antam Tbk 2021-2025

Berdasarkan data yang diperoleh mengenai peringkat PROPER PT ANTAM Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka dari tahun 2021 hingga 2025, terlihat adanya fluktuasi dan penurunan dalam peringkat yang diperoleh. Pada tahun 2021, perusahaan berhasil meraih peringkat Biru yang menunjukkan bahwa perusahaan telah memenuhi standar pengelolaan lingkungan yang dipersyaratkan. Namun, pada tahun 2022 hingga 2025, peringkat perusahaan turun menjadi “Merah & Ditangguhkan”, yang menandakan adanya ketidaksesuaian dalam pengelolaan lingkungan dan perlunya perbaikan signifikan.

Penurunan peringkat PROPER dalam beberapa tahun tersebut menjadi indikasi adanya tantangan dalam penerapan kebijakan lingkungan di PT ANTAM Tbk UBPN Kolaka. Faktor-faktor seperti efektivitas sistem pengelolaan limbah, kepatuhan terhadap regulasi lingkungan, serta implementasi program keberlanjutan menjadi aspek penting yang perlu dianalisis lebih lanjut. Untuk mengidentifikasi

kemungkinan risiko/penyebab penurunannya yang menyebabkan tantangan tersebut, dapat dilakukan analisis menggunakan metode *House of Risk*.

Peringkat PROPER dapat berubah setiap tahunnya berdasarkan evaluasi kinerja perusahaan dalam pengelolaan lingkungan. (“Proper (Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan),” 2021) . Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk terus melakukan evaluasi dan mitigasi agar dapat meningkatkan praktik pengelolaan lingkungannya guna mencapai peringkat yang lebih baik di masa mendatang.

Mitigasi lingkungan perusahaan merupakan langkah penting untuk mencegah dan meminimalkan dampak negatif operasional terhadap lingkungan. Aktivitas perusahaan, terutama di sektor industri seperti pertambangan, memiliki potensi besar untuk mencemari air, udara, dan tanah, sehingga langkah mitigasi diperlukan untuk menjaga keseimbangan ekosistem. Selain itu, perusahaan wajib memenuhi regulasi lingkungan yang ditetapkan pemerintah guna menghindari sanksi hukum dan mempertahankan kepatuhan. Upaya mitigasi juga mendukung keberlanjutan operasional jangka panjang, karena pengelolaan sumber daya yang bijak dapat mencegah kerusakan permanen yang mengancam keberlanjutan bisnis. Di sisi lain, perusahaan yang berkomitmen terhadap mitigasi lingkungan akan memiliki reputasi yang lebih baik di mata publik dan pemangku kepentingan, serta mengurangi risiko ekonomi akibat bencana lingkungan. Lebih jauh, mitigasi berkontribusi pada agenda global untuk menahan laju perubahan iklim melalui pengurangan emisi dan efisiensi proses. Oleh karena itu, mitigasi lingkungan menjadi strategi bisnis yang tidak hanya melindungi lingkungan, tetapi juga menciptakan nilai tambah berkelanjutan bagi masyarakat dan perusahaan itu sendiri .

PT Antam Tbk UBPN Kolaka memiliki komitmen untuk terus meningkatkan kinerja dalam pengelolaan lingkungan, serta melakukan perbaikan secara berkelanjutan demi mencapai PROPER tertinggi yaitu Emas. Namun, saat ini PT Antam Tbk UBPN Kolaka belum sepenuhnya menerapkan seluruh prinsip GSCM dalam operasionalnya, masih terdapat potensi risiko terkait keberlanjutan lingkungan dan kepatuhan terhadap regulasi sehingga untuk saat ini perlu

dilakukan peningkatan secara bertahap dari PROPER merah menjadi PROPER biru.

Dengan adanya evaluasi berkala mengenai keberlanjutan lingkungan dapat menjadi salah satu strategi yang efektif dalam meningkatkan peringkat PROPER, khususnya mencapai peringkat Biru lalu bertahap menuju peringkat Hijau & Emas. Meskipun *Green Supply Chain Management* bukan satu-satunya faktor yang mempengaruhi penilaian, kontribusi GSCM dalam pengelolaan lingkungan yang lebih baik dapat mendukung perusahaan memenuhi standar dan regulasi yang ditetapkan dalam PROPER. Hal ini sejalan dengan konsep “*Green Industry*”, yaitu industri yang dalam proses operasionalnya mengutamakan efisiensi sumberdaya dan energi, meminimalkan limbah dan pencemaran serta berkomitmen terhadap keberlanjutan lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi potensi risiko dalam *Green Supply Chain Management* pada industri pertambangan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mendalam mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi implementasi GSCM serta mengusulkan langkah-langkah mitigasi yang tepat untuk mengurangi dampak negatif yang berpotensi timbul, sehingga perusahaan dapat meningkatkan kinerja lingkungan dan operasionalnya secara berkelanjutan. Selain itu, perusahaan harus memiliki pengelolaan risiko yang dievaluasi secara konsisten dari kegiatan rantai pasok untuk mencapai komitmen dan tujuan perusahaan yang lebih ramah lingkungan. Tidak memperhatikan pengelolaan risiko akan menurunkan efisiensi dan efektivitas keseluruhan operasi perusahaan, serta proses sepanjang rantai pasok.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apa sajakah yang dapat menjadi kejadian risiko serta penyebab risiko dari *green supply chain management* di PT Antam Tbk UBPN Kolaka ?
2. Apa saja prioritas risiko dari *green supply chain management* yang paling signifikan?
3. Apa rekomendasi strategi mitigasi & solusi apa yang dapat diterapkan untuk



mengurangi penyebab risiko tersebut ?

### 1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada *bagian Plan, Source, Make & Deliver* pada *Green Supply Chain Management* PT. Antam Tbk UBPN Kolaka & dibatasi pada bagian Pengemasan & *Return*.
2. Penelilian ini tidak melakukan perhitungan pencapaian PROPER & hanya dilakukan sampai tahapan usulan perbaikan kepada PT. Antam Tbk UBPN Kolaka
3. Strategi usulan mitigasi difokuskan untuk mengurangi atau mengeliminasi potensi risiko yang berdampak negatif pada rantai pasok, khususnya dalam aspek keberlanjutan lingkungan.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas, adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi dan menganalisis penyebab risiko dari pelaksanaan *Green Supply Chain Management* di PT. Antam Tbk UBPN Kolaka
2. Menentukan prioritas risiko guna fokus pada risiko yang paling berbahaya pada *Green Supply Chain Management* untuk keberlanjutan lingkungan di PT. Antam Tbk UBPN Kolaka
3. Mengusulkan strategi mitigasi sebagai solusi untuk mengurangi dampak risiko yang berkaitan dengan *green supply chain management* untuk keberlanjutan lingkungan di PT. Antam Tbk UBPN Kolaka

### 1.5 Manfaat Penelitian

#### a. Mahasiswa

Berikut ini merupakan manfaat penelitian bagi mahasiswa:

1. Penelitian ini memungkinkan mahasiswa menerapkan teori *green supply chain management* dan *house of risk* yang telah dipelajari dalam konteks nyata, memperkuat pemahaman dan keterampilan teknis.



2. Mahasiswa akan terbiasa menganalisis data rantai pasok, mengidentifikasi risiko, dan memberikan rancangan strategi mitigasi yang tepat untuk perusahaan dalam mengelola dampak lingkungan dari proses *supply chain management*.
3. Penelitian ini memberikan pengalaman langsung dalam melakukan riset yang relevan dengan kebutuhan industri, yang berguna sebagai bekal karier di masa depan.

**b. Universitas**

Berikut ini merupakan manfaat penelitian bagi universitas:

1. Penelitian ini berkontribusi pada peningkatan kualitas dan relevansi penelitian di universitas dengan menyediakan studi kasus dari dunia industri yang dapat dijadikan referensi bagi penelitian lain.
2. Universitas dapat memperkuat hubungan dengan PT. Antam Tbk UBPN Kolaka dan perusahaan lain dalam industri, yang dapat menghasilkan peluang kolaborasi lebih lanjut, baik dalam penelitian maupun pengembangan program akademik.
3. Penelitian ini memperkaya literatur mengenai penerapan *GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT* dan *HOUSE OF RISK* yang dapat menjadi acuan akademik untuk program studi teknik industri atau manajemen rantai pasok.

**c. Perusahaan**

Berikut ini merupakan manfaat penelitian bagi perusahaan:

1. Penelitian ini membantu perusahaan dalam mengidentifikasi risiko lingkungan dan menyiapkan langkah mitigasi untuk memenuhi regulasi yang semakin ketat. Dengan GSCM, perusahaan dapat meminimalkan potensi sanksi atau penalti serta menjaga reputasi positif sebagai perusahaan yang peduli terhadap lingkungan.
2. Penelitian ini memberikan wawasan mengenai peluang peningkatan efisiensi dalam proses rantai pasok, seperti pengurangan limbah, penggunaan energi yang lebih efektif, dan pengoptimalan aliran bahan baku. Dengan demikian, perusahaan dapat mengurangi biaya

operasional dan meningkatkan produktivitas melalui praktik yang lebih berkelanjutan.

3. Penelitian ini memberikan rekomendasi strategis bagi perusahaan untuk meningkatkan efektivitas implementasi *Green Supply Chain Management* (GSCM) melalui langkah-langkah mitigasi risiko dan perbaikan berkelanjutan dalam rantai pasok.

## **1.6 Sistematika Penelitian**

Sistematika penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian penelitian. Bab ini dimaksudkan sebagai pendahuluan terhadap bab-bab berikutnya, dengan tujuan agar pembaca memperoleh pemahaman mengenai pokok bahasan yang akan dibahas pada tugas akhir ini.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini memuat sejumlah kajian atau literatur yang digunakan sebagai titik awal analisis data. Sumbernya diambil dari jurnal nasional, prosiding, dan materi metode yang dikaitkan dengan fakta untuk dijadikan dasar acuan.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisikan gambaran mengenai metode penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini. Pada bab ini terdiri atas penelitian lapangan, identifikasi risiko-risiko *Green Supply Chain Management* perusahaan, serta penentuan prioritas mitigasi risiko dengan metode *fishbone (4M+1E)* & *House of Risk (HOR)*.

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini mengolah data yang diperoleh, menganalisisnya berdasarkan kerangka teori yang menjadi landasan teori, dan menjelaskan hasilnya berdasarkan landasan teori yang sudah ada dalam bab ini. Pengolahan data, pengumpulan data, analisis, dan pembahasan merupakan hal-hal yang akan dibahas dan dikaji dalam bab ini.

## **BAB V PENUTUP**

Bab ini merupakan bagian terakhir dari keseluruhan pencapaian, yang diambil dari hasil pembahasan serta penelitian yang dikaji berdasarkan peraturan yang berlaku saat ini, landasan teori, dan realitas lapangan. Bab ini juga memuat beberapa saran.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Pada tinjauan pustaka ini berisi tentang tinjauan penelitian dari peneliti yang sudah ada sebelumnya, terdapat beberapa penelitian yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

Penelitian yang dilakukan oleh Kiki Irnanda Safitri, Said Salim Dahda, dan Dzakiyah Widyaningrum (2021) pada PT. Petronika memiliki permasalahan yaitu risiko pada rantai pasok yang mengganggu aktivitas supply chain perusahaan. PT. Petronika belum memiliki proses identifikasi dan mitigasi risiko yang terstruktur, terutama dalam fungsi supply chain. Untuk itu, penelitian ini menggunakan metode House of Risk (HOR) dan Fuzzy Logic untuk mengidentifikasi dan menetapkan prioritas risiko serta merancang strategi mitigasi. Dari hasil penelitian, ditemukan 22 risk event dan 52 risk agent, dan diusulkan 8 strategi mitigasi yang diharapkan dapat membantu PT Petronika dalam meningkatkan stabilitas operasi dan meminimalisasi gangguan yang dapat menghambat produktivitas sehingga dapat bisa memberikan rekomendasi dalam perbaikan rantai pasok perusahaan.

Penelitian yang dilakukan oleh Winda Ofiska Paramita, Novi Marlyana, dan Akhmad Syakhroni (2023) pada UKM LUMAZA memiliki permasalahan yaitu sering terjadinya risiko dalam rantai pasok, seperti keterlambatan pengiriman, ketidakpastian stok bahan baku, dan kerusakan produk selama pengiriman. Metode yang digunakan adalah House of Risk (HOR) yang digabungkan dengan SCOR untuk menganalisis dan mengidentifikasi risiko serta strategi mitigasi. Hasilnya menunjukkan bahwa dari 12 agen risiko, terdapat 4 risiko utama yang perlu ditangani segera, dan penelitian ini menghasilkan 6 strategi mitigasi prioritas, termasuk penambahan stok bahan baku, pembuatan jadwal pengiriman, inspeksi kualitas yang lebih ketat, dan penambahan kurir, yang diharapkan dapat meningkatkan efektivitas rantai pasok di UKM LUMAZA.

Penelitian yang dilakukan oleh (Istiqomah et al., 2020) pada CV Mainan Kayu

mengidentifikasi permasalahan berupa tingginya limbah produksi, seperti serbuk kayu, potongan kayu, dan emisi gas buang, serta risiko dalam supply chain, seperti perubahan rencana produksi, keterlambatan pengiriman, dan ketergantungan pada supplier. Permasalahan ini berdampak pada efisiensi operasional dan kerusakan lingkungan. Metode yang digunakan adalah House of Risk (HOR), yang terdiri dari dua tahap: HOR 1 untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan penyebab risiko menggunakan diagram Pareto, dan HOR 2 untuk menyusun strategi mitigasi yang efektif. Hasil penelitian menemukan 30 kejadian risiko dan 16 sumber risiko, dengan enam sumber risiko dominan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap masalah supply chain. Dari HOR 2, dihasilkan 11 strategi mitigasi, dengan lima prioritas utama, termasuk pengolahan limbah, pembuatan produk daur ulang, dan pemberdayaan karyawan untuk meningkatkan efektivitas dan mengurangi dampak lingkungan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Bayu Rizki Kristanto dan Ni Luh Putu Hariastuti (2014) pada PT. Karyamitra Budisentosa memiliki permasalahan yaitu risiko yang timbul dalam rantai pasok bahan baku kulit, seperti keterlambatan pasokan, kelalaian tenaga kerja, dan kerusakan mesin. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *House of Risk* (HOR) yang terbagi dalam dua fase: pertama, identifikasi risiko dan agen risiko serta pengukuran tingkat keparahan (severity) dan kemunculannya (occurrence) untuk menghitung Aggregate Risk Priority (ARP); kedua, penanganan risiko dengan menentukan aksi mitigasi. Hasil penelitian menunjukkan ada 27 kejadian risiko dan 52 agen risiko yang teridentifikasi, dengan 6 aksi mitigasi utama yang diharapkan mampu mengurangi risiko dalam rantai pasok bahan baku kulit.

Penelitian yang dilakukan oleh (Nazla & Vikaliana, 2024) pada perusahaan ORC memiliki permasalahan yaitu risiko dalam proses pengadaan barang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *House of Risk* yang mencakup identifikasi risiko melalui observasi, wawancara, kuesioner, dan studi literatur, yang kemudian dilanjutkan dengan pengukuran dampak, pengukuran tingkat probabilitas dan dampak risiko, serta perancangan strategi mitigasi risiko. HOR fase pertama digunakan untuk mengidentifikasi dan memberi prioritas pada

agen risiko dengan menggunakan nilai ARP. Fase kedua dari HOR kemudian mengusulkan lima strategi mitigasi, seperti memberikan panduan dokumen penawaran yang jelas dan melakukan evaluasi menyeluruh terhadap pasokan lokal. Hasil penelitian menunjukkan lima strategi mitigasi utama, termasuk penyampaian persyaratan dokumen yang jelas, penetapan kriteria seleksi yang objektif, serta penilaian ketersediaan pasokan lokal.

Penelitian ini memberikan rekomendasi untuk penerapan strategi mitigasi tersebut serta monitoring rutin demi meningkatkan pengendalian risiko pengadaan di ORC. Penelitian yang dilakukan oleh (Luluk Sinta Dewi, 2021) pada PT. Energi Agro Nusantara memiliki permasalahan yaitu risiko dalam penerapan Green Supply Chain Management (GSCM) pada agroindustri bioethanol, seperti bahan baku yang tercecer, mesin produksi breakdown, dan hasil samping yang belum dimanfaatkan optimal. Untuk itu, penelitian ini menggunakan metode House of Risk (HOR) untuk mengidentifikasi risiko, menentukan prioritas, dan menyusun 24 kejadian risiko dan 33 sumber risiko, dan diusulkan 5 strategi mitigasi utama, seperti preventive maintenance dan pemasangan steam trap. Strategi ini diharapkan dapat membantu PT. Energi Agro Nusantara meningkatkan efisiensi operasional dan keberlanjutan aktivitas supply chain perusahaan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Dewi Ayu Ningrum, 2020) pada PT. Madubaru memiliki proses identifikasi risiko yang efektif untuk mengatasi kendala produksi akibat waste dan kapasitas rendah. Untuk itu, penelitian ini menggunakan metode Risk Mapping dan SCOR 12.0 untuk mengidentifikasi dan menetapkan prioritas risiko serta menyusun strategi mitigasi. Dari hasil penelitian, ditemukan berbagai risiko prioritas yang diatasi dengan 4 strategi mitigasi utama, seperti pembuatan anggaran biaya safety dan optimalisasi supply tebu. Strategi ini diharapkan dapat membantu PT. Madubaru meningkatkan produktivitas dan memenuhi permintaan konsumen tanpa gangguan signifikan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Dwi Cahya Kurniawan, 2018) pada PT. Globalindo Intimates memiliki permasalahan yaitu risiko lingkungan dalam rantai pasok yang mengganggu aktivitas supply chain perusahaan. PT. Globalindo Intimates belum memiliki proses identifikasi dan mitigasi risiko yang terstruktur,



terutama dalam fungsi make, deliver, dan return. Untuk itu, penelitian ini menggunakan metode House of Risk (HOR) dan SCOR untuk mengidentifikasi dan menetapkan prioritas risiko serta merancang strategi mitigasi. Dari hasil penelitian, ditemukan 18 risk event dan 36 risk agent, dan diusulkan 24 strategi mitigasi (11 untuk make, 7 untuk deliver, dan 6 untuk return). Strategi ini diharapkan dapat membantu PT. Globalindo Intimates dalam meningkatkan stabilitas operasi dan meminimalisasi dampak negatif pada lingkungan sehingga mendukung keberlanjutan perusahaan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Susanty, 2017) pada UKM Batik Pekalongan memiliki permasalahan yaitu implementasi Green Supply Chain Management (GSCM) yang belum optimal di seluruh aktivitas supply chain. Beberapa kendala utama meliputi pengelolaan limbah dan efisiensi proses produksi. Untuk itu, penelitian ini menggunakan pendekatan Green SCOR untuk mengevaluasi performansi dan mengidentifikasi area perbaikan dalam supply chain. Dari hasil penelitian, ditemukan berbagai kelemahan dalam rantai pasok, dan diusulkan strategi peningkatan berdasarkan framework Green SCOR. Strategi ini diharapkan dapat membantu UKM Batik Pekalongan meminimalisasi dampak lingkungan dan meningkatkan keberlanjutan usaha.

Penelitian yang dilakukan oleh (Rizky Setiyono & Ernawati, 2023) pada Perusahaan Minyak dan Gas memiliki permasalahan yaitu kurangnya evaluasi performansi aktivitas supply chain dengan mempertimbangkan aspek lingkungan. Tantangan ini berpotensi menghambat efisiensi operasional dan keberlanjutan bisnis. Untuk itu, penelitian ini menggunakan metode Green SCOR berbasis AHP dan OMAX untuk mengukur performansi aktivitas GSCM dan memberikan rekomendasi peningkatan. Dari hasil penelitian, ditemukan indikator performansi yang perlu diperbaiki, seperti efisiensi energi dan pengurangan limbah. Strategi yang diusulkan diharapkan dapat meningkatkan kinerja lingkungan dan efisiensi supply chain perusahaan.

Tabel 2. Tinjauan Pustaka

| No | Peneliti & Tahun Terbit                                 | Sumber                                                                                                                | Judul                                                                                                  | Permasalahan                                                                                                                                                                              | Metode                                   | Tujuan                                                                                                                                                                                                                                   | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                         |
|----|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Safitri, K. I., Dahda, S. S., & Widyaningrum, D. (2021) | JUSTI (Jurnal Sistem & Teknik Industri), Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik | Analisis dan Mitigasi Risiko Menggunakan House of Risk dan Fuzzy Logic Pada Rantai Pasok PT. Petronika | Pada bulan tertentu terdapat tidak tercapainya target produksi yang disebabkan adanya <i>downtime</i> karena keterlambatan kedatangan bahan baku, sehingga tidak mencapai target produksi | <i>House of Risk</i> (HOR) & Fuzzy Logic | Tujuan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas rantai pasok internal PT. Petronika agar dapat mengidentifikasi risiko yang ada kemudian bersama dengan pengambil kebijakan memilih aksi mitigasi yang tepat bagi perusahaan. | Hasil dari penelitian ini yaitu pada HOR fase 1 terdapat <i>risk agent</i> prioritas yang harus diberi tindakan/strategi mitigasi. 2 <i>risk agent</i> prioritas tersebut adalah kerusakan alat dan keterlambatan kedatangan bahan baku. |

|    |                                                       |                                                                                                                        |                                                                                                                     |                                                                                                                            |                                   |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                       |                                                                                                                        |                                                                                                                     | yang telah direncanakan.                                                                                                   |                                   |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2. | Paramita, W. O., Marlyana, N., & Syakhroni, A. (2023) | Jurnal Ilmiah Sultan Agung, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung | Analisis Mitigasi Pada Rantai Pasok Produk Makanan Dengan Pendekatan <i>House Of Risk (Hor)</i> (Studi Kasus Di UKM | Permasalahan yang terdapat pada jurnal ini yaitu bahan baku yang digunakan berbeda dengan bahan baku yang biasa digunakan, | <i>House of Risk (HOR)</i> & FMEA | Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi risiko yang telah terjadi pada rantai pasok di UKM LUMAZA & memberikan rencana strategi mitigasi. | Hasil dari penelitian ini yaitu terdapat 19 <i>Risk Event</i> yang terdiri atas proses <i>Plan, Source, Make, Deliver,</i> dan <i>Return</i> . Didapatkan hasil penyebab risiko pada proses rantai pasok UKM LUMAZA, terdapat 12 <i>Risk Agent</i> |

|  |  |  |                       |                                                                       |  |  |                                                     |
|--|--|--|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------|--|--|-----------------------------------------------------|
|  |  |  | Lumaza<br>Pekalongan) | akibat supplier<br>yang biasa<br>digunakan<br>mengalami<br>stok habis |  |  | yang lalu dipilih<br>sebanyak 4 <i>Risk Agent</i> . |
|--|--|--|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------|--|--|-----------------------------------------------------|



Tabel Tinjauan Pustaka

| No | Peneliti & Tahun Terbit | Sumber                                                                                                         | Judul                                                                                                                    | Permasalahan                                                                                                                                                                                                            | Metode                     | Tujuan                                                                                                                                                                                                                                                        | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3  | Azhari, S. (2018)       | Departemen Manajemen Bisnis Fakultas Bisnis & Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya | Pengelolaan Risiko Pada Green Supply Chain Management Dengan Metode House of Risk (Studi Kasus di PT. Petrokimia Gresik) | Perusahaan menghadapi risiko karena implementasi GSCM yang tidak efektif, terutama pada prosedur Sistem Manajemen Lingkungan yang belum sepenuhnya diintegrasikan ke tugas dan wewenang di berbagai tingkat departemen. | House of Risk (HOR) & SCOR | Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko dan penyebab risiko dalam implementasi GSCM di PT Petrokimia Gresik dan memberikan rekomendasi untuk penanganan penyebab risiko tersebut guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi pelaksanaan GSCM. | Hasil dari penelitian ini yaitu dengan mengacu pada hasil HOR tahap 1, didapatkan 70 risiko dan 78 penyebab risiko yang mempengaruhi kinerja GSCM. Berdasarkan metode pada HOR tahap 2, didapatkan usulan aksi mitigasi untuk 36 penyebab risiko |

|    |                                                     |                                                               |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                               |                     |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. | Dessy Istiqomah, Surya Perdana, Ridwan Usman (2020) | Lppm Prosiding Seminar Nasional Universitas Islam Syekh Yusuf | Analisis Dan Mitigasi Risiko Proses Produksi Di Cv Mainan Kayu Dengan Green Supply Management & Metode House Of Risk (Hor) | Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah tingginya volume limbah yang dihasilkan dari proses produksi CV Mainan Kayu, termasuk serbuk kayu, potongan kayu, dan emisi gas buang, yang berdampak negatif pada lingkungan. | House of Risk (HOR) | Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kejadian risiko dan sumber risiko pada proses supply chain dan untuk memitigasi risiko tersebut agar dampak lingkungan dapat diminimalkan dan waste dapat dikurangi. | Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 30 kejadian risiko dan 16 sumber risiko yang telah diidentifikasi. Berdasarkan analisis HOR fase pertama, enam sumber risiko dominan ditemukan, sedangkan pada fase kedua, sebelas strategi mitigasi dirumuskan. |
|----|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Tabel Tinjauan Pustaka



| No | Peneliti & Tahun Terbit | Sumber                                                                                                         | Judul                                                                                                                    | Permasalahan                                                                                                                                                                                                            | Metode                      | Tujuan                                                                                                                                                                                                                                                        | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Azhari, S. (2018)       | Departemen Manajemen Bisnis Fakultas Bisnis & Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya | Pengelolaan Risiko Pada Green Supply Chain Management Dengan Metode House of Risk (Studi Kasus di PT. Petrokimia Gresik) | Perusahaan menghadapi risiko karena implementasi GSCM yang tidak efektif, terutama pada prosedur Sistem Manajemen Lingkungan yang belum sepenuhnya diintegrasikan ke tugas dan wewenang di berbagai tingkat departemen. | House of Risk (HOR) & SCO R | Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko dan penyebab risiko dalam implementasi GSCM di PT Petrokimia Gresik dan memberikan rekomendasi untuk penanganan penyebab risiko tersebut guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi pelaksanaan GSCM. | Hasil dari penelitian ini yaitu dengan mengacu pada hasil HOR tahap 1, didapatkan 70 risiko dan 78 penyebab risiko yang mempengaruhi kinerja GSCM. Berdasarkan metode pada HOR tahap 2, didapatkan usulan aksi mitigasi untuk 36 penyebab risiko |

|    |                                                     |                                                               |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                               |                     |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. | Dessy Istiqomah, Surya Perdana, Ridwan Usman (2020) | Lppm Prosiding Seminar Nasional Universitas Islam Syekh Yusuf | Analisis Dan Mitigasi Risiko Proses Produksi Di Cv Mainan Kayu Dengan Green Supply Management & Metode House Of Risk (Hor) | Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah tingginya volume limbah yang dihasilkan dari proses produksi CV Mainan Kayu, termasuk serbuk kayu, potongan kayu, dan emisi gas buang, yang berdampak negatif pada lingkungan. | House of Risk (HOR) | Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kejadian risiko dan sumber risiko pada proses supply chain dan untuk memitigasi risiko tersebut agar dampak lingkungan dapat diminimalkan dan waste dapat dikurangi. | Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 30 kejadian risiko dan 16 sumber risiko yang telah diidentifikasi. Berdasarkan analisis HOR fase pertama, enam sumber risiko dominan ditemukan, sedangkan pada fase kedua, sebelas strategi mitigasi dirumuskan. |
|----|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Tabel Tinjauan Pustaka

| No | Peneliti & Tahun Terbit | Sumber                                                                                                         | Judul                                                                                                                    | Permasalahan                                                                                                                                                                                                            | Metode                     | Tujuan                                                                                                                                                                                                                                                        | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. | Azhari, S. (2018)       | Departemen Manajemen Bisnis Fakultas Bisnis & Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya | Pengelolaan Risiko Pada Green Supply Chain Management Dengan Metode House of Risk (Studi Kasus di PT. Petrokimia Gresik) | Perusahaan menghadapi risiko karena implementasi GSCM yang tidak efektif, terutama pada prosedur Sistem Manajemen Lingkungan yang belum sepenuhnya diintegrasikan ke tugas dan wewenang di berbagai tingkat departemen. | House of Risk (HOR) & SCOR | Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko dan penyebab risiko dalam implementasi GSCM di PT Petrokimia Gresik dan memberikan rekomendasi untuk penanganan penyebab risiko tersebut guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi pelaksanaan GSCM. | Hasil dari penelitian ini yaitu dengan mengacu pada hasil HOR tahap 1, didapatkan 70 risiko dan 78 penyebab risiko yang mempengaruhi kinerja GSCM. Berdasarkan metode pada HOR tahap 2, didapatkan usulan aksi mitigasi untuk 36 penyebab risiko |

|    |                                                     |                                                               |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                               |                     |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8. | Dessy Istiqomah, Surya Perdana, Ridwan Usman (2020) | Lppm Prosiding Seminar Nasional Universitas Islam Syekh Yusuf | Analisis Dan Mitigasi Risiko Proses Produksi Di Cv Mainan Kayu Dengan Green Supply Management & Metode House Of Risk (Hor) | Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah tingginya volume limbah yang dihasilkan dari proses produksi CV Mainan Kayu, termasuk serbuk kayu, potongan kayu, dan emisi gas buang, yang berdampak negatif pada lingkungan. | House of Risk (HOR) | Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kejadian risiko dan sumber risiko pada proses supply chain dan untuk memitigasi risiko tersebut agar dampak lingkungan dapat diminimalkan dan waste dapat dikurangi. | Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 30 kejadian risiko dan 16 sumber risiko yang telah diidentifikasi. Berdasarkan analisis HOR fase pertama, enam sumber risiko dominan ditemukan, sedangkan pada fase kedua, sebelas strategi mitigasi dirumuskan. |
|----|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Tabel Tinjauan Pustaka

| No | Peneliti & Tahun Terbit | Sumber                                                                                                         | Judul                                                                                                                    | Permasalahan                                                                                                                                                                                                            | Metode                     | Tujuan                                                                                                                                                                                                                                                        | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9. | Azhari, S. (2018)       | Departemen Manajemen Bisnis Fakultas Bisnis & Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya | Pengelolaan Risiko Pada Green Supply Chain Management Dengan Metode House of Risk (Studi Kasus di PT. Petrokimia Gresik) | Perusahaan menghadapi risiko karena implementasi GSCM yang tidak efektif, terutama pada prosedur Sistem Manajemen Lingkungan yang belum sepenuhnya diintegrasikan ke tugas dan wewenang di berbagai tingkat departemen. | House of Risk (HOR) & SCOR | Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko dan penyebab risiko dalam implementasi GSCM di PT Petrokimia Gresik dan memberikan rekomendasi untuk penanganan penyebab risiko tersebut guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi pelaksanaan GSCM. | Hasil dari penelitian ini yaitu dengan mengacu pada hasil HOR tahap 1, didapatkan 70 risiko dan 78 penyebab risiko yang mempengaruhi kinerja GSCM. Berdasarkan metode pada HOR tahap 2, didapatkan usulan aksi mitigasi untuk 36 penyebab risiko |

|     |                                                     |                                                               |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                               |                     |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10. | Dessy Istiqomah, Surya Perdana, Ridwan Usman (2020) | Lppm Prosiding Seminar Nasional Universitas Islam Syekh Yusuf | Analisis Dan Mitigasi Risiko Proses Produksi Di Cv Mainan Kayu Dengan Green Supply Management & Metode House Of Risk (Hor) | Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah tingginya volume limbah yang dihasilkan dari proses produksi CV Mainan Kayu, termasuk serbuk kayu, potongan kayu, dan emisi gas buang, yang berdampak negatif pada lingkungan. | House of Risk (HOR) | Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kejadian risiko dan sumber risiko pada proses supply chain dan untuk memitigasi risiko tersebut agar dampak lingkungan dapat diminimalkan dan waste dapat dikurangi. | Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 30 kejadian risiko dan 16 sumber risiko yang telah diidentifikasi. Berdasarkan analisis HOR fase pertama, enam sumber risiko dominan ditemukan, sedangkan pada fase kedua, sebelas strategi mitigasi dirumuskan. |
|-----|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



Dari studi literatur diatas diketahui bahwasannya *Green Supply Chain Management* (GSCM) merupakan strategi yang efektif untuk membantu perusahaan mengimplementasikan aspek keberlanjutan dalam seluruh rantai pasok mereka, mulai dari pengadaan bahan baku hingga distribusi produk akhir ke konsumen. GSCM berfokus pada pengurangan dampak lingkungan melalui optimalisasi penggunaan sumber daya, pengelolaan limbah, dan efisiensi energi di setiap tahap operasional. Pendekatan ini juga mendorong perusahaan untuk membangun hubungan yang lebih erat dengan pemasok dan mitra bisnis yang memiliki komitmen serupa terhadap praktik ramah lingkungan.

Keunggulan Metode *House of Risk* (HOR) dalam pengelolaan *green supply chain management* (GSCM) yaitu mengidentifikasi dan mengelola risiko yang berdampak pada keberlanjutan lingkungan dalam rantai pasok. Dalam konteks GSCM, HOR memfasilitasi perusahaan untuk mengidentifikasi sumber-sumber risiko yang dapat mengancam pencapaian target keberlanjutan, seperti limbah industri atau konsumsi energi yang tinggi. Metode ini juga menyediakan analisis yang terstruktur untuk mengevaluasi dampak dari setiap risiko dan merancang strategi mitigasi yang tepat, yang selanjutnya dapat meminimalkan emisi karbon, mengurangi konsumsi sumber daya, serta meningkatkan efisiensi operasional. Dengan menggabungkan pendekatan penilaian risiko dan keberlanjutan, HOR mendukung perusahaan dalam merancang rantai pasok yang lebih tangguh terhadap risiko lingkungan, sehingga menciptakan nilai tambah dalam mewujudkan tujuan keberlanjutan jangka panjang.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 *Supply Chain*

*Supply chain* adalah suatu sistem tempat organisasi menyalurkan barang produksi dan jasanya kepada pelanggannya (Tyagi & Agarwal, 2014). Rantai ini merupakan jaringan dari banyak perusahaan terkait yang memiliki tujuan yang sama untuk mengoptimalkan akuisisi dan pengiriman barang-barang ini.

Kesimpulannya, *supply chain* suatu sistem jaringan yang terhubung, saling bergantung, dan saling menguntungkan dalam suatu organisasi yang bekerja sama

untuk mengendalikan, mengatur, dan mengembangkan arus material, produk, jasa, dan informasi dari supplier, perusahaan, distributor, toko, atau ritel, serta perusahaan pendukung seperti perusahaan jasa logistik ke pelanggan akhir. ruang lingkup rantai pasok dikategorikan menjadi tiga macam yakni *direct supply chain*, *extended supply chain*, serta *ultimate supply chain*. (Mentzer et al., 2001)

**a. Direct Supply Chain**



FIGURE 1a - DIRECT SUPPLY CHAIN

**Gambar 2. 1 Direct Supply Chain**

(Sumber : Mentzer et al., 2001)

Menurut (Christopher, 1998) *direct supply chain* adalah aliran yang melibatkan tiga entitas utama, yaitu pemasok, produsen, dan pelanggan. Rantai pasok ini mengutamakan aktivitas inti yang meliputi pembelian bahan baku, proses produksi barang jadi, dan distribusi produk akhir kepada pelanggan. Dalam rantai pasokan langsung, tiap tahap saling terkait secara langsung dengan tujuan menciptakan nilai dan memenuhi kebutuhan pelanggan dengan cepat. Ini mengurangi perantara dan langkah tambahan, sehingga aliran produk dan informasi menjadi lebih cepat.

**b. Extended Supply Chain**



**Gambar 2. 2 Extended Supply Chain**

(Sumber: Beamon, 1999)

*Extended supply chain* merupakan aliran dalam rantai pasok yang meliputi

pemasok dari pemasok langsung dan pelanggan dari pelanggan langsung, serta semua yang terlibat dalam aliran produk, jasa, keuangan maupun informasi dari hulu ke hilir (Mentzer et al., 2001).

*Extended supply chain* yang terintegrasi memiliki komponen dasar yang sama dengan manajemen rantai pasokan tradisional. Namun, supply chain yang diperpanjang memiliki *semi-closed loop* yang melibatkan operasi recycling dan reproduksi atau penggunaan kembali.

### c. *Ultimate Supply Chain*



**Gambar 2.3** *Ultimate Supply Chain*

(Sumber: Mentzer et al., 2001)

Struktur pergerakan rantai pasokan yang lebih rumit disebut sebagai “*Ultimate Supply Chain*” Seluruh bisnis yang berpartisipasi dalam pergerakan barang, jasa, uang, dan informasi dari hulu ke hilir dari pemasok penting ke pelanggan penting membentuk rantai pasokan utama. (Mentzer et al., 2001)

Rantai ini mencakup pemasok primer, sekunder, hingga pihak-pihak yang berada di hilir, seperti distributor, pengecer, dan berbagai entitas yang terkait dengan proses rantai pasok. *Ultimate supply chain* juga mencakup pihak eksternal yang dapat memengaruhi jalannya rantai pasok, seperti pemerintah, lembaga keuangan, dan organisasi lainnya yang berperan dalam menciptakan nilai bagi pelanggan akhir.

### 2.2.2 *Supply Chain Management*

Menurut (Christopher, 1998) mendefinisikan manajemen rantai pasok sebagai pengelolaan aktivitas yang terkait dengan pengadaan, produksi, dan

pengiriman produk atau jasa dari pemasok hingga pelanggan akhir dengan tujuan memaksimalkan keuntungan, efisiensi, dan kepuasan pelanggan.

Menurut (*Supply Chain Council, 2014*)), manajemen rantai pasok mencakup perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian operasi yang berkaitan dengan arus barang dan jasa, mulai dari pengadaan bahan baku hingga pengiriman produk jadi ke pelanggan akhir. Tujuannya adalah untuk mendapatkan keunggulan kompetitif melalui integrasi yang efektif dari berbagai fungsi rantai pasokan.

Dalam bagian tingkat tertinggi, proses terintegrasi dari manajemen rantai pasok dapat dibagi menjadi dua yaitu : *production planning and inventory control process*; & *distribution and logistic process*. Proses ini dapat digambarkan pada Gambar di bawah ini.



- a. ***Production Planning and Inventory Control Process*** adalah seluruh proses manufaktur, bersama dengan sub-prosesnya. Perencanaan produksi secara khusus mencakup desain dan manajemen dari keseluruhan proses manufaktur, termasuk desain dan penjadwalan proses manufaktur, desain dan penjadwalan penanganan bahan baku, dan penjadwalan permintaan bahan baku hingga penerimaannya. *Inventory Control*, juga dikenal sebagai pengawasan penyimpanan, mencakup pengaturan dan desain kebijakan dan prosedur penyimpanan bahan baku, inventori *work-in-process*, dan produk jadi.

- b. *Distribution and Logistic Process*** memutuskan apakah barang dikirim ke gudang penyangga terlebih dahulu sebelum dikirim ke pengecer atau pengecer secara langsung, atau apakah barang dikirim ke gudang penyangga terlebih dahulu.

### 2.2.3 *Supply Chain Operation Reference (SCOR)*

*Supply Chain Council (2010)* menciptakan *Supply Chain Operations Reference (SCOR)*, sebuah proses bisnis untuk operasi rantai pasokan. SCOR memfasilitasi komunikasi, perbandingan, dan pengembangan prosedur rantai pasokan baru serta peningkatan prosedur yang ada saat ini. Dari input pesanan hingga pembayaran, semua konsumen dapat berkomunikasi satu sama lain melalui SCOR.. Selain itu, terjadi interaksi di pasar dan transaksi fisik material antara pemasok awal dan pelanggan akhir. Oleh karena itu, SCOR menawarkan keuntungan yang meliputi sebagai berikut:

- Meningkatkan kemampuan untuk berkomunikasi dengan berbagai entitas internal.
- Menilai kegiatan rantai pasokan dengan membandingkan kinerja pesaing. Dapat mengidentifikasi dan membandingkan tingkat perbaikan yang diperlukan untuk produk.
- Mengevaluasi proses perbaikan dan mengkonfigurasi ulang bisnis perusahaan

Fokus manajemen rantai pasokan adalah pada prosedur bisnis yang terhubung dengan tujuan operasional organisasi. Akan sangat tidak efektif untuk mendapatkan hasil yang sempurna jika manajemen rantai pasokan yang komprehensif memerlukan pelaksanaan sistematis dari ratusan proses. Oleh karena itu, untuk mengembangkan manajemen rantai pasokan yang komprehensif, diperlukan prosedur bisnis dasar. Tugas-tugas manajemen rantai pasokan yang mendasar dapat digunakan untuk menerapkan skema model SCOR. Skema ini dapat dibuat dengan mengumpulkan banyak studi manajemen lingkungan yang membahas masalah ini seperti pada Gambar 2.3 berikut :





**Gambar 2. 5** Dasar *Supply Chain* Management pada Perusahaan

(Sumber: Paquette, 1999)

**a. Plan**

Menurut Student Council (2012), Perencanaan adalah proses pengembangan tindakan untuk menyeimbangkan permintaan dan penawaran agregat untuk mengembangkan tindakan yang paling baik dalam memenuhi persyaratan pengadaan, produksi, dan pengiriman. Plan meliputi :

- Penentuan strategi pengadaan dan distribusi
- Perencanaan permintaan dan penawaran
- Perencanaan kapasitas dan inventory
- Perencanaan produksi dan pengadaan bahan baku

**b. Source**

Menurut Pengadaan melibatkan pemilihan pemasok yang akan memberikan barang dan jasa yang dibutuhkan untuk menciptakan produk perusahaan.

Aktivitas utama dalam source meliputi :

- Seleksi dan evaluasi pemasok
- Pemesanan bahan baku
- Penerimaan material
- Audit kinerja pemasok

**c. Make**

*Make* adalah proses transformasi input (bahan baku) menjadi *output* (produk jadi) melalui kegiatan produksi atau manufaktur (Hofmann, 2013)

Proses ini meliputi:

- Produksi barang
- Perakitan
- Pengujian kualitas
- Pengemasan produk jadi

**d. Deliver**

Menurut (Mentzer et al., 2001) *Deliver* adalah proses distribusi produk dari



perusahaan ke pelanggan. Proses ini mencakup manajemen pemesanan, pergudangan, transportasi, dan pengiriman akhir.

Langkah-langkah dalam *deliver* meliputi :

- Pemrosesan pesanan
- Penyimpanan dan pengelolaan gudang
- Pengaturan transportasi
- Pengiriman ke pelanggan akhir

*a. Return*

*Return* adalah proses penanganan barang yang dikembalikan oleh pelanggan atau pemasok, baik karena cacat, kelebihan stok, atau alasan lainnya (Supply Chain Council, 2014)

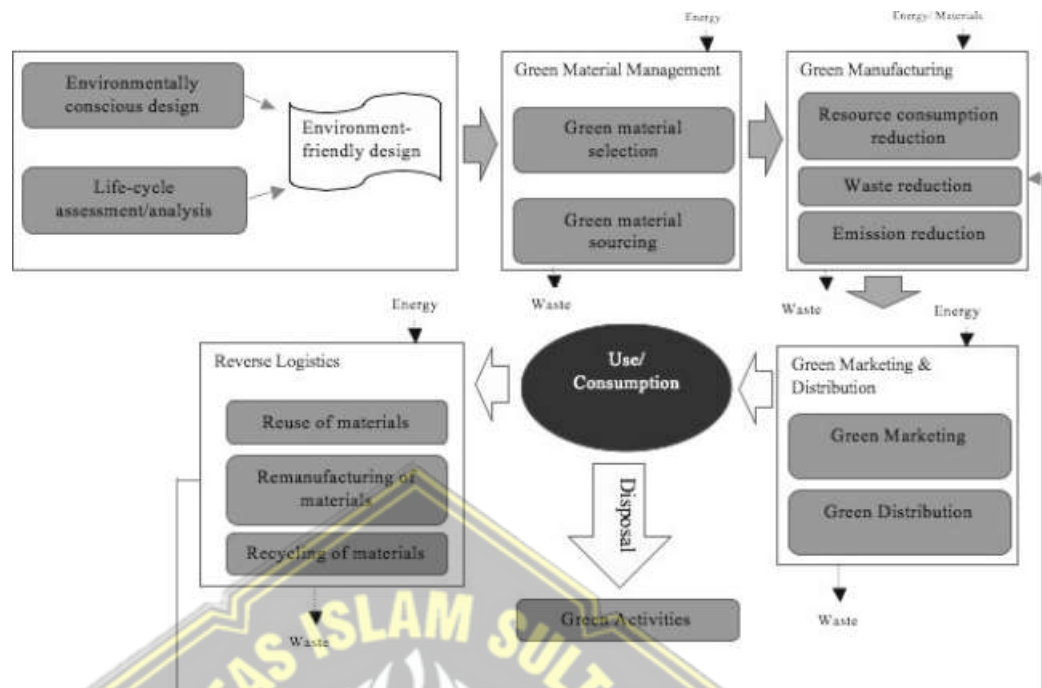
Dalam *return* meliputi :

- Pengembalian produk cacat dari pelanggan
- Pengelolaan reverse logistics
- Inspeksi dan perbaikan barang yang dikembalikan

#### **2.2.4 Green Supply Chain Management**

*Green Supply Chain Management* adalah pendekatan manajemen rantai pasok yang mengintegrasikan seluruh elemen dalam rantai pasok—mulai dari pengadaan bahan baku, proses produksi, distribusi, hingga daur ulang produk dengan praktik manajemen lingkungan perusahaan (Joseph Sarkis & Yijie Dou, 2018). GSCM bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dengan cara mengelola aliran material, informasi, dan proses bisnis secara lebih berkelanjutan.

Praktik GSCM mencakup desain produk ramah lingkungan (*eco-design*), pengadaan hijau, pengelolaan lingkungan internal, kerja sama dengan pelanggan dalam isu lingkungan, serta pemulihan investasi dari limbah atau barang tak terpakai. Dengan mengadopsi GSCM, perusahaan tidak hanya mematuhi regulasi lingkungan, tetapi juga memperoleh keunggulan kompetitif melalui efisiensi biaya, peningkatan citra, dan penguatan keberlanjutan jangka panjang.



**Gambar 2. 6** Framework Proses Implementasi *Green Supply Chain Management*  
(Sumber: M. Ghobakhloo, 2013))

Untuk mereduksi limbah dan meningkatkan efisiensi operasional termasuk distribusi barang dan jasa-perusahaan berkomitmen untuk meningkatkan jaringan dan kinerja rantai pasokan. Oleh karena itu, memperhitungkan efek lingkungan dari semua aktivitas manajemen produk dan proses-mulai dari manajemen bahan baku hingga manajemen produk akhir-adalah tujuan dari manajemen rantai pasokan hijau. Perusahaan harus mengikuti pedoman dasar untuk sistem manajemen rantai pasokan hijau yang terdapat dalam Klausul 1 ISO 14001:2004 untuk mencapai tujuan ini.

Sebagai hasilnya, perusahaan harus menciptakan proses yang berfokus pada pengukuran, analisis operasi, peningkatan berkelanjutan, dan tujuan serta inisiatif target. (M. Ghobakhloo, 2013).

### 2.2.5 Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan (PROPER)

Program unggulan Kementerian Lingkungan Hidup, Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan, atau disingkat PROPER (yang berarti “layak” atau “patut”), dikemas dalam bentuk kegiatan pengawasan dan pemberian insentif dan/atau disinsentif kepada penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan. Didirikan pada tahun 1996, penghargaan PROPER diberikan melalui proses evaluasi

berdasarkan Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2011 tentang PROPER.

### 2.2.6 Peringkat PROPER

Peringkat kinerja usaha dan atau kegiatan yang diberikan terdiri dari:

#### a.) Peringkat Hitam

Hitam mengacu pada perusahaan dan/atau operasi yang dengan sengaja terlibat dalam tindakan atau kelalaian yang melanggar hukum dan peraturan yang relevan, menyebabkan kerusakan atau pencemaran lingkungan, atau gagal menerapkan hukuman administratif.

**Tabel 2. 1** Indikator Peringkat Hitam

| Aspek                   | No. | Indikator                                                                           |
|-------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pencemaran Air</b>   | 1   | Perusahaan tidak melakukan pengelolaan air limbah (apabila diperlukan).             |
|                         | 2   | Perusahaan tidak melakukan pengolahan air limbah.                                   |
|                         | 3   | Air limbah > 500% dari BMAL (izin).                                                 |
| <b>Pencemaran Udara</b> | 4   | Perusahaan tidak mempunyai alat pengendalian pencemaran udara (apabila diperlukan). |
|                         | 5   | Perusahaan tidak melakukan pengendalian pencemaran udara.                           |
|                         | 6   | Emisi udara > 500% dari BME (izin).                                                 |
| <b>Limbah B3</b>        | 7   | Perusahaan tidak mengelola limbah B3 dan mempunyai dampak terhadap lingkungan       |

|                      |   |                                                                                               |
|----------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |   | dan kesehatan masyarakat.                                                                     |
| <b>AMDAL/UKL/UPL</b> | 8 | Perusahaan tidak mempunyai dokumen AMDAL atau RKL/RPL yang disetujui instansi yang berwenang. |

(Sumber : Sekilas Proper, 2005 )

#### b.) Peringkat Merah

Merah adalah upaya pengelolaan lingkungan yang dilakukan belum sesuai dengan persyaratan sebagaimana diatur dalam peraturan perundang-undangan.

**Tabel 2. 2** Indikator Peringkat Merah

| Aspek                 | No. | Indikator                                                                                                                               |
|-----------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pencemaran Air</b> | 1   | Perusahaan belum mempunyai izin pembuangan air limbah (apabila telah diwajibkan).                                                       |
|                       | 2   | Perusahaan melakukan pengambilan contoh dan analisis air limbah kurang dari sekali per bulan.                                           |
|                       | 3   | Perusahaan belum melakukan pelaporan hasil pemantauan air limbah sebagaimana yang dipersyaratkan (per 3 bulan) kepada instansi terkait. |
|                       | 4   | Perusahaan belum mempunyai alat ukur debit atau alat ukur debit tidak berfungsi dengan baik.                                            |
|                       | 5   | Tidak dilakukan pengukuran debit harian.                                                                                                |

|                            |    |                                                                                                                                        |
|----------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | 6  | Konsentrasi air limbah belum memenuhi BMAL atau yang disyaratkan dalam izin.                                                           |
|                            | 7  | Kualitas air limbah berdasarkan beban air limbah belum memenuhi BMAL yang ditetapkan di dalam izin.                                    |
| <b>Pencemaran Air Laut</b> | 8  | Perusahaan belum mempunyai izin untuk pembuangan limbah ke laut (dumping).                                                             |
| <b>Pencemaran Udara</b>    | 9  | Stack yang mengeluarkan emisi belum dilengkapi dengan tempat pengambilan sampel emisi udara dan peralatan lainnya.                     |
|                            | 10 | Stack yang ada belum dilengkapi dengan alat pemantauan udara sebagaimana yang dipersyaratkan (tergantung jenis industri).              |
|                            | 11 | Belum dilakukan pengukuran emisi udara untuk semua stack sebagaimana yang dipersyaratkan dalam peraturan (harian atau setiap 6 bulan). |
|                            | 12 | Perusahaan tidak melaporkan hasil pemantauan emisi udara kepada instansi terkait sebagaimana mestinya.                                 |
|                            | 13 | Emisi udara yang dihasilkan                                                                                                            |

|                      |    |                                                                                                                                            |
|----------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |    | belum memenuhi Baku Mutu Emisi Udara sebagaimana yang dipersyaratkan.                                                                      |
| <b>Limbah B3</b>     | 14 | Perusahaan belum mempunyai semua izin pengelolaan limbah B3 yang dilakukan untuk semua aspek sebagaimana yang dipersyaratkan.              |
|                      | 15 | Perusahaan belum melakukan pelaporan pengelolaan limbah B3 sesuai dengan yang dipersyaratkan.                                              |
|                      | 16 | Penyimpanan limbah B3 belum dilakukan sebagaimana yang dipersyaratkan dalam izin.                                                          |
|                      | 17 | Pengolahan limbah B3 di lokasi (on-site incinerator) belum dilakukan sesuai dengan yang dipersyaratkan.                                    |
|                      | 18 | Pengolahan limbah B3 di lokasi (on site landfill) belum dikelola dengan baik dan sesuai dengan sebagaimana yang dipersyaratkan dalam izin. |
| <b>AMDAL/UKL/UPL</b> | 19 | Perusahaan belum melakukan persyaratan-persyaratan di dalam AMDAL dan RKL/RPL.                                                             |
|                      | 20 | Perusahaan tidak melakukan pelaporan UKL atau UPL kepada instansi terkait sebagaimana                                                      |



|  |  |                      |
|--|--|----------------------|
|  |  | yang dipersyaratkan. |
|--|--|----------------------|

(Sumber : Sekilas Proper, 2005 )

### c.) Peringkat Biru

Biru adalah bisnis dan/atau operasi yang telah menyelesaikan tugas-tugas pengelolaan lingkungan yang diperlukan sesuai dengan hukum dan peraturan yang relevan ditandai dengan warna biru.

**Tabel 2. 3** Indikator Peringkat Biru

| Aspek                      | No. | Indikator                                                                                                                         |
|----------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pencemaran Air</b>      | 1   | Perusahaan mempunyai izin pembuangan air limbah (apabila telah diwajibkan).                                                       |
|                            | 2   | Perusahaan melakukan pengambilan contoh dan analisis air limbah paling tidak sekali per bulan.                                    |
|                            | 3   | Perusahaan melakukan pelaporan hasil pemantauan air limbah sebagaimana yang dipersyaratkan (per 3 bulan) kepada instansi terkait. |
|                            | 4   | Perusahaan mempunyai alat ukur debit dan berfungsi dengan baik.                                                                   |
|                            | 5   | Perusahaan telah melakukan pengukuran debit harian air limbah.                                                                    |
|                            | 6   | Konsentrasi air limbah memenuhi BMAL atau persyaratan yang ditetapkan dalam izin.                                                 |
|                            | 7   | Kualitas air limbah berdasarkan beban memenuhi BMAL atau persyaratan yang ditetapkan dalam izin.                                  |
| <b>Pencemaran Air Laut</b> | 8   | Perusahaan belum mempunyai izin untuk pembuangan limbah ke laut                                                                   |

|                         |    |                                                                                                                                        |
|-------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |    | (dumping).                                                                                                                             |
| <b>Pencemaran Udara</b> | 9  | Stack yang mengeluarkan emisi belum dilengkapi dengan tempat pengambilan sampel emisi udara dan peralatan lainnya.                     |
|                         | 10 | Stack yang ada belum dilengkapi dengan alat pemantauan udara sebagaimana yang dipersyaratkan (tergantung jenis industri).              |
|                         | 11 | Belum dilakukan pengukuran emisi udara untuk semua stack sebagaimana yang dipersyaratkan dalam peraturan (harian atau setiap 6 bulan). |
|                         | 12 | Perusahaan tidak melaporkan hasil pemantauan emisi udara kepada instansi terkait sebagaimana mestinya.                                 |
|                         | 13 | Emisi udara yang dihasilkan belum memenuhi Baku Mutu Emisi Udara sebagaimana yang dipersyaratkan.                                      |
| <b>Limbah B3</b>        | 14 | Perusahaan belum mempunyai semua izin pengelolaan limbah B3 yang dilakukan untuk semua aspek sebagaimana yang dipersyaratkan.          |
|                         | 15 | Perusahaan belum melakukan pelaporan pengelolaan limbah B3 sesuai dengan yang dipersyaratkan.                                          |
|                         | 16 | Penyimpanan limbah B3 belum dilakukan sebagaimana yang                                                                                 |

|               |    |                                                                                                                                            |
|---------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |    | dipersyaratkan dalam izin.                                                                                                                 |
|               | 17 | Pengolahan limbah B3 di lokasi (on-site incinerator) belum dilakukan sesuai dengan yang dipersyaratkan.                                    |
|               | 18 | Pengolahan limbah B3 di lokasi (on-site landfill) belum dikelola dengan baik dan sesuai dengan sebagaimana yang dipersyaratkan dalam izin. |
| AMDAL/UKL/UPL | 19 | Perusahaan belum melakukan persyaratan-persyaratan di dalam AMDAL dan RKL/RPL.                                                             |
|               | 20 | Perusahaan tidak melakukan pelaporan UKL atau UPL kepada instansi terkait sebagaimana yang dipersyaratkan.                                 |

(Sumber : Sekilas Proper, 2005 )

#### d.) Peringkat Hijau

Hijau adalah untuk usaha dan/atau kegiatan yang telah melakukan pengelolaan lingkungan lebih dari yang dipersyaratkan dalam peraturan (*beyond compliance*) melalui pelaksanaan sistem pengelolaan lingkungan, pemanfaatan sumber daya secara efisien dan melakukan upaya tanggung jawab sosial dengan baik.

**Tabel 2. 4** Indikator Peringkat Hijau

| Aspek                 | No. | Indikator                                                                                                                          |
|-----------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pencemaran Air</b> | 1   | Perusahaan telah melakukan kegiatan swapanatu air limbah dan melaporkan hasilnya kepada instansi terkait (min. 20 data per bulan). |
|                       | 2   | IPAL yang ada terawat dan berfungsi dengan baik.                                                                                   |
|                       | 3   | Konsentrasi air limbah yang dihasilkan < 50% BMAL (izin).                                                                          |
|                       | 4   | Beban pencemaran yang dihasilkan < 50% BMAL (izin).                                                                                |
| <b>Pencemaran Air</b> | 8   | Perusahaan belum mempunyai izin untuk                                                                                              |

|                                            |    |                                                                                                       |
|--------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Laut</b>                                |    | pembuangan limbah ke laut (dumping).                                                                  |
| <b>Pencemaran Udara</b>                    | 9  | Emisi udara < 50 BME.                                                                                 |
|                                            | 10 | Peralatan pengendalian pencemaran udara terawat dengan baik.                                          |
| <b>Limbah B3</b>                           | 11 | Perusahaan telah melakukan minimisasi limbah B3 lebih dari 50% dari total limbah B3 yang dihasilkan.  |
| <b>Pelaksanaan Produksi Bersih</b>         | 12 | Perusahaan telah mempunyai sistem pengelolaan sumber daya yang baik.                                  |
|                                            | 13 | Perusahaan telah melakukan housekeeping dengan baik.                                                  |
|                                            | 14 | Perusahaan telah melakukan penggunaan dan konservasi energi ramah lingkungan secara efisien.          |
|                                            | 15 | Perusahaan telah melakukan penggunaan konservasi air dengan baik.                                     |
|                                            | 16 | Penggunaan bahan baku yang efisien.                                                                   |
| <b>Sistem Manajemen Lingkungan</b>         | 17 | Perusahaan mempunyai komitmen dan kebijakan lingkungan yang kuat.                                     |
|                                            | 18 | Perusahaan mempunyai organisasi pengelolaan lingkungan yang layak untuk mencapai target pengelolaan.  |
|                                            | 19 | Perusahaan mempunyai STD (sistem tanggap darurat) yang baik.                                          |
| <b>Partisipasi dan Hubungan Masyarakat</b> | 20 | Perusahaan mempunyai organisasi yang bertanggung jawab dalam pengembangan dan partisipasi masyarakat. |
|                                            | 21 | Perusahaan berperan aktif dalam kegiatan kemasyarakatan di sekitar lokasi kegiatan perusahaan.        |
|                                            | 22 | Perusahaan mempunyai hubungan yang baik dengan masyarakat sekitar lokasi kegiatan perusahaan.         |
|                                            | 23 | Perusahaan melibatkan masyarakat dalam pengambilan keputusan yang berdampak pada masyarakat sekitar.  |

(Sumber : Sekilas Proper, 2005 )

**e.) Peringkat Emas**

Emas adalah untuk usaha dan/atau kegiatan yang telah secara konsisten menunjukkan keunggulan lingkungan dalam proses produksi atau jasa, melaksanakan bisnis yang beretika dan bertanggung jawab terhadap masyarakat.

**Tabel 2. 5** Indikator Peringkat Emas

| Aspek                                      | No. | Indikator                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pencemaran Air</b>                      | 1   | Konsentrasi air limbah yang dihasilkan < 5% dari BMAL (izin).                                                                                         |
|                                            | 2   | Beban pencemaran air limbah < 5% dari BMAL (izin).                                                                                                    |
| <b>Pencemaran Udara</b>                    | 3   | Emisi udara < 5% Baku Mutu Emisi Udara.                                                                                                               |
| <b>Pengelolaan Limbah B3</b>               | 4   | Perusahaan telah melakukan upaya minimisasi limbah B3 lebih dari 95% dari total limbah B3 yang dihasilkan.                                            |
| <b>Pelaksanaan Produksi Bersih</b>         | 5   | Perusahaan telah menggunakan bahan baku dan energi ramah lingkungan.                                                                                  |
| <b>Partisipasi dan Hubungan Masyarakat</b> | 6   | Perusahaan telah melaksanakan program hubungan masyarakat ( <i>community relation</i> ) dan pengembangan masyarakat ( <i>community development</i> ). |

(Sumber : Sekilas Proper, 2005 )

### 2.2.7 House of Risk

Metode *House of Risk* (HOR) merupakan model yang terintegrasi antara model FMEA untuk mengukur risiko dengan model HOQ untuk memprioritaskan agen risiko dan menentukan tindakan paling efektif terhadap risiko yang terjadi (Pujawan, 2009). Metode ini terbagi dalam dua fase yaitu HOR fase 1 & HOR fase 2.

Pada HOR fase 1 tahapan yang dilakukan yaitu :

1. Penilaian dampak (*severity*) dari setiap risiko.

Penentuan nilai ini dilakukan dengan pengisian kuesioner *offline* yang dibantu oleh penelititerkait penilaian kepada beberapa asisten manajer dan staff ahli di satuan kerja terkait. Interpretasi nilai yang digunakan adalah skala 1-10, yang merupakan adaptasi dari model

2. Penilaian jumlah kemungkinan penyebab sebuah risiko terjadi selama periode tertentu (*occurrence*).
3. Penilaian tingkat korelasi dari tiap risiko dengan penyebab risiko.

Pada tahap ini penilaian korelasi dilakukan dengan menggunakan adaptasi dari model korelasi yang terdapat pada *House of Quality* (HOQ). Nilai yang digunakan pada korelasi ini di dapatkan dari hasil kuisisioner *offline* yang divalidasi selanjutnya dengan FGD.

Setelah hasilnya terkumpul dapat dikonversikan ke dalam model HOR tahap seperti pada Tabel berikut ini lalu ilustrasikan dengan diagram paret dari keseluruhan penyebab risiko untuk dieliminasi mana yang termasuk dalam kontribusi 80% dari total ARP.

**Tabel** Contoh *House of Risk* Tahap 1

| Business Processes                | Risk event / (E <sub>i</sub> ) | Risk Agents (A <sub>j</sub> ) |      |      |      |      |      |      | Severity of Risk event / (S <sub>i</sub> ) |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|--------------------------------------------|
|                                   |                                | A1                            | A2   | A3   | A4   | A5   | A6   | A7   |                                            |
| Plan                              | E1                             | R11                           | R12  | R13  | ...  | ...  | ...  | ...  | S1                                         |
|                                   | E2                             | R21                           | R22  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | S2                                         |
| Source                            | E3                             | R31                           | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | S3                                         |
|                                   | E4                             | R41                           | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | S4                                         |
| Make                              | E5                             | ...                           | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | S5                                         |
|                                   | E6                             | ...                           | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | S6                                         |
| Deliver                           | E7                             | ...                           | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | S7                                         |
|                                   | E8                             | ...                           | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | S8                                         |
| Return                            | E9                             | ...                           | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | S9                                         |
| Occurrence of Agent <i>j</i>      |                                | O1                            | O2   | O3   | O4   | O5   | O6   | O7   |                                            |
| Aggregate Risk Potential <i>j</i> |                                | ARP1                          | ARP2 | ARP3 | ARP4 | ARP5 | ARP6 | ARP7 |                                            |
| Priority Rank of Agent <i>j</i>   |                                | P1                            | P2   | P3   | P4   | P5   | P6   | P7   |                                            |

(Sumber: Geraldine & Pujawan, 2009)



a. Analisis Aksi Mitigasi

Tahap selanjutnya yakni menyusun kerangka yang ada di dalam HOR tahap 2 seperti pada Tabel berikut ini:

**Tabel Contoh *House of Risk* Tahap 2**

| To be treated risk agent (A <sub>j</sub> )      | Prevention action (Pak) |      |      |      |      | Aggregate risk potentials (ARP <sub>j</sub> ) |
|-------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|------|-----------------------------------------------|
|                                                 | PA1                     | PA2  | PA3  | PA4  | PA5  |                                               |
| A1                                              | E11                     |      |      |      |      | ARP1                                          |
| A2                                              |                         |      |      |      |      | ARP2                                          |
| A3                                              |                         |      |      |      |      | ARP3                                          |
| A4                                              |                         |      |      |      |      | ARP4                                          |
|                                                 |                         |      |      |      |      | ARP5                                          |
| Total effectiveness of action <i>k</i>          | TE1                     | TE2  | TE3  | TE4  | TE5  |                                               |
| Degree of difficulty performing action <i>k</i> | D1                      | D2   | D3   | D4   | D5   |                                               |
| Effectiveness to difficulty ratio               | ETD1                    | ETD2 | ETD3 | ETD4 | ETD5 |                                               |
| Rank of priority                                | R1                      | R2   | R3   | R4   | R5   |                                               |

(Sumber: Geraldine & Pujawan, 2009)

Mendapatkan rekomendasi untuk rencana aksi mitigasi untuk setiap faktor risiko adalah tujuan terakhir dari proses persiapan HOR tahap 2. Tahapan-tahapannya adalah:

2. Menilai tingkat keterkaitan antara setiap sumber risiko dan langkah-langkah mitigasi. Mirip dengan HOR tahap 1, ketika nilai diperoleh dari tanggapan kuesioner offline, skala korelasi digunakan di sini.

1. Mengidentifikasi langkah apa yang dapat diambil untuk mengurangi penyebab risiko. Informasi ini dikumpulkan dengan acuan regulasi, studi literatur, penelitian terdahulu, mewawancarai asisten manajer dan staf ahli yang relevan. Langkah-langkah mitigasi yang diusulkan kemudian didiskusikan kembali implementasinya.

2. Menentukan tingkat korelasi aksi mitigasi dengan tiap penyebab risiko. Skala korelasi yang digunakan sama seperti pada HOR tahap 1, yang mana nilai didapat dari hasil kuisisioner *offline*.

3. Penilaian Perbandingan & Ranking Prioritas

Skala korelasi ini selanjutnya digunakan menjadi penilaian terhadap tingkat keefektivan aksi mitigasi dalam mengurangi jumlah kejadian dari setiap penyebab risiko (E<sub>jk</sub>). Selanjutnya menilai tingkat kesulitan yang akan diniai oleh para staff ahli melalui interview menggunakan skala likert. Lalu, melakukan rasio perbandingan (ETD<sub>k</sub>). Setelah nilainya didapatkan, maka

dapat disusun ranking prioritas dari setiap aksi mitigasi.

### 2.2.8 Fishbone Analysis (Diagram Tulang Ikan)

*Fishbone Analysis* atau yang dikenal sebagai Diagram Tulang Ikan (Ishikawa Diagram) merupakan alat bantu visual yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengelompokkan, dan menganalisis berbagai kemungkinan penyebab dari suatu permasalahan (Ishikawa, 1990). Metode ini dikembangkan oleh Kaoru Ishikawa pada tahun 1960-an dan banyak digunakan dalam proses manajemen kualitas maupun pemecahan masalah di berbagai bidang.

Diagram ini menyerupai bentuk kerangka ikan, dengan "kepala ikan" mewakili efek atau permasalahan utama yang sedang dianalisis, sementara "tulang-tulangnyanya" mewakili kategori penyebab utama yang berkontribusi terhadap timbulnya permasalahan. Kategori penyebab umum dalam Fishbone Analysis meliputi enam faktor utama, yaitu: Manusia (*Man*), Mesin (*Machine*), Metode (*Method*), Persediaan (*Material*), Lingkungan (*Environment*), dan Pengukuran (*Measurement*) (PMI, 2015). Kategori ini dapat disesuaikan tergantung pada konteks permasalahan yang sedang diteliti. *Fishbone Analysis* membantu dalam mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan secara sistematis dan menyeluruh, sehingga mempermudah organisasi dalam merumuskan tindakan korektif yang tepat. Menurut Sakdiyah et al. (2022), diagram ini efektif digunakan dalam analisis keputusan manajemen untuk menemukan akar penyebab dari keterlambatan proses, ketidaktepatan data, atau kendala teknis lainnya.

Dengan demikian, Fishbone Analysis menjadi metode yang penting dalam tahap identifikasi dan analisis risiko, karena memberikan pemahaman visual yang jelas terhadap sumber-sumber risiko yang tersembunyi dalam proses. Tahapan dalam Membuat Fishbone Analysis yaitu :

1. Menentukan Masalah Utama (*Effect*)

Langkah pertama adalah mengidentifikasi dan merumuskan masalah utama secara spesifik. Masalah ini akan ditempatkan di bagian “kepala ikan” (ujung diagram).

2. Menentukan Kategori Penyebab Utama

Menentukan kategori penyebab yang relevan untuk konteks permasalahan.

Kategori terdiri dari 5M:

- a. Man (Manusia)
- b. Machine (Mesin)
- c. Method (Metode)
- d. Material (Bahan)
- e. Environment (Lingkungan)

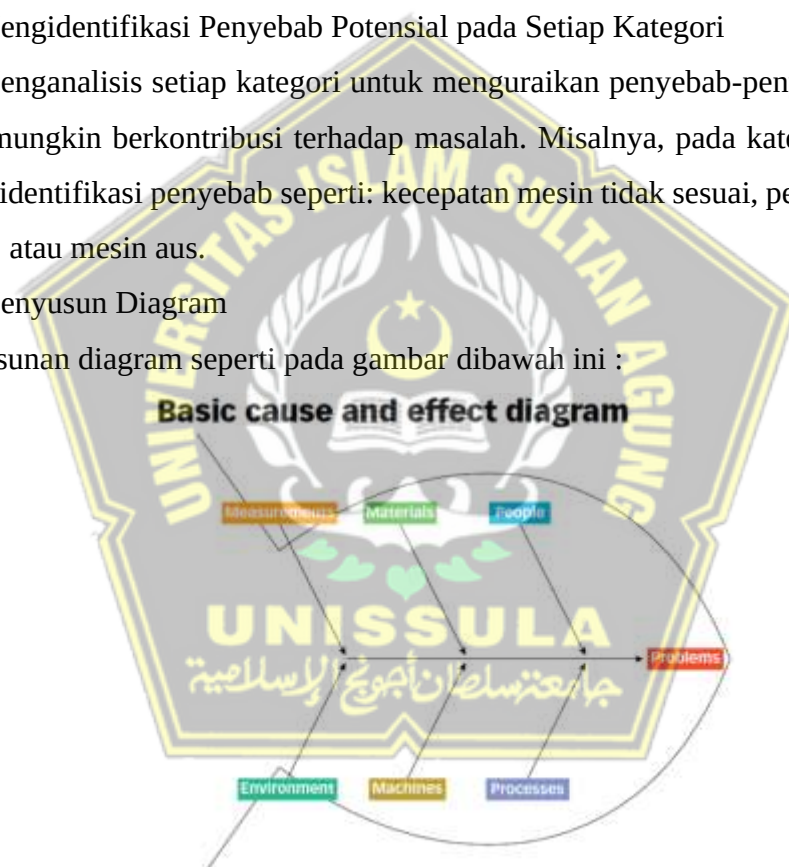
Kategori ini akan menjadi “tulang utama” pada diagram.

### 3. Mengidentifikasi Penyebab Potensial pada Setiap Kategori

Menganalisis setiap kategori untuk menguraikan penyebab-penyebab spesifik yang mungkin berkontribusi terhadap masalah. Misalnya, pada kategori Machine bisa diidentifikasi penyebab seperti: kecepatan mesin tidak sesuai, pelumasan tidak cukup, atau mesin aus.

### 4. Menyusun Diagram

Penyusunan diagram seperti pada gambar dibawah ini :



**Gambar 2. 7** Fishbone Diagram

Sumber : <https://asq.org/quality-resources/fishbone>

## 2.3 Risiko

### 2.3.1 Pengertian Risiko

Risiko adalah kemungkinan terjadinya suatu peristiwa yang dapat mempengaruhi pencapaian tujuan, baik secara negatif (ancaman) maupun positif

(peluang) (ISO 31000:2018). Menurut Kerzner (2022), risiko merupakan suatu ketidakpastian yang dapat berdampak terhadap keberhasilan proyek atau kegiatan yang sedang dilakukan.

Risiko dapat berasal dari berbagai sumber, seperti teknis, ekonomi, lingkungan, maupun faktor manusia, dan perlu diidentifikasi sejak dini agar dampaknya dapat diminimalkan (Hillson & Murray-Webster, 2017).

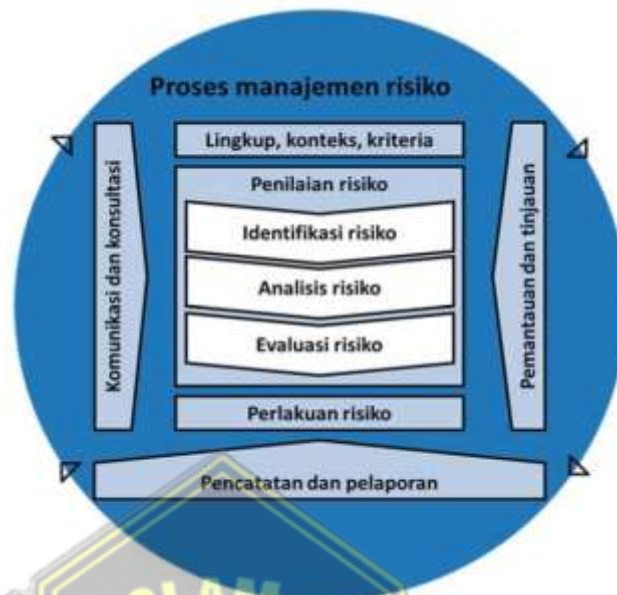
Berdasarkan sumber penyebabnya risiko juga dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu risiko keuangan dan risiko non-keuangan, tergantung pada asal mula risiko tersebut. Risiko yang terkait dengan perekonomian dikenal sebagai risiko keuangan, dan biasanya disebabkan oleh variasi variabel faktor makro yang menyebabkan perubahan metrik moneter atau tujuan keuangan perusahaan. Risiko non-keuangan adalah risiko yang timbul dari berbagai sumber, termasuk kekuatan eksternal, teknologi, sumber daya manusia, dan kegagalan atau gangguan sistem (Sumitro, 2022).

### **2.3.2 Manajemen Risiko**

Manajemen risiko adalah proses sistematis dalam mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, dan mengendalikan risiko untuk meminimalkan dampak negatif dan/atau memaksimalkan peluang yang mungkin terjadi (ISO 31000:2018).

Menurut Hopkin (2018), manajemen risiko tidak hanya mencakup reaksi terhadap risiko yang telah terjadi, tetapi juga mencakup proses antisipatif agar risiko dapat dicegah atau diminimalkan sejak awal.

Proses manajemen risiko biasanya terdiri dari beberapa tahap: identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko, perlakuan terhadap risiko, dan pemantauan serta peninjauan secara berkelanjutan.



**Gambar 2. 8** Manajemen Resiko

Sumber : <https://www.trip-consultant.com/iso-310002018-panduan-manajemen-risiko/> ISO 31000:2018 : Panduan Manajemen Risiko

### 2.3.3 Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko merupakan tahap awal dalam proses manajemen risiko yang bertujuan untuk mengenali dan mendeskripsikan risiko-risiko yang berpotensi mengganggu pencapaian tujuan suatu organisasi atau proyek. Risiko dapat berasal dari berbagai sumber, seperti aspek teknis, ekonomi, lingkungan, operasional, dan faktor manusia (Hillson & Murray-Webster, 2017). Proses ini penting dilakukan secara sistematis untuk memastikan bahwa semua kemungkinan risiko telah dipertimbangkan. Teknik identifikasi risiko meliputi brainstorming, wawancara, analisis historis, serta penggunaan alat bantu seperti diagram sebab-akibat (Fishbone) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) (ISO 31000:2018).

### 2.3.4 Analisis Risiko

Analisis risiko merupakan proses memahami ciri-ciri risiko (probabilitas dan dampak) dan menentukan tingkat risiko atau bahaya dapat dilakukan secara subyektif atau statistik. Batasan risiko yang memperhitungkan faktor biaya dan manfaat merupakan tingkat risiko yang dapat diterima. Derajat risiko adalah besarnya atau besarnya risiko yang timbul dan diturunkan dari derajat frekuensi



terjadinya (probabilitas) atau besarnya kemungkinan terjadinya suatu risiko atau frekuensi terjadinya suatu risiko. Risiko ditentukan oleh dua faktor: tingkat frekuensi dan tingkat konsekuensi (Setiawan, 2022).

### 2.3.5 Pemetaan Risiko

Pemetaan risiko (*risk mapping*) adalah proses mengidentifikasi dan memvisualisasikan berbagai jenis risiko berdasarkan kemungkinan terjadinya dan dampaknya terhadap suatu proses atau sistem (Gibson, 2020).

Menurut Kaplan dan Mikes (2012), pemetaan risiko membantu organisasi untuk mengelompokkan risiko dalam matriks sehingga memudahkan dalam menentukan prioritas penanganannya. Peta risiko adalah representasi grafis yang dibuat dengan mengintegrasikan informasi tentang kemungkinan terjadinya risiko dan potensi tingkat keparahan peristiwa tersebut. Peta risiko umumnya ditampilkan dalam bentuk Risk Matrix atau Heat Map, di mana setiap risiko diplot pada skala dua dimensi: likelihood (kemungkinan) dan impact (dampak), guna membantu dalam proses pengambilan keputusan. Warna tertentu menunjukkan apakah peristiwa risiko memenuhi toleransi yang ditentukan atau tidak. Warna-warna yang digunakan adalah ungu (bahaya fatal), merah (di atas batas toleransi), kuning (dapat ditoleransi), dan hijau (aman). Sebagaimana pada gambar berikut ini.

|           |               | KEPARAHAN     |        |        |         |              |
|-----------|---------------|---------------|--------|--------|---------|--------------|
|           |               | Sangat Ringan | Ringan | Sedang | Berat   | Sangat Berat |
| FREKUENSI | Sangat Sering | Sedang        | Tinggi | Tinggi | Ekstrim | Ekstrim      |
|           | Sering        | Sedang        | Sedang | Tinggi | Tinggi  | Ekstrim      |
|           | Sedang        | Rendah        | Sedang | Sedang | Tinggi  | Ekstrim      |
|           | Jarang        | Rendah        | Sedang | Sedang | Tinggi  | Tinggi       |
|           | Sangat Jarang | Rendah        | Rendah | Sedang | Sedang  | Tinggi       |

**Gambar 2. 9** Tingkatan Bahaya dan Kemungkinan Terjadinya Risiko

Sumber

:

<https://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/09/pengertian-resiko-dan-penilaian-matriks.html> diakses tanggal 19 Mei 2023.



### 2.3.6 Mitigasi Risiko

Mitigasi risiko merupakan proses pengembangan dan implementasi strategi yang bertujuan untuk mengurangi tingkat risiko, baik dari sisi kemungkinan maupun dampaknya. Strategi mitigasi mencakup empat pendekatan utama, yaitu tolerate (menerima risiko), treat (mengurangi risiko), transfer (memindahkan risiko kepada pihak lain seperti melalui asuransi), dan terminate (menghindari risiko) (Hopkin, 2018). Proses mitigasi risiko yang baik dapat membantu organisasi dalam menjaga keberlangsungan operasional serta meningkatkan keandalan sistem manajemen risiko secara keseluruhan (ISO 31000:2018).

## 2.4 Hipotesis dan Kerangka Teoritis

Adapun hipotesis dan kerangka teoritis pada laporan penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

### 2.4.1 Hipotesis

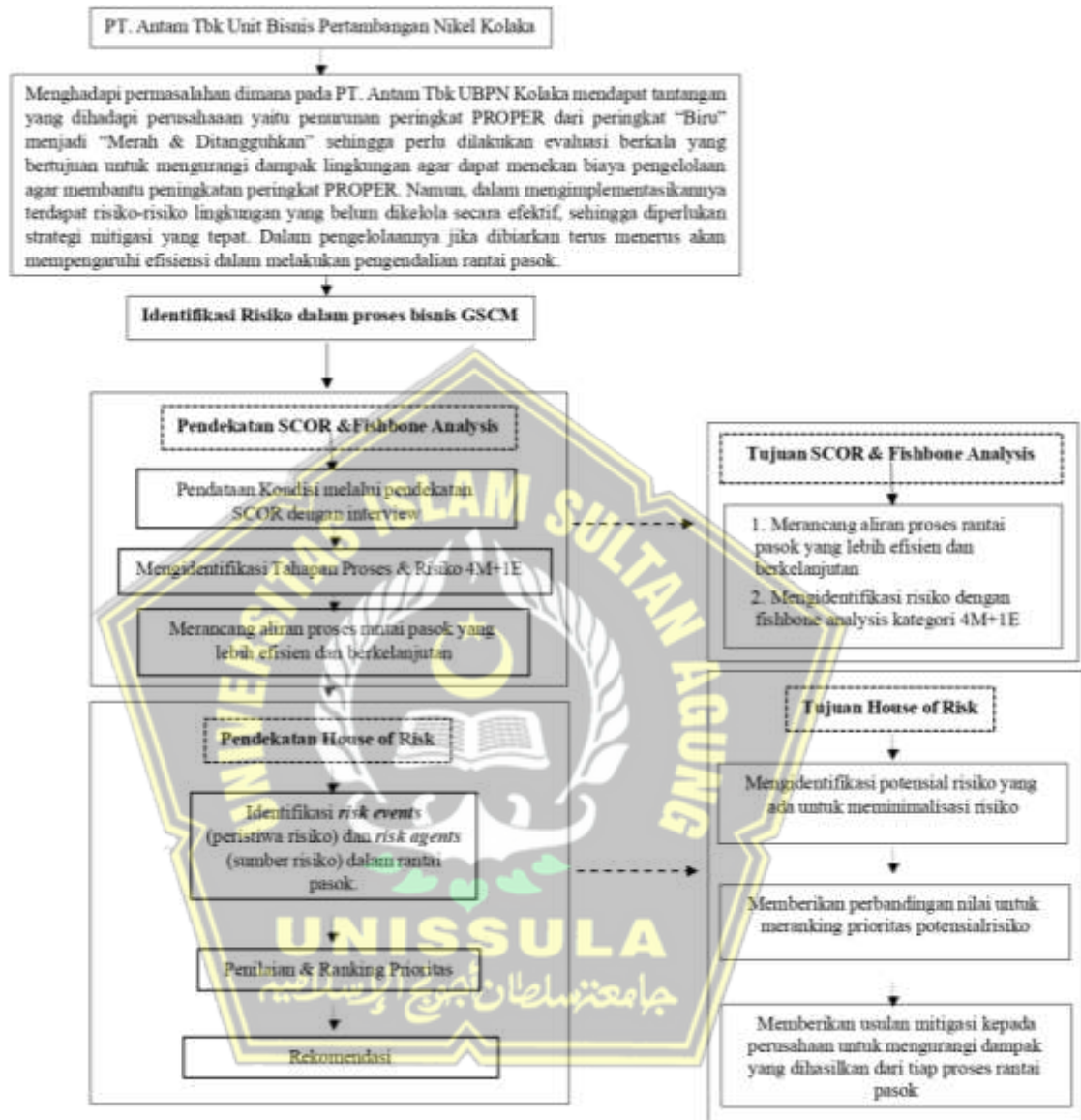
Berdasarkan pendapat dari Sudjana, hipotesis merupakan suatu asumsi (dugaan sementara) mengenai sesuatu yang sedang diteliti sehingga diperlukan upaya untuk dilakukan pengujian. Menurut uraian latar belakang masalah pada penelitian ini, PT. Antam Tbk UBPN Kolaka memiliki permasalahan yang sedang dihadapi, yaitu menurunnya peringkat PROPER dari Biru menjadi Merah & Ditangguhkan”. Selain itu, masih terdapat risiko-risiko lain yang mungkin akan mempengaruhi keberlangsungan PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel Kolaka. Beberapa kendala dan risiko tersebut, harus segera ditangani dengan mengidentifikasi lebih mendalam guna mengetahui secara lebih jelas risiko yang mungkin dapat mempengaruhi keberlangsungan perusahaan

Tujuan dilakukannya pengujian hipotesis agar permasalahan yang dibuat pada perumusan masalah dapat diselesaikan dan ditemukan solusi yang tepat. Pengujian hipotesis dilakukan berdasarkan identifikasi permasalahan yang terdapat pada proses PT. Antam Tbk. UBPN Kolaka sebagai objek penelitian menggunakan metode fishbone analysis dalam proses identifikasi risiko-risiko penyebab kegagalan usaha dan menentukan prioritas mitigasi risiko dengan metode HOR.

#### 2.4.2 Kerangka Teoritis

Menurut pendapat dari Sugiyono, kerangka teoritis adalah suatu alur berpikir yang dijadikan dasar dalam menyelesaikan permasalahan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Pada penelitian ini, membahas mengenai usulan perbaikan risiko kegagalan usaha dengan mengidentifikasi permasalahan yang sedang atau mungkin dihadapi untuk dapat menentukan prioritas mitigasi risikonya agar tepat sesuai kebutuhan. Uraian kerangka teoritis yang digunakan sebagai dasar penelitian dapat dilihat pada gambar 2.10 berikut :





Gambar 2. 10 Kerangka Teoritis

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Pengumpulan Data

Tujuan dilakukannya pengumpulan data adalah untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan dari penelitian. Pengumpulan berupa data primer & sekunder yaitu :

- a. Gambaran umum perusahaan yaitu alur tambang-proses produksi feronikel mulai dari proses *Plan, Source, Make & Delivery* perusahaan.
- b. Data permasalahan yang pernah dialami perusahaan & kemungkinan risiko-risiko yang dapat menjadi penyebab penurunan performa keberlanjutan perusahaan sehingga terjadi penurunan peringkat PROPER. Data ini didapatkan berdasarkan hasil wawancara pada perwakilan tiap unit kerja Plan (Manajemen Representative), Source (Procurement & Material), Make (Staff produksi : Staff rotary, staff electric furnace, staff refinery, Kepala HSE (unit kerja emisi & limbah pabrik), & Delivery (Staff Produksi Pabrik)
- c. Data penilaian tingkat keparahan (*severity*) dari kejadian risiko, tingkat kejadian/kemunculan seberapa sering terjadi (*occurrence*) dari penyebab risiko, serta korelasi antar keduanya yang diperoleh dari pengisian masing-masing unit kerja dalam kuisioner dan diskusi terbuka bersama staff ahli.
- d. Data penilaian korelasi antara risk agent terpilih dengan preventive action usulan (mitigasi) yang diperoleh melalui diskusi dengan pihak manajemen dan literatur review jurnal-jurnal terdahulu & sumber lainnya terkait penelitian ini.
- e. Data penentuan tingkat kesulitan (*difficulty*) terhadap penerapan preventive action yang didapatkan melalui observasi lapangan, regulasi yang berlaku, dan proses diskusi bersama staff ahli (pihak manajemen).
- f. Data identifikasi strategi (*preventive action*) kuisioner diisi dari hasil diskusi bersama Manajemen Representative.

### 3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara yang digunakan dalam mengumpulkan data-data untuk penelitian tugas akhir. Berikut merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan selama penelitian di PT. Antam Tbk. Unit Bisnis Pertambangan Nikel Kolaka :

1. **Wawancara** : diperoleh dengan mengajukan pertanyaan secara langsung dan langsung diberi tanda centang sesuai petunjuk pada masing masing tiap unit kerja

| NARASUMBER | PROSES BISNIS (SCOR) | JABATAN                     | SATUAN KERJA/BIRO                 |
|------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1          | PLAN                 | Staff Ahli                  | Management Representative         |
| 2          | SOURCE               | Assistant Manager           | Procurement & Material Management |
| 3          | MAKE                 | Assistant Manager           | HSSE(Plant Environment)           |
| 4          | MAKE                 | Staff Ahli Rotary           | Produksi                          |
| 5          | MAKE                 | Staff Ahli Refinery         | Produksi                          |
|            | MAKE                 | Staff Ahli Electric Furnace | Produksi                          |
| 6          | DELIVER              | Staff Ahli Pelabuhan        | Produksi                          |

2. **Observasi Lapangan** : untuk mengetahui kondisi nyata yang ada pada perusahaan, dengan adanya gambaran langsung, diharapkan dapat menganalisis pendekatan yang sesuai dengan permasalahan yang ada
3. **Studi Literatur** : mencari referensi dari beberapa sumber tertulis, seperti jurnal, buku, artikel, regulasi, makalah & sebagainya yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dikaji sehingga informasi yang telah ditemui bisa menjadi rujukan untuk memperkuat argument-argument serta menjadi landasan yang kuat dalam memberikan usulan perbaikan pada perusahaan
4. **Identifikasi Masalah & Potensial Risiko** : tahapan mengidentifikasi risiko-risiko yang bisa berdampak pada lingkungan yang bisa menurunkan peringkat PROPER dengan metode yang sesuai & penentuan metode untuk menentukan prioritas mitigasi risiko dapat dilakukan dengan tepat
5. **Kuisisioner** : tujuan adanya kuisisioner yaitu untuk membantu dalam mengidentifikasi permasalahan atau potensial risiko perusahaan secara

mendalam, agar penentuan risiko-risiko dan penentuan prioritas mitigasi risiko dapat dilakukan dengan tepat

### 3.3 Pengujian Hipotesis

Pengelolaan risiko yang berdampak lingkungan dari seluruh proses rantai pasok dari industri pertambangan merupakan hal yang harus diperhatikan dalam berlangsungnya proses rantai pasok, adanya permasalahan belum optimalnya pengelolaan risiko lingkungan dengan baik akan berdampak pada keberlanjutan lingkungan operasional perusahaan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis dan mengidentifikasi potensi risiko dalam penerapan *Green Supply Chain Management* pada industri pertambangan sehingga dapat mendukung perusahaan dalam peningkatan PROPER. Dengan menggabungkan pendekatan *Fishbone Analysis*, SCOR dan metode *House of Risk* diharapkan dapat memberikan pemahaman mendalam mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi implementasi GSCM serta mengusulkan langkah-langkah mitigasi yang tepat untuk mengurangi dampak negatif yang berpotensi timbul, sehingga perusahaan dapat meningkatkan kinerja lingkungan dan operasionalnya secara berkelanjutan dan bisa membantu perusahaan dalam meningkatkan peringkat PROPER perusahaan dari “Merah & Ditangguhkan” dapat naik peringkat secara bertahap mulai dari peringkat Biru ke Hijau lalu ke peringkat Emas jika terus dilakukan evaluasi secara berkala. Setelah analisa diketahui diharapkan usulan perbaikan mitigasi dari penelitian ini dapat menjadi masukan bagi perusahaan.

### 3.4 Metode Analisis

Tahap ini dilakukan analisa mengenai hasil yang didapatkan dari pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Analisa tersebut dilakukan dari awal yaitu mulai dari pengolahan data hingga hasil usulan perbaikan dari permasalahan. Hasil dari pengumpulan dan pengolahan data akan dianalisis. Analisis pengolahan data dilakukan menggunakan metode *fishbone analysis* dalam proses identifikasi risiko-risiko penyebab kegagalan usaha dan menentukan prioritas mitigasi risiko dengan metode *House of Risk (HOR)*.



### 3.5 Pembahasan

Data-data mengenai permasalahan pada PT ANTAM UBPN olaka yang telah dikumpulkan, selanjutnya akan diolah sesuai dengan metode analisis, yaitu metode *fishbone analysis* dan dikategorikan berdasarkan SCOR dimulai dari *Plan*, *Source*, *Make*, & *Delivery* serta *House of Risk*. Berikut adalah langkah-langkah penelitian tugas akhir yang dilakukan :

1. Mengidentifikasi risiko & penyebab risiko dengan *metode fishbone analysis* :
  - a. Mengidentifikasi kemungkinan efek yang akan atau sudah terjadi.
  - b. Menentukan faktor utama permasalahan (*causes & effect*).
  - c. Memetakan hasil identifikasi risiko tersebut menjadi sebuah lima klasifikasi yaitu *Man*, *Method*, *Machine*, *Material*, & *Environment* dari kategori SCOR yaitu *Plan*, *Source*, *Make* & *Delivery*
2. Memitigasi risiko-risiko dengan metode HOR tahap 1
  - a. Memasukkan data potensial risiko-risiko dari *output fishbone analysis* kedalam HOR fase 1. Data kejadian diisikan pada *risk events* (kejadian risiko), data *root causes* diisikan pada *risk agents* (penyebab risiko).
  - b. Membuat kuesioner untuk penilaian tingkat keparahan (*severity*) pada *risk events* dan penilaian tingkat kemunculan (*occurance*) pada *risk agents* yang akan diisi oleh para *expert*.
  - c. Melakukan penilaian tingkat keparahan (*severity*) pada *risk events* dan penilaian tingkat kemunculan (*occurance*) pada *risk agents* dengan skala 1-10 yang dilakukan oleh para *expert* dengan menyebarkan kuesioner
  - d. Mengidentifikasi korelasi antara *risk events* dengan *risk agents* menggunakan skala hubungan (0, 1, 3, 9) melalui diskusi dengan *expert*.
  - e. Menghitung nilai ARP.
  - f. Pengurutan nilai ARP dari yang terbesar hingga ke terkecil.
3. Menentukan prioritas mitigasi risiko dengan metode HOR tahap 2

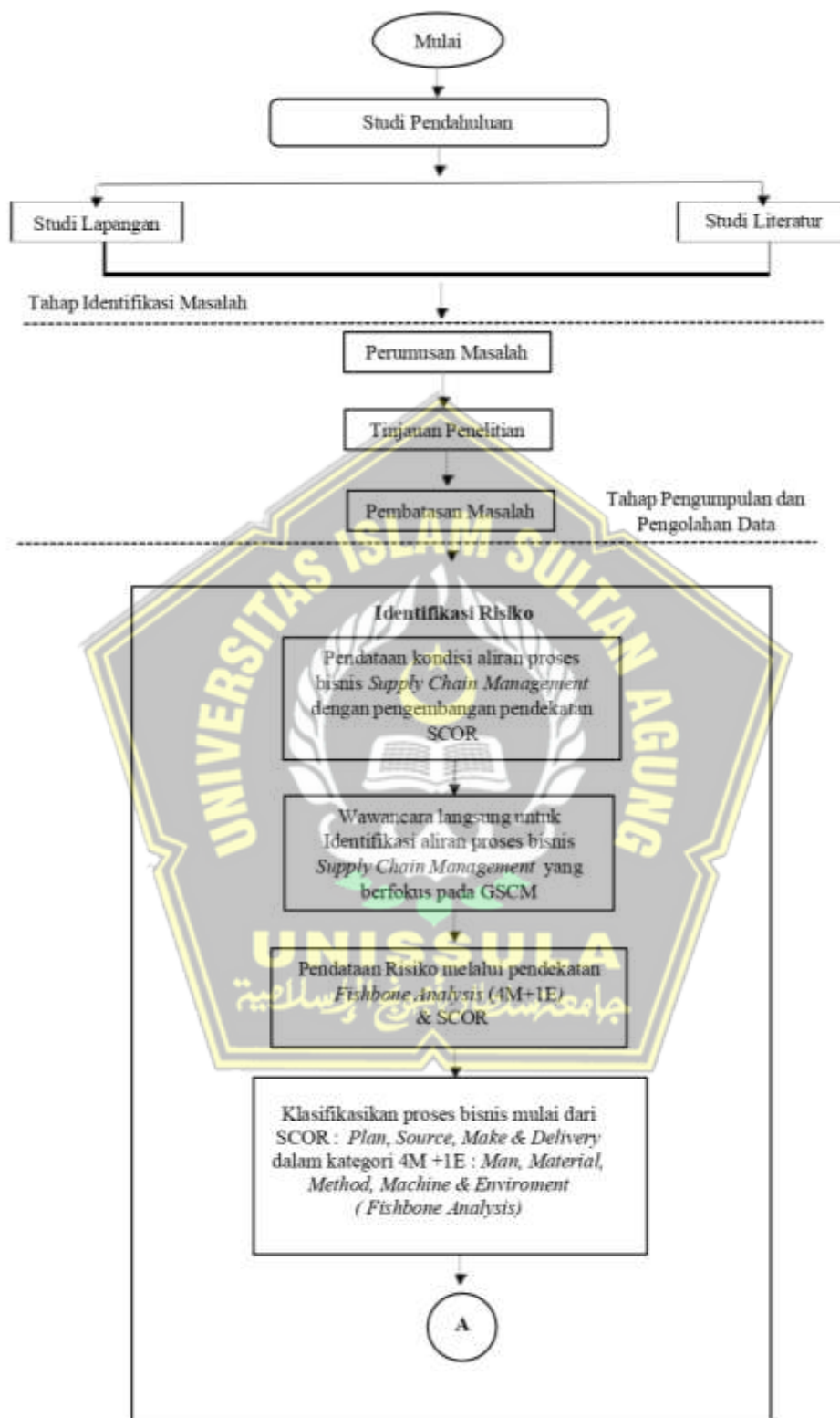
- a. Memilih beberapa *risk agents* dari *output* nilai ARP terbesar pada HOR tahap 1.
- b. Menentukan dan mengusulkan aksi mitigasi yang potensial dalam mengurangi risiko (*preventive action*).
- c. Menentukan korelasi antara *preventive action* dengan *risk agents* menggunakan skala hubungan (0, 1, 3, 9) melalui diskusi dengan *expert* dan *literature review*.
- d. Melakukan perhitungan tingkat kesulitan aksi mitigasi (*total difficulty*) dengan skala 1 sampai 5.
- e. Melakukan perhitungan rasio efektivitas dan kesulitan (ETDk) dengan membagi hasil tingkat efektivitas aksi mitigasi (TEk) dengan tingkat kesulitan penerapan aksi mitigasi (Dk).
- f. Menetapkan peringkat (Rk) dari hasil perhitungan rasio efektivitas dan kesulitan (ETDk) dengan mengurutkan dari yang terbesar ke yang terkecil. Dimana peringkat teratas dengan nilai terbesar merupakan prioritas utama untuk mitigasi risiko.

### 3.6 Penarikan Kesimpulan

Tahap akhir pada penelitian adalah penarikan kesimpulan dan pemberian beberapa saran. Penarikan kesimpulan adalah jawaban dari permasalahan yang terdapat pada perusahaan yang menjadi tempat penelitian. Saran merupakan masukan positif yang berhubungan dengan hasil penelitian.

### 3.7 Diagram Alir

Pembuatan diagram alir atau *flow chart* penelitian berguna sebagai rencana tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian. Berikut merupakan *flow chart* dalam penelitian ini :



**Gambar 3. 1** Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Pada bab ini berisikan tentang pengumpulan data yang selanjutnya akan dilakukan dalam tahapan pengolahan data berdasarkan metode terpilih untuk mendapatkan hasil pembahasan dan analisis pada penelitian tugas akhir.

Pada tahap pengumpulan data terdapat beberapa bagian yang terdiri dari:

1. Gambaran umum PT. Antam Tbk. Unit Bisnis Pertambangan Nikel Kolaka.
2. Alur proses bisnis PT. Antam Tbk. Unit Bisnis Pertambangan Nikel Kolaka.
3. Proses bisnis *Supply Chain Management*
4. Identifikasi risiko dan agen risiko.

##### **4.1.1. Gambaran Umum Perusahaan**

##### **4.1.1.1 Profil PT Antam UBPN Kolaka**

PT Aneka Tambang Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka merupakan salah satu unit operasional PT Antam Tbk yang berfokus pada kegiatan eksplorasi, penambangan, serta pengolahan bijih nikel di Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara. PT. Aneka Tambang Tbk UBPN Kolaka didirikan pada tanggal 5 Juli 1968. Sebagai perusahaan yang bergerak di sektor pertambangan, PT Antam UBPN Kolaka memiliki peran strategis dalam mendukung industri nikel nasional dan berkontribusi terhadap perekonomian daerah. Kegiatan operasional perusahaan mencakup pengelolaan sumber daya nikel dengan menerapkan prinsip pertambangan berkelanjutan, termasuk aspek lingkungan, sosial, dan tata kelola yang baik.



**Gambar 4. 1** Logo PT Antam

Logo PT Aneka Tambang Tbk (Antam) memiliki makna filosofis yang mencerminkan visi, misi, dan nilai-nilai perusahaan. Berikut adalah arti dari elemen-elemen logo PT Antam :

**1. Bentuk Simbol**

Logo PT Antam berbentuk simbol menyerupai rangkaian lingkaran dan garis yang saling terhubung, mencerminkan harmoni, kesinambungan, dan pertumbuhan perusahaan dalam industri pertambangan. Struktur logo yang simetris menunjukkan keseimbangan antara aspek bisnis, sosial, dan lingkungan yang dijalankan oleh PT Antam.

**2. Warna**

- a. Hijau:** Melambangkan keseimbangan lingkungan, keberlanjutan, dan komitmen PT Antam dalam menerapkan prinsip pertambangan yang ramah lingkungan.
- b. Emas/Oranye:** Melambangkan nilai produk tambang yang dihasilkan oleh PT Antam, seperti emas dan nikel, serta semangat inovasi dan kejayaan perusahaan.

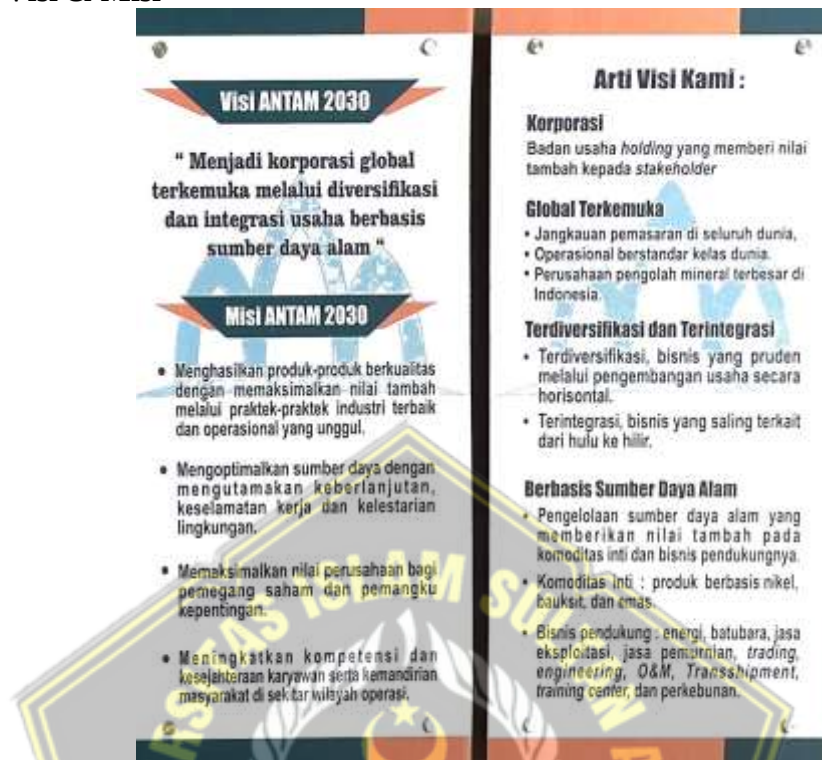
**3. Huruf "Antam"**

Menggunakan font yang sederhana dan modern, melambangkan profesionalisme serta komitmen PT Antam dalam menjalankan bisnis secara transparan dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, logo PT Antam merepresentasikan identitas perusahaan sebagai pemimpin di sektor pertambangan yang tidak hanya berorientasi pada keuntungan, tetapi juga berkontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan, kesejahteraan masyarakat, dan pelestarian lingkungan.



#### 4.1.1.2 Visi & Misi



**Gambar 4. 2** Visi & Misi PT Antam Tbk UBPN Kolaka

##### Visi

“Menjadi korporasi global terkemuka melalui diversifikasi dan usaha berbasis sumber daya alam”

##### Arti Visi :

##### Korporasi :

- Badan usaha holding yang memberi nilai tambah pada stakeholder

##### Global terkemuka :

- Jangkauan pemasaran seluruh dunia, operasional berstandar, serta menjadi perusahaan pengolah mineral terbesar di Indonesia.

##### Terverifikasi & terintegrasi :

- Terdiversifikasi, bisnis yang pruden melalui pengembangan usaha secara horisontal.
- Terintegrasi, bisnis yang saling terkait dari hulu ke hilir.

##### Berbasis Sumber Daya Alam

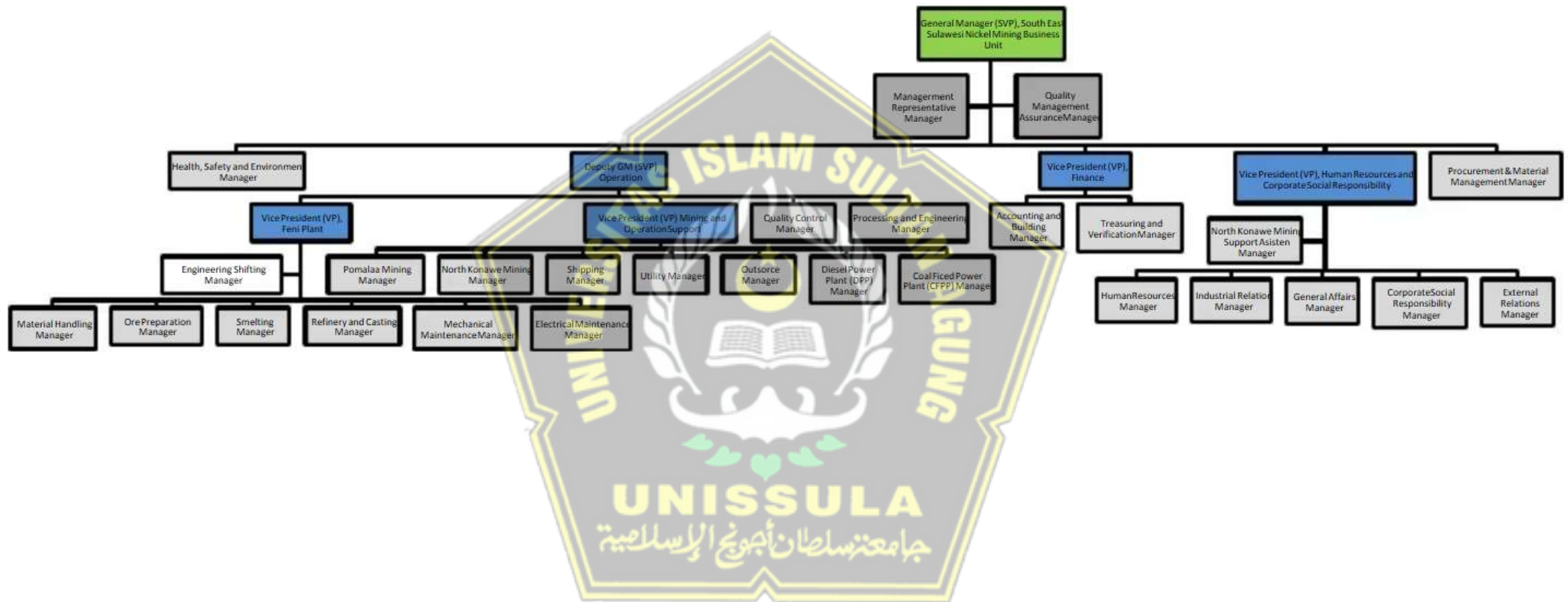
- Pengelolaan sumber daya alam memberikan nilai tambah pada komoditas inti dan bisnis pendukungnya
- Bisnis pendukung : energi, batubara, jasa eksploitasi, jasa pemurnian, trading, engineering, transshipment, training center & perkebunan.

**Misi**

1. Menghasilkan produk-produk berkualitas dengan memaksimalkan nilai tambah melalui praktek-praktek industri terbaik dan operasional yang unggul.
2. Mengoptimalkan sumber daya dengan mengutamakan keberlanjutan, keselamatan kerja dan kelestarian lingkungan.
3. Memaksimalkan nilai perusahaan bagi pemegang saham dan pemangku kepentingan.
4. Meningkatkan kompetensi dan kesejahteraan karyawan serta kemandirian masyarakat di sekitar wilayah operasi.



#### 4.1.1.3 Struktur Organisasi PT Antam Tbk Kolaka, Sulawesi



#### 4.1.1.4 Hasil Proses Produksi

##### 1. Feronickel



**Gambar 4. 3** Produk Feronickel High Carbon & Low Carbon di Pabrik Produksi PT. ANTAM Tbk

Feronikel adalah paduan logam nikel dan besi yang digunakan sebagai bahan baku utama dalam industri baja tahan karat (*stainless steel*). Berdasarkan kandungan karbonnya, feronikel dibedakan menjadi dua jenis utama: *High Carbon Ferronickel (HCFeNi)* & *Low Carbon Ferronickel (LCFeNi)*. Berikut detail kandungan & kegunaan utama :

| Jenis <i>Feronickel</i> | Kandungan Karbon | Kegunaan Utama                                     |
|-------------------------|------------------|----------------------------------------------------|
| HCFeNi ( High)          | Tinggi (1,5%-4%) | Industri massal (konstruksi, otomotif, alat berat) |
| LCFeNi (Low)            | Rendah (<0,1%)   | Produk presisi tinggi (medis, makanan, elektronik) |

#### 4.1.1.5 Proses Bisnis dari Plan-Delivery

##### 1) Perencanaan (Planning)

##### a. Perencanaan Proses Tambang

1. Menentukan target volume ore yang akan ditambang per bulan/tahun
2. Melakukan sequencing penambangan pit daerah prioritas yang akan dikerjakan lebih dulu
3. Membuat perencanaan pengupasan tanah tertutup
4. Rencana penggunaan alat berat berdasarkan :
  - Unit
  - Jadwal
  - Rotasi
5. Membuat estimasi kebutuhan bahan bakar, suku cadang, dan tenaga kerja

##### b. Perencanaan Pengadaan

1. Identifikasi kebutuhan barang & jasa dari tiap unit satuan kerja
2. Menyusun daftar kebutuhan berdasarkan jumlah, spesifikasi, waktu pemakaian dan lokasi.
3. Melakukan kompilasi / gabungan kebutuhan pengadaan
4. Melakukan analisa belanja
5. Melakukan analisa pasar berdasarkan :
  - Kondisi pasar
  - Tren harga
  - Jumlah dan kemampuan penyedia barang/jasa
6. Melakukan segmentasi kategori barang/jasa
7. Menentukan strategi pengadaan sesuai dengan kategori berdasarkan :
  - Lelang Umum
  - Penunjukan Langsung
8. Melakukan konsolidasi dan pemaketan pengadaan
9. Menyusun dokumen RKAP (Rencana Kerja & Anggaran Perusahaan) sebagai dasar alokasi anggaran dan pelaksanaan pengadaan di tahun berjalan.



10. Membuat procurement planning (Rencana Pengadaan) yang merupakan hasil akhir berdasarkan :
  - RKAP
  - Hasil analisa kebutuhan
  - Strategi pengadaan yang telah disusun sebelumnya.

**c. Perencanaan Pengolahan Produksi**

1. Menentukan target produksi tahunan berdasarkan :
  - a. Performance pada tahun sebelumnya
  - b. Perkiraan kondisi pabrik untuk tahun mendatang berdasarkan kinerja tahun lalu dan rencana perbaikan yang akan dilakukan.
  - c. Estimasi kemampuan penyediaan bahan baku.
2. Menghitung perkiraan tingkat konsumsi bahan baku berdasarkan pola tingkat konsumsi bahan baku dalam beberapa tahun terakhir.
3. Menyusun Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) yang mencakup :
  - a. Target produksi
  - b. Kebutuhan bahan baku dan bahan penolong
  - c. Jumlah hari produksi
- d. Rencana penghentian operasi untuk disampaikan kepada unit kerja anggaran(finance), yang kemudian akan diajukan kepada manajemen.
4. Setiap bulan, menyusun atau meninjau rencana target produksi untuk tiga bulan ke depan sesuai dengan hasil rapat pengendalian operasional dan/atau Rapat Anggaran Bulanan, serta mendistribusikannya kepada unit kerja yang terkait.
5. Menyusun dan menyiapkan draf Rencana Kerja dan Syarat (RKS) serta Estimasi Pemilik (OE) untuk kegiatan outsourcing yang berkaitan dengan produksi.

**2) Pengadaan (Source : Procurement & Material )**

**a. Procurement & Material**

**Pendaftaran Material (Cataloging) tiap unit**

1. Identifikasi kebutuhan material yang belum tersedia dalam sistem  
(pengumpulan data informasi material berdasarkan spesifikasi, fungsi, jenis)



2. Melakukan pengisian formulir P3 (formulir permohonan pembuatan material master) untuk dikirim ke tim inventory
3. Review Permohonan (Material sudah terdaftar atau belum) :
  - Jika Ya, maka pendaftaran dibatalkan
  - Jika tidak, maka lanjut ke validasi data form
4. Validasi Data (Inventory Control) pada form P3
  - Jika data sesuai (Ya), maka lanjut ke persetujuan form P3
  - Jika tidak sesuai , maka permohonan tidak diproses
5. Persetujuan form P3, setelah valid form disetujui untuk diproses ke Material Management
6. Validasi Data ulang ke unit (Material Management)
  - Jika data tidak sesuai, proses dihentikan
  - Jika sesuai, lanjut ke proses berikutnya
7. Pembuatan material master di ERP : data material dibuat dan didaftarkan ke sistem ERP (Enterprise Resource Planning) agar bisa digunakan dalam sistem untuk transaksi pembelian, pemakaian.

**b. Warehouse**



**Gambar 4. 4** Warehouse PT Antam Tbk UBPN Kolaka

1. Bagian warehouse menerima surat /dokumen dari vendor berupa :
  - Surat Jalan yang berisi berita kedatangan bahan baku
  - Duplikat PO (*Purchasing Order*)
2. Melakukan pengecekan oleh user jika telah sesuai dengan pemesanan perusahaan
3. Jika pesanan sesuai, dokumen dapat diterima lalu didistribusikan ke unit GR (*Good Receive*)

4. Setelah diterima di unit terkait, vendor sudah bisa mengajukan invoice.

### 3) Tahapan Kegiatan Pertambangan (Mining Nickel)

Dalam memenuhi permintaan ekspor bijih nikel dan umpan balik feronikel, penambangan dilakukan. Alur kegiatannya sebagai berikut :

- a. Eksplorasi:



**Gambar 4. 5** Eksplorasi PT Antam Tbk UBPN Kolaka

Untuk menemukan cadangan bijih nikel, dilakukan penyelidikan secara umum (geologi permukaan), eksplorasi pendahuluan, eksplorasi detail, dan perhitungan cadangan. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk mengetahui seberapa jauh kandungan nikel yang ada di wilayah tersebut. Pengambilan contoh dilakukan dengan bor.

- b. Pembersihan Lahan Pasca Tambang

*Land clearing* dilakukan dengan pembersihan pohon-pohon yang ada diatas lahan yang akan ditambang. Pelaksanannya melihat pada kondisi topografi lahan yang akan dibersihkan serta kondisi pohon yang akan dibersihkan. Alat yang digunakan dalam proses land clearing yaitu bulldozer. Untuk keefektifan kerja bulldozer maka dilakukan usaha memperpendek jarak dorong. Pada daerah datar dan cukup luas, proses ini dimulai dari tengah lahan.

- c. Pengupasan Tanah Tertutup

Material bagian atas yang menutupi kadar bijih tinggi(kadar yang memenuhi kebutuhan : diatas2,2%) dapat disebut sebagai tanah tertutup (overburden). Tanah penutup berupa tanah (top soil) dan bijih kadar rendah dengan tebal overburden 0-6 meter. Pengupasan yang dilakukan pada tanah

tertutup dilakukan bersamaan dengan land clearing menggunakan bulldozer. Proses ini dimulai dari tempat yang tinggi dan tanah penutup didorong ke bawah ke tempat yang lebih rendah sehingga alat dapat bekerja dengan bantuan gaya gravitasi.

d. Penambangan & Pengangkutan

Penambangan termasuk vegetasi (terbuka, berjenjang). Pada proses ini alat alat yang digunakan merupakan backhoe sebagai alat gali & muat, bulldozer sebagai alat dorong dan dump truck berkapasitas antara 15-30 ton sebagai alat pengangkut



**Gambar 4. 6** Proses Penambangan & Pengangkutan PT Antam Tbk UBPN Kolaka

e. Penyimpanan Bijih di Ore Stockyard & Stockpile

Ore ditumpuk di stockyard, lalu nanti akan diproses ke dalam pabrik pengolahan FeNi sesuai dengan kebutuhan target yang akan diproduksi.



**Gambar 4. 7** Stockyard Bijih Nikel & Bijih Batu Bara



**Gambar 4. 8** *Stockpile Ore Bijih Nikel & Bijih Batu Bara*

#### **4) Tahapan Pengolahan**

Proses pengolahan nikel di Pomalaa melalui proses ELKEM. Secara garis besar proses pengolahan bijih nikel ini dibagi dalam 4 tahap yaitu:

##### **a. Tahap Praolahan**

Untuk membuat komposisi yang tepat, bijih basah dicampur (blending). Campuran bijih (blended ore) akan dikeringkan oleh pengering rotary (rotary dryer) sehingga kadar air menjadi 20%. Bijih setengah kering, yang dihasilkan dari pengering rotary, akan mengalami proses kalsinasi di dalam rotary kiln. Pemanasan bijih di bawah temperatur leburnya tanpa reagen disebut kalsinasi. Tujuannya adalah untuk menghilangkan air kristal dari bijih, menguraikan senyawa karbonat pada batu gamping sekaligus.



**Gambar 4. 9** *Rotary Klin*





**Gambar 4. 10** *Rotary Dryer*

b. Tahap Peleburan

Pada tahap ini, ore yang telah dikalsinasi dari rotary klin akan dilebur dan direduksi di dalam dapur listrik unit smelting dengan tenaga listrik berkapasitas 40 MW untuk FeNi 3. Pada proses ini batubara digunakan sebagai bahan pereduksi. Karena densitasnya yang lebih kecil dari crude metal, slag akan terbentuk di bagian atas proses peleburan dan dikeluarkan melalui cara skimming. Dalam tahap ini menghasilkan crude metal selanjutnya akan dimurnikan sedangkan pada saat yang sama, slag yang tidak tereduksi dikeluarkan dari dapur listrik dan kemudian disimpan di tempat penimbunan untuk digunakan lebih lanjut.

c. Tahap Pemurnian dan Pencetakan

Pada tahap ini dilakukan pemurnian dan pencetakan. Dalam tahap pemurnian bertujuan untuk memurnikan crude metal menjadi metal feni sesuai dengan standar produk yang telah ditetapkan. Proses pemurnian melalui dua proses, yaitu proses desulfurisasi dengan menambahkan kalsium karbida dan soda ash untuk mengurangi kandungan sulfur. Kemudian dilakukan proses oksidasi menggunakan bahan oksigen dan batu kapur untuk mengurangi kandungan karbon sekaligus juga mengurangi kandungan Si, P, dan Cr. Untuk membuat produk feronikel berbentuk butiran (shot), metal cair ini dicetak pada unit shot making. Butiran (shot) diproduksi dalam dua jenis, yaitu high carbon dan low carbon.

**5) Pengiriman ke Port**

PT. Aneka Tambang UBP Nikel Kolaka Sulawesi Tenggara memiliki pelabuhan yang menjadi tempat bongkat muat produk feronikel yang akan diekspor ke negara tujuan dan dilakukan dengan 2 cara yaitu :

1. Pemuatan produk yang masih merupakan bahan baku, diekspor ke negara tertentu seperti Jepang, sebagai konsumen utama, sedangkan untuk produk feronikel diekspor ke berbagai negara seperti
2. Pemuatan tidak langsung menggunakan tongkang yang ditarik oleh tug boat (kapal tunda) ke kapal (oreship) untuk bijih nikel dan feronikel.



**Gambar 4. 11** Proses Memasukkan Produk ke Gudang Pelabuhan



**Gambar 4. 12** Proses Loading Produk Feronikel ke Pelabuhan

Pada tahap ini, ada shipping unit yang mengurus pengiriman produk. Berikut tahapan shipping unit dalam melakukan pengiriman :

**a. Shipping Unit**

1. Menentukan jadwal pengiriman, jumlah batch, jenis transportasi dan port tujuan
2. Penyusunan dokumen ekspor / distribusi
3. Transportasi dari gudang ke port : feronikel dikirim menggunakan dump truck, tiap truck memiliki surat jalan



4. Pemuatan produk akhir ke kapal di Jetty ANTAM Pomalaa (Pelabuhan utama) dilengkapi dengan berita acara pemuatan yang berlokasi di Pomalaa, Sulawesi Tenggara.
5. Proses konfirmasi serah terima produk antara perusahaan dan buyer disertai dokumen lengkap yang berupa surat serah terima dan shipping confirmation
6. Pelaporan & arsip, semua dokumen dikumpulkan lalu dilaporkan sebagai bagian dari kontrol logistik dan pelaporan ekspor. Proses ini ditentukan berdasarkan buyer, yaitu :
  - Jika buyer domestik, proses dokumen ekspor digantikan oleh dokumen distribusi antar unit dan invoice antar BUMN
  - Jika ekspor, maka proses mengikuti regulasi Bea Cukai termasuk PEB (Pemberitahuan Ekspor Barang) dan pelaporan ke INATRADE.

#### 4.1.1.6 Proses Bisnis GSCM

Pengumpulan data terkait proses bisnis khususnya GSCM diperoleh dari hasil observasi lapangan. Berikut tabel hasil observasi terkait proses bisnis GSCM.

**Tabel 4. 1** Proses Bisnis *Green Supply Chain Management*

| Proses Bisnis (SCOR) | <i>Supply Chain Management</i>      | <i>Green Supply Chain Management</i>                                                                               |
|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Plan</b>          | Perencanaan produksi                | Melakukan penjadwalan produksi sesuai permintaan dan penggunaan alat pendukung (mesin dan energi)                  |
|                      | Pengendalian persediaan             | Melakukan perencanaan dan pengendalian meminimasi penggunaan dan penyimpanan Bahan Baku Berbahaya dan Beracun (B3) |
| <b>Source</b>        | Proses pengadaan                    | Evaluasi pemilihan dan pengembangan pemasok bahan baku sesuai kriteria lingkungan (biaya,kualitas, dan etika)      |
|                      |                                     | Proses pengadaan kolaborasi pemikiran berbasis lingkungan dengan pemasok bahan baku                                |
| <b>Make</b>          | Pelaksanaan & Pengendalian produksi | Pelaksanaan produksi dengan mereduksi penggunaan energi yang tidak terbarukan dan sesuai dengan standar lingkungan |
|                      |                                     | Pengawasan kualitas bahan baku (material, air, dan lainnya) sesuai dengan standar keamanan dampak lingkungan       |

|                       |                                |                                                                                                                                                         |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><i>Deliver</i></b> | Pengiriman produk kepada buyer | Pengiriman produk jadi kepada buyer dengan optimisasi kapasitas dan jadwal pengiriman untuk menurunkan konsumsi bahan bakar dan dampak emisi lingkungan |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4.1.1.7 Identifikasi Kejadian Risiko dan Agen Risiko GSCM

Pada tahap identifikasi, penelitian ini menggunakan klasifikasi 4M+1E yaitu *Man, Method, Machine, Material & Enviroment* yaitu analisis sebab akibat, untuk menemukan agen risiko dan risiko yang terjadi pada kegiatan bisnis. Penelitian ini akan mengidentifikasi agen risiko yang dapat mempengaruhi kegiatan GSCM. Untuk setiap proses bisnis, mulai dari perencanaan, pengadaan, produksi, dan distribusi, identifikasi agen risiko dan risiko pada GSCM diperlukan. Hasil dari setiap analisis 4M+1E kegiatan GSCM dapat dilihat sebagai berikut :



**Tabel 4. 2** Identifikasi Risiko & Agen Risiko Green Supply Chain berdasarkan Kategori 4M+1E

| <b>Major Process</b> | <b>Supply Chain Management</b> | <b>Green Supply Chain Management</b>                                                    | <b>Komponen Sebab-Akibat (Fishbone)</b> | <b>Kode</b> | <b>Risk Events (Kejadian Risiko)</b>                                                          | <b>Kode</b> | <b>Risk Agents (Penyebab Risiko)</b>                                               | <b>Sumber Data</b>                        |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                      | Perencanaan & Penjadwalan      | Melakukan penjadwalan produksi sesuai dengan permintaan alat pendukung (mesin & energi) | Method                                  | E1          | Penentuan jumlah permintaan tidak tepat                                                       | A1          | Kurangnya penyesuaian pada perencanaan material                                    | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) |
|                      |                                |                                                                                         | Man                                     | E2          | Hasil perencanaan material tambahan tidak tepat                                               | A2          | Kurangnya koordinasi antara unit pengadaan & produksi                              | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) |
|                      |                                |                                                                                         | Environment                             | E3          | Perubahan mendadak dalam rencana produksi sehingga meningkatkan konsumsi energi & bahan bakar | A3          | Perubahan mendadak dalam rencana produksi karena adanya perubahan permintaan pasar | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) |
|                      |                                |                                                                                         | Man                                     | E4          | Kurangnya tenaga kerja menyebabkan efisiensi produksi berkurang                               | A4          | Keterbatasan tenaga kerja dalam proses produksi yang efisien                       | -                                         |

|      |                         |                                                                                   |             |    |                                                                                                                                |                                     |                                                                                                              |                                           |
|------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Plan |                         |                                                                                   |             |    |                                                                                                                                | (proses rekrutmen jarang dilakukan) |                                                                                                              |                                           |
|      |                         |                                                                                   | Machine     | E5 | Waktu siklus instalasi tertunda tidak sesuai dengan yang direncanakan menyebabkan idle equipment yang tetap mengonsumsi energi | A5                                  | Terjadi idle equipment sehingga tetap mengonsumsi energi                                                     | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) |
|      |                         |                                                                                   | Environment | E6 | Adanya biaya yang timbul diluar perencanaan                                                                                    | A6                                  | Kurangnya monitoring proyek yang baik dan biaya bahan pendukung naik                                         | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) |
|      |                         |                                                                                   | Machine     | E7 | Keterlambatan jadwal produksi                                                                                                  | A7                                  | Terjadi kendala dalam peralatan (overloading, masalah dalam pengaturan mesin, keterlambatan perawatan mesin) | -                                         |
|      | Pengendalian Persediaan | Melakukan perencanaan & pengendalian minimasi penggunaan & penyimpanan bahan baku | Method      | E8 | Belum ada perencanaan perkiraan jumlah penggunaan B3                                                                           | A8                                  | Kurangnya pelatihan tenaga kerja terkait bahan berbahaya dan beracun (B3)                                    | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) |
|      |                         |                                                                                   | Environment | E9 | Penggunaan bahan baku bersifat berbahaya melebihi jumlah perencanaan                                                           | A9                                  | Keterbatasan alternatif bahan baku yang lebih ramah lingkungan                                               | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) |

|               |                   |                                                                                                                             |             |     |                                                                                                                                       |     |                                                                                               |                                           |
|---------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|               |                   | Berbahaya dan Beracun (B3)                                                                                                  | Material    | E10 | Bahan baku Berbahaya dan Beracun (B3) tidak dapat diminimasi persediaannya karena menjadi salah satu komponen vital kegiatan produksi | A10 | Tingginya ketergantungan pada bahan baku spesifik yang sulit digantikan                       | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) |
| <b>Source</b> | Pemilihan Pemasok | Evaluasi pemilihan dan pengembangan pemasok bahan baku sesuai dengan kriteria standar lingkungan (biaya, kualitas, & etika) | Man         | E11 | Ketergantungan pada pemasok tunggal yang belum ramah lingkungan                                                                       | A11 | Tidak adanya diversifikasi pemasok yang memenuhi standar lingkungan                           | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) |
|               |                   |                                                                                                                             | Method      | E12 | Kesulitan mencari pemasok yang memenuhi kualifikasi ramah lingkungan                                                                  | A12 | Minimnya kriteria evaluasi keberlanjutan dalam seleksi pemasok                                | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) |
|               |                   |                                                                                                                             | Environment | E13 | Peningkatan harga bahan baku berkelanjutan                                                                                            | A13 | Fluktuasi harga bahan baku di pasar global                                                    | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) |
|               |                   |                                                                                                                             | Environment | E14 | Tidak tersedianya material ramah lingkungan pada vendor lokal                                                                         | A14 | Kurangnya inovasi dan dukungan terhadap vendor lokal untuk menyediakan material berkelanjutan | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) |

|      |                                                                                           |                                                                                                                             |             |     |                                                                                       |     |                                                                               |                                           |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|      |                                                                                           |                                                                                                                             | Material    | E15 | Vendor tidak dapat memenuhi <i>order</i> sehingga terjadi keterlambatan               | A15 | Ketidakseimbangan antara permintaan dan kapasitas produksi vendor             | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) |
|      | Proses Pengadaan                                                                          | Proses pengadaan melalui kolaborasi pemikiran berbasis lingkungan dengan pemasok bahan baku                                 | Machine     | E16 | Tidak ada alat ukur deteksi nilai dampak lingkungan setiap bahan baku                 | A16 | Belum adanya alat sistem monitoring memadai, kurangnya audit lingkungan       |                                           |
|      |                                                                                           |                                                                                                                             | Method      | E17 | Keterlambatan dalam pembuatan PO ( <i>Purchasing Order</i> )                          | A17 | Proses manual yang memakan waktu dalam persetujuan dan administrasi PO        |                                           |
| Make | Pelaksanaan & Pengendalian Produksi :<br><i>Ore Preparation</i><br>: <i>Land Clearing</i> | Pelaksanaan produksi dengan mereduksi penggunaan energi yang tidak terbarukan dan sesuai dengan prosedur standar lingkungan | Method      | E18 | Teknik <i>land clearing</i> menggunakan bahan kimia tanpa pengolahan limbah yang baik | A18 | Penggunaan metode land clearing konvensional                                  |                                           |
|      |                                                                                           |                                                                                                                             | Environment | E19 | Penggalian tanah tanpa sedimentasi yang baik                                          | A19 | Terlambat dalam pengelolaan sedimentasi yang sesuai dengan standar lingkungan |                                           |
|      |                                                                                           |                                                                                                                             | Man         | E20 | Pengambilan keputusan yang mengutamakan efisiensi daripada ekologi                    | A20 | Fokus perusahaan lebih pada biaya dan produksi dibanding ekologi              |                                           |



|  |              |  |             |     |                                                                                                                       |     |                                                                                                            |                           |
|--|--------------|--|-------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|  | &<br>Digging |  | Man         | E21 | Perusahaan belum melakukan pengambilan contoh dan analisis air limbah paling tidak sekali perbulan                    | A21 | Sistem pengelolaan limbah yang belum optimal dan tidak rutin diperiksa                                     | Buku Sekilas PROPER(2005) |
|  |              |  | Method      | E22 | Perusahaan belum melakukan pelaporan hasil pemantauan air limbah sebagaimana yang dipersyaratkan (per 3 bulan)        | A22 | Kurangnya sistem pemantauan real-time air limbah                                                           | Buku Sekilas PROPER(2005) |
|  |              |  | Machine     | E23 | Perusahaan belum mempunyai alat ukur debit dan melakukan pengukuran debit harian air limbah dari aktivitas penggalian | A23 | Belum ada alat ukur yang sesuai                                                                            | Buku Sekilas PROPER(2005) |
|  |              |  | Environment | E24 | Peningkatan emisi karbon karena pembakaran lahan                                                                      | A24 | Terlambat penerapan reboisasi dan konservasi tanah                                                         |                           |
|  |              |  | Machine     | E25 | Emisi gas buang tinggi dari alat berat                                                                                | A25 | Penggunaan alat berat berbahan bakar fosil tanpa filter emisi                                              |                           |
|  |              |  | Material    | E26 | Kurangnya stok alat penyerap bahan kimia beracun                                                                      | A26 | Keterbatasan fasilitas pengolahan limbah berbahaya, Tidak adanya sistem deteksi dini kebocoran zat beracun |                           |

|  |                                 |             |     |                                                                                           |     |                                                                                               |   |
|--|---------------------------------|-------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|  | Ore Hauling<br>(Pengangkutan)   | Man         | E27 | Konsentrasi air limbah belum memenuhi BMAL atau persyaratan yang ditetapkan dalam izin    | A27 | Kurangnya pengawasan internal secara berkala                                                  | - |
|  |                                 | Environment | E28 | Emisi gas rumah kaca dari truk pengangkut bijih                                           | A28 | Truk menggunakan bahan bakar fosil dan efisiensi rute pengangkutan yang belum optimal         | - |
|  |                                 | Man         | E29 | Kebocoran oli & bahan bakar mencemari tanah                                               | A29 | Kurangnya perawatan kendaraan dan peralatan dan Tidak adanya sistem deteksi kebocoran         | - |
|  |                                 | Environment | E30 | Jalan hauling yang buruk meningkatkan konsumsi bahan bakar                                | A30 | Belum optimalnya kondisi jalan karena sebagian besar jalur rusak (tanah lembab)               | - |
|  | Ore Stockpile<br>&<br>Stockyard | Environment | E31 | Aktivitas loading/unloading bijih menghasilkan debu orestockpile beterbangan              | A31 | Kurangnya sistem penanganan debu di area stockpile dan angin yang menyebabkan penyebaran debu | - |
|  |                                 | Machine     | E32 | Bijih nikel yang mengandung sulfida dapat mengalami oksidasi dan self-heating, berpotensi | A32 | Belum adanya sistem deteksi panas dan gas berbahaya                                           | - |

|  |                                                                                |  |         |     |                                                                                                                 |     |                                                                                                    |   |
|--|--------------------------------------------------------------------------------|--|---------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|  |                                                                                |  |         |     | menyebabkan kebakaran pada stockpile                                                                            |     |                                                                                                    |   |
|  | <b>Smelting</b><br>: Rotary Dryer<br>(Pengerin gan)<br>& Rotary Reduction Klin |  | Machine | E33 | Pelepasan sisa partikel debu dan material ke udara                                                              | A33 | Sistem pengeringan konvensional yang tidak optimal dalam filter debu                               | - |
|  |                                                                                |  | Method  | E34 | Konsumsi energi tinggi dalam pengeringan bijih                                                                  | A34 | Proses pengeringan yang tidak dioptimalkan                                                         | - |
|  |                                                                                |  | Machine | E35 | Mesin overheating                                                                                               | A35 | Kurangnya sistem kontrol temperatur otomatis                                                       | - |
|  | Electric Furnace                                                               |  | Machine | E36 | Konsumsi listrik tinggi furnace meningkatkan jejak karbon                                                       | A36 | Penggunaan listrik dari pembangkit berbasis batu bara dan efisiensi rendah dalam pemanasan furnace | - |
|  |                                                                                |  | Machine | E37 | Gas buang dari furnace mengandung CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> dan SO <sub>2</sub>                         | A37 | Belum adanya sistem scrubber untuk gas buang                                                       | - |
|  |                                                                                |  | Method  | E38 | Pembakaran bahan bakar yang rendah efisien dalam peleburan menyebabkan konsumsi energi berlebih dari batas izin | A38 | Belum adanya sistem pemanfaatan panas buangan                                                      | - |

|          |                                                                 |                                                                                                                                                   |             |     |                                                                      |     |                                                                                                  |   |
|----------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|----------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|          | <b>Refinery<br/>:<br/>De-s<br/>LD<br/>Converter<br/>Casting</b> |                                                                                                                                                   | Environment | E39 | Limbah cair kimia dari proses desulfurisasi, potensi pencemaran air  | A39 | Penggunaan bahan kimia dalam refinery yang tidak ramah lingkungan                                | - |
|          |                                                                 |                                                                                                                                                   | Method      | E40 | Limbah panas dan emisi gas karbon yang tinggi                        | A40 | Tidak ada optimasi desain cetakan                                                                | - |
|          |                                                                 |                                                                                                                                                   | Machine     | E41 | Overheating                                                          | A41 | Tidak adanya sistem filtrasi gas buang dan Penggunaan bahan kimia yang menghasilkan emisi tinggi | - |
|          |                                                                 |                                                                                                                                                   | Environment | E42 | Polusi udara akibat debu silika dan gas buang dari proses pengecoran | A42 | Belum adanya efisiensi sistem kontrol polusi yang baik                                           | - |
| Delivery | Pengiriman Produk ke Port                                       | Pengiriman produk jadi kepada buyer dengan optimasi kapasitas & jadwal pengiriman untuk menurunkan konsumsi bahan bakar & dampak emisi lingkungan | Machine     | E43 | Kurangnya transportasi rendah emisi                                  | A43 | Truk menggunakan bahan bakar fosil dan Efisiensi rute pengangkutan yang belum optimal            | - |

|  |                 |                                                                                                                              |     |     |                                                         |     |                                                                                       |   |
|--|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|---|
|  | Pengiriman Slag | Pengiriman limbah slag yang bisa di gunakan kembali & dijual dengan optimasi rute yang tidak over dalam konsumsi bahan bakar | Man | E44 | Jatuhnya butir slag di sekitar jalan raya warga (licin) | A44 | Kurangnya perawatan kendaraan dan peralatan dan tidak adanya sistem deteksi kebocoran | - |
|--|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|---|



## 4.2 Pengolahan Data

Pada bab ini berisikan tentang pengolahan data berdasarkan metode terpilih untuk mendapatkan hasil pembahasan dan analisis pada penelitian tugas akhir ini.

### 4.2.1 Penilaian Risiko dan Agen Risiko

#### 4.2.2.1 Identifikasi Kejadian Risiko (*Risk Event*) – dengan Metode *Fishbone* Kategori 4M+1E)

Metode identifikasi risiko yang digunakan adalah Fishbone Analysis atau juga dikenal sebagai *Cause and Effect Analysis*, maka pendekatan identifikasi risiko difokuskan pada pengelompokan penyebab potensial dari suatu permasalahan berdasarkan kategori utama, seperti Manusia, Mesin, Metode, Persediaan & Lingkungan. Hal tersebut diperoleh melalui *output* dari metode fishbone pada sub-bab sebelumnya.

Dalam metode ini, langkah-langkah identifikasi kejadian risiko adalah sebagai berikut:

1. Menentukan gejala yang terjadi di perusahaan sebagai potensi / kemungkinan risiko yang akan dianalisis, dilakukan dengan wawancara pada tiap unit kerja. Penilaian ini diisi oleh satuan unit kerja Plan-Delivery yaitu Plan (Staff ahli Management Representative), Source (Asisstant Manager Procurement & Material Management), Make (Produksi : Staff Ahli Rotary, Staff Ahli Electric Furnace, Kepala HSSE : Plant Environment ) & Delivery (Produksi :Staff Ahli Pelabuhan), lalu didapatkan juga dari penelitian terdahulu, kajian-kajian literatur, beberapa acuan dari penilaian buku PROPER.
2. Mengidentifikasi penyebab potensial dari masing-masing kategori, baik penyebab langsung maupun tidak langsung, yang dapat mengarah pada terjadinya potensi masalah.
3. Menarik kesimpulan dari penyebab-penyebab tersebut, dan mengklasifikasikannya menjadi risk event dan risk agent untuk digunakan dalam HOR tahap 1.

Dikarenakan metode fishbone merupakan salah satu dari kelompok metode untuk pengidentifikasian penyebab masalah, maka *risk event* dapat diisikan



menggunakan *output* dari metode fishbone tersebut. *Risk event* sejumlah 44 yang telah diperoleh pada *output* fishbone diantaranya yaitu :

- E1 Penentuan jumlah permintaan tidak tepat
- E2 Hasil perencanaan material tambahan tidak tepat
- E3 Perubahan mendadak dalam rencana produksi sehingga meningkatkan konsumsi energi & bahan bakar
- E4 Kurangnya tenaga kerja menyebabkan efisiensi produksi berkurang
- E5 Waktu siklus instalasi tertunda tidak sesuai dengan yang direncanakan menyebabkan idle equipment yang tetap mengonsumsi energi
- E6 Adanya biaya yang timbul diluar perencanaan
- E7 Keterlambatan jadwal produksi
- E8 Belum ada perencanaan perkiraan jumlah penggunaan B3
- E9 Penggunaan bahan baku bersifat berbahaya melebihi jumlah perencanaan
- E10 Bahan baku Berbahaya dan Beracun (B3) tidak dapat diminimasi persediaannya karena menjadi salah satu komponen vital kegiatan produksi
- E11 Ketergantungan pada pemasok tunggal yang belum ramah lingkungan
- E12 Kesulitan mencari pemasok yang memenuhi kualifikasi ramah lingkungan
- E13 Peningkatan harga bahan baku berkelanjutan
- E14 Tidak tersedianya material ramah lingkungan pada vendor local
- E15 Vendor tidak dapat memenuhi order sehingga terjadi keterlambatan
- E16 Tidak ada alat ukur deteksi nilai dampak lingkungan setiap bahan baku
- E17 Keterlambatan dalam pembuatan PO (Purchasing Order)
- E18 Teknik land clearing menggunakan bahan kimia tanpa pengolahan limbah yang baik
- E19 Penggalan tanah tanpa sedimentasi yang baik
- E20 Pengambilan keputusan yang mengutamakan efisiensi daripada ekologi
- E21 Perusahaan belum melakukan pengambilan contoh dan analisis air limbah paling tidak sekali perbulan
- E22 Perusahaan belum melakukan pelaporan hasil pemantauan air limbah sebagaimana yang dipersyaratkan (per 3 bulan)
- E23 Perusahaan belum mempunyai alat ukur debit dan melakukan pengukuran

debit harian air limbah dari aktivitas penggalian

- E24 Peningkatan emisi karbon karena pembakaran lahan
- E25 Emisi gas buang tinggi dari alat berat
- E26 Kurangnya stok alat penyerap bahan kimia beracun
- E27 Konsentrasi air limbah belum memenuhi BMAL atau persyaratan yang ditetapkan dalam izin
- E28 Emisi gas rumah kaca dari truk pengangkut bijih
- E29 Kebocoran oli & bahan bakar mencemari tanah
- E30 Jalan hauling yang buruk meningkatkan konsumsi bahan bakar
- E31 Aktivitas loading/unloading bijih menghasilkan debu orestockpile berterbangan
- E32 Bijih nikel yang mengandung sulfida dapat mengalami oksidasi dan self-heating, berpotensi menyebabkan kebakaran pada stockpile
- E33 Pelepasan sisa partikel debu dan material ke udara
- E34 Konsumsi energi tinggi dalam pengeringan bijih
- E35 Mesin overheating
- E36 Konsumsi listrik tinggi furnace meningkatkan jejak karbon
- E37 Gas buang dari furnace mengandung CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> dan SO<sub>2</sub>
- E38 Pembakaran bahan bakar yang rendah efisien dalam peleburan menyebabkan konsumsi energi berlebih dari batas izin
- E39 Limbah cair kimia dari proses desulfurisasi, potensi pencemaran air
- E40 Limbah panas dan emisi gas karbon yang tinggi
- E41 Overheating
- E42 Polusi udara akibat debu silika dan gas buang dari proses pengecoran
- E43 Kurangnya transportasi rendah emisi
- E44 Jatuhnya butir slag di sekitar jalan raya warga (licin)

Tahap berikutnya melakukan penilaian besar dampak dari suatu kejadian risiko, dengan skala 1-10. Pada nilai 1 menunjukkan dampak keparahan risiko terendah dan nilai 10 menunjukkan dampak kejadian risiko tertinggi. Tingkat keparahan atau *severity* dilakukan oleh *expert* terkait, yaitu sebagai berikut.

**Tabel 4. 3** Tabel Severity

| <b>Rating</b> | <b>Dampak</b>  | <b>Kriteria</b>                                                                                          |
|---------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>      | Tidak Ada      | Tidak ada pengaruh                                                                                       |
| <b>2</b>      | Sangat Sedikit | Komponen masih dapat diproses dengan adanya efek sangat kecil                                            |
| <b>3</b>      | Sedikit        | Komponen dapat diproses dengan adanya efek kecil                                                         |
| <b>4</b>      | Sangat Rendah  | Terdapat efek pada komponen, namun tidak memerlukan perbaikan                                            |
| <b>5</b>      | Rendah         | Terdapat efek sedang, dan komponen memerlukan perbaikan                                                  |
| <b>6</b>      | Sedang         | Penurunan kinerja komponen, tapi masih dapat diproses                                                    |
| <b>7</b>      | Tinggi         | Kinerja komponen sangat berpengaruh , tapi masih dapat diproses                                          |
| <b>8</b>      | Sangat Tinggi  | Komponen tidak dapat diproses untuk produk yang semestinya, namun masih bisa digunakan untuk produk lain |
| <b>9</b>      | Serius         | Komponen membutuhkan perbaikan untuk dapat diproses ke proses berikutnya                                 |
| <b>10</b>     | Berbahaya      | Komponen tidak dapat diproses untuk proses selanjutnya                                                   |

**Tabel 4. 4** Hasil Penilaian Severity

| <b>SCOR</b> | <b>Sumber Data</b>                        | <b>Kode</b> | <b>Risk Event</b>                                                                             | <b>S<sub>i</sub></b> |
|-------------|-------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>PLAN</b> | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | <b>E1</b>   | Penentuan jumlah permintaan tidak tepat                                                       | <b>6</b>             |
| <b>PLAN</b> | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | <b>E2</b>   | Hasil perencanaan material tambahan tidak tepat                                               | <b>5</b>             |
| <b>PLAN</b> | Penelitian terdahulu :                    | <b>E3</b>   | Perubahan mendadak dalam rencana produksi sehingga meningkatkan konsumsi energi & bahan bakar | <b>8</b>             |

|               |                                           |            |                                                                                                                                       |          |
|---------------|-------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|               | Senja Azari (2018)                        |            |                                                                                                                                       |          |
| <b>PLAN</b>   | -                                         | <b>E4</b>  | Kurangnya tenaga kerja menyebabkan efisiensi produksi berkurang                                                                       | <b>6</b> |
| <b>PLAN</b>   | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | <b>E5</b>  | Waktu siklus instalasi tertunda tidak sesuai dengan yang direncanakan menyebabkan idle equipment yang tetap mengonsumsi energi        | <b>6</b> |
| <b>PLAN</b>   | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | <b>E6</b>  | Adanya biaya yang timbul diluar perencanaan                                                                                           | <b>6</b> |
| <b>PLAN</b>   | -                                         | <b>E7</b>  | Keterlambatan jadwal produksi                                                                                                         | <b>6</b> |
| <b>PLAN</b>   | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | <b>E8</b>  | Belum ada perencanaan perkiraan jumlah penggunaan B3                                                                                  | <b>7</b> |
| <b>PLAN</b>   | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | <b>E9</b>  | Penggunaan bahan baku bersifat berbahaya melebihi jumlah perencanaan                                                                  | <b>8</b> |
| <b>PLAN</b>   | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | <b>E10</b> | Bahan baku Berbahaya dan Beracun (B3) tidak dapat diminimasi persediaannya karena menjadi salah satu komponen vital kegiatan produksi | <b>6</b> |
| <b>SOURCE</b> | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | <b>E11</b> | Ketergantungan pada pemasok tunggal yang belum ramah lingkungan                                                                       | <b>5</b> |
| <b>SOURCE</b> | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | <b>E12</b> | Kesulitan mencari pemasok yang memenuhi kualifikasi ramah lingkungan                                                                  | <b>5</b> |
| <b>SOURCE</b> | Penelitian terdahulu :                    | <b>E13</b> | Peningkatan harga bahan baku berkelanjutan                                                                                            | <b>6</b> |

|               |                                           |            |                                                                                                                       |          |
|---------------|-------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|               | Senja Azari (2018)                        |            |                                                                                                                       |          |
| <b>SOURCE</b> | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | <b>E14</b> | Tidak tersedianya material ramah lingkungan pada vendor local                                                         | <b>6</b> |
| <b>SOURCE</b> | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | <b>E15</b> | Vendor tidak dapat memenuhi order sehingga terjadi keterlambatan                                                      | <b>8</b> |
| <b>SOURCE</b> | -                                         | <b>E16</b> | Tidak ada alat ukur deteksi nilai dampak lingkungan setiap bahan baku                                                 | <b>7</b> |
| <b>SOURCE</b> | -                                         | <b>E17</b> | Keterlambatan dalam pembuatan PO (Purchasing Order)                                                                   | <b>7</b> |
| <b>MAKE</b>   | -                                         | <b>E18</b> | Teknik land clearing menggunakan bahan kimia tanpa pengolahan limbah yang baik                                        | <b>7</b> |
| <b>MAKE</b>   | -                                         | <b>E19</b> | Penggalian tanah tanpa sedimentasi yang baik                                                                          | <b>5</b> |
| <b>MAKE</b>   | -                                         | <b>E20</b> | Pengambilan keputusan yang mengutamakan efisiensi daripada ekologi                                                    | <b>6</b> |
| <b>MAKE</b>   | Buku Sekilas PROPER(2005)                 | <b>E21</b> | Perusahaan belum melakukan pengambilan contoh dan analisis air limbah paling tidak sekali perbulan                    | <b>6</b> |
| <b>MAKE</b>   | Buku Sekilas PROPER(2005)                 | <b>E22</b> | Perusahaan belum melakukan pelaporan hasil pemantauan air limbah sebagaimana yang dipersyaratkan (per 3 bulan)        | <b>8</b> |
| <b>MAKE</b>   | Buku Sekilas PROPER(2005)                 | <b>E23</b> | Perusahaan belum mempunyai alat ukur debit dan melakukan pengukuran debit harian air limbah dari aktivitas penggalian | <b>6</b> |
| <b>MAKE</b>   | -                                         | <b>E24</b> | Peningkatan emisi karbon karena pembakaran lahan                                                                      | <b>6</b> |
| <b>MAKE</b>   | -                                         | <b>E25</b> | Emisi gas buang tinggi dari alat berat                                                                                | <b>7</b> |
| <b>MAKE</b>   | -                                         | <b>E26</b> | Kurangnya stok alat penyerap bahan kimia beracun                                                                      | <b>8</b> |

|         |   |     |                                                                                                                                    |   |
|---------|---|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| MAKE    | - | E27 | Konsentrasi air limbah belum memenuhi BMAL atau persyaratan yang ditetapkan dalam izin                                             | 9 |
| MAKE    | - | E28 | Emisi gas rumah kaca dari truk pengangkut bijih                                                                                    | 5 |
| MAKE    | - | E29 | Kebocoran oli & bahan bakar mencemari tanah                                                                                        | 6 |
| MAKE    | - | E30 | Jalan hauling yang buruk meningkatkan konsumsi bahan bakar                                                                         | 3 |
| MAKE    | - | E31 | Aktivitas loading/unloading bijih menghasilkan debu orestockpile beterbangan                                                       | 3 |
| MAKE    | - | E32 | E32 Bijih nikel yang mengandung sulfida dapat mengalami oksidasi dan self-heating, berpotensi menyebabkan kebakaran pada stockpile | 2 |
| MAKE    | - | E33 | Pelepasan sisa partikel debu dan material ke udara                                                                                 | 6 |
| MAKE    | - | E34 | Konsumsi energi tinggi dalam pengeringan bijih                                                                                     | 5 |
| MAKE    | - | E35 | Mesin overheating                                                                                                                  | 6 |
| MAKE    | - | E36 | Konsumsi listrik tinggi furnace meningkatkan jejak karbon                                                                          | 5 |
| MAKE    | - | E37 | Gas buang dari furnace mengandung CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> dan SO <sub>2</sub>                                            | 7 |
| MAKE    | - | E38 | Pembakaran bahan bakar yang rendah efisien dalam peleburan menyebabkan konsumsi energi berlebih dari batas izin                    | 8 |
| MAKE    | - | E39 | Limbah cair kimia dari proses desulfurisasi, potensi pencemaran air                                                                | 6 |
| MAKE    | - | E40 | Limbah panas dan emisi gas karbon yang tinggi                                                                                      | 6 |
| MAKE    | - | E41 | Overheating                                                                                                                        | 5 |
| MAKE    | - | E42 | Polusi udara akibat debu silika dan gas buang dari proses pengecoran                                                               | 7 |
| DELIVER | - | E43 | Kurangnya transportasi rendah emisi                                                                                                | 5 |
| DELIVER | - | E44 | Jatuhnya butir slag di sekitar jalan raya warga (licin)                                                                            | 5 |



Hasil penilaian diatas merupakan hasil dari kuesioner yang disikan oleh masing- masing perwakilan unit kerja dari proses *Plan-Delivery*.

#### **4.1.1.1 Identifikasi Penyebab Risiko (*Risk Agent*)**

Mengidentifikasi penyebab risiko (*risk agent*) merupakan tahapan kedua pada pengerjaan metode HOR tahap 1. *Risk agent* didapatkan melalui identifikasi permasalahan perusahaan dan risiko yang akan atau sedang dihadapi. Dikarenakan metode fishbone merupakan salah satu dari kelompok metode untuk pengidentifikasian masalah, maka *risk agent* dapat diisikan menggunakan *output* dari metode fishbone tersebut. *Risk agent* sejumlah 44 yang telah diperoleh pada *output* fishbone diantaranya yaitu :

- A1 Kurangnya penyesuaian pada perencanaan material
- A2 Kurangnya koordinasi antara unit pengadaan & produksi
- A3 Perubahan mendadak dalam rencana produksi sehingga meningkatkan konsumsi energi & bahan bakar
- A4 Keterbatasan tenaga kerja dalam proses produksi yang efisien (proses rekrutmen jarang dilakukan)
- A5 Terjadi idle equipment sehingga tetap mengonsumsi energi
- A6 Kurangnya monitoring proyek yang baik dan biaya bahan pendukung naik
- A7 Terjadi kendala dalam peralatan (overloading, masalah dalam pengaturan mesin, keterlambatan perawatan mesin)
- A8 Kurangnya pelatihan tenaga kerja terkait bahan berbahaya dan beracun (B3)
- A9 Keterbatasan alternatif bahan baku yang lebih ramah lingkungan
- A10 Tingginya ketergantungan pada bahan baku spesifik yang sulit digantikan
- A11 Tidak adanya diversifikasi pemasok yang memenuhi standar lingkungan
- A12 Minimnya kriteria evaluasi keberlanjutan dalam seleksi pemasok
- A13 Fluktuasi harga bahan baku di pasar global
- A14 Kurangnya inovasi dan dukungan terhadap vendor lokal untuk menyediakan material berkelanjutan
- A15 Ketidakseimbangan antara permintaan dan kapasitas produksi vendor
- A16 Belum adanya alat sistem monitoring memadai, kurangnya audit lingkungan
- A17 Proses manual yang memakan waktu dalam persetujuan dan administrasi PO

- A18 Penggunaan metode land clearing konvensional
- A19 Terlambat dalam pengelolaan sedimentasi yang sesuai dengan standar lingkungan
- A20 Fokus perusahaan lebih pada biaya dan produksi dibanding ekologi
- A21 Sistem pengelolaan limbah yang belum optimal atau tidak rutin diperiksa
- A22 Kurangnya sistem pemantauan real-time air limbah
- A23 Belum ada alat ukur yang sesuai
- A24 Terlambat penerapan reboisasi dan konservasi tanah
- A25 Penggunaan alat berat berbahan bakar fosil tanpa filter emisi
- A26 Keterbatasan fasilitas pengolahan limbah berbahaya, Tidak adanya sistem deteksi dini kebocoran zat beracun
- A27 Kurangnya pengawasan internal secara berkala
- A28 Truk menggunakan bahan bakar fosil dan efisiensi rute pengangkutan yang belum optimal
- A29 Kurangnya perawatan kendaraan dan peralatan dan Tidak adanya sistem deteksi kebocoran
- A30 Belum optimalnya kondisi jalan karena sebagian besar jalur rusak (tanah lembab)
- A31 Kurangnya sistem penanganan debu di area stockpile dan angin yang menyebabkan penyebaran debu
- A32 Belum adanya sistem deteksi panas dan gas berbahaya
- A33 Sistem pengeringan konvensional yang tidak memiliki filter debu
- A34 Proses pengeringan yang tidak dioptimalkan
- A35 Kurangnya sistem kontrol temperatur otomatis
- A36 Penggunaan listrik dari pembangkit berbasis batu bara dan efisiensi rendah dalam pemanasan furnace
- A37 Belum adanya sistem scrubber untuk gas buang
- A38 Belum adanya sistem pemanfaatan panas buangan
- A39 Penggunaan bahan kimia dalam refinery yang tidak ramah lingkungan
- A40 Tidak ada optimasi desain cetakan
- A41 Kelebihan penggunaan mesin

A42 Belum adanya efisiensi sistem kontrol polusi yang baik

A43 Truk menggunakan bahan bakar fosil dan Efisiensi rute pengangkutan yang belum optimal

A44 Kurangnya perawatan kendaraan & peralatan serta tidak adanya sistem deteksi kebocoran

**Tabel 4. 5** Hasil Penilaian Agents

| SCOR | Sumber Data                               | Kode | <i>Risk Agents</i>                                                                               | O |
|------|-------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| PLAN | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | A1   | Kurangnya penyesuaian pada perencanaan material                                                  | 4 |
| PLAN | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | A2   | Kurangnya koordinasi antara unit pengadaan & produksi                                            | 5 |
| PLAN | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | A3   | Perubahan mendadak dalam rencana produksi sehingga meningkatkan konsumsi energi & bahan bakar    | 5 |
| PLAN | -                                         | A4   | Keterbatasan tenaga kerja dalam proses produksi yang efisien (proses rekrutmen jarang dilakukan) | 4 |
| PLAN | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | A5   | Terjadi idle equipment sehingga tetap mengonsumsi energi                                         | 5 |
| PLAN | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | A6   | Kurangnya monitoring proyek yang baik dan biaya bahan pendukung naik                             | 6 |

|               |                                           |     |                                                                                                              |   |
|---------------|-------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>PLAN</b>   | -                                         | A7  | Terjadi kendala dalam peralatan (overloading, masalah dalam pengaturan mesin, keterlambatan perawatan mesin) | 5 |
| <b>PLAN</b>   | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | A8  | Kurangnya pelatihan tenaga kerja terkait bahan berbahaya dan beracun (B3)                                    | 3 |
| <b>PLAN</b>   | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | A9  | Keterbatasan alternatif bahan baku yang lebih ramah lingkungan                                               | 5 |
| <b>PLAN</b>   | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | A10 | Tingginya ketergantungan pada bahan baku spesifik yang sulit digantikan                                      | 5 |
| <b>SOURCE</b> | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | A11 | Tidak adanya diversifikasi pemasok yang memenuhi standar lingkungan                                          | 5 |
| <b>SOURCE</b> | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | A12 | Minimnya kriteria evaluasi keberlanjutan dalam seleksi pemasok                                               | 6 |
| <b>SOURCE</b> | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | A13 | Fluktuasi harga bahan baku di pasar global                                                                   | 6 |
| <b>SOURCE</b> | Penelitian terdahulu : Senja              | A14 | Kurangnya inovasi dan dukungan terhadap vendor lokal untuk menyediakan material berkelanjutan                | 6 |

|               |                                           |     |                                                                                                            |   |
|---------------|-------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|               | Azari<br>(2018)                           |     |                                                                                                            |   |
| <b>SOURCE</b> | Penelitian terdahulu : Senja Azari (2018) | A15 | Ketidakseimbangan antara permintaan dan kapasitas produksi vendor                                          | 5 |
| <b>SOURCE</b> |                                           | A16 | Belum adanya alat sistem monitoring memadai, kurangnya audit lingkungan                                    | 6 |
| <b>SOURCE</b> |                                           | A17 | Proses manual yang memakan waktu dalam persetujuan dan administrasi PO                                     | 5 |
| <b>MAKE</b>   |                                           | A18 | Penggunaan metode land clearing konvensional                                                               | 4 |
| <b>MAKE</b>   |                                           | A19 | Terlambat dalam pengelolaan sedimentasi yang sesuai dengan standar lingkungan                              | 5 |
| <b>MAKE</b>   |                                           | A20 | Fokus perusahaan lebih pada biaya dan produksi dibanding ekologi                                           | 5 |
| <b>MAKE</b>   | Buku Sekilas PROPER(2005)                 | A21 | Sistem pengelolaan limbah yang belum optimal atau tidak rutin diperiksa                                    | 6 |
| <b>MAKE</b>   | Buku Sekilas PROPER(2005)                 | A22 | Kurangnya sistem pemantauan real-time air limbah                                                           | 5 |
| <b>MAKE</b>   | Buku Sekilas PROPER(2005)                 | A23 | Belum ada alat ukur yang sesuai                                                                            | 5 |
| <b>MAKE</b>   |                                           | A24 | Terlambat penerapan reboisasi dan konservasi tanah                                                         | 4 |
| <b>MAKE</b>   |                                           | A25 | Penggunaan alat berat berbahan bakar fosil tanpa filter emisi                                              | 5 |
| <b>MAKE</b>   |                                           | A26 | Keterbatasan fasilitas pengolahan limbah berbahaya, Tidak adanya sistem deteksi dini kebocoran zat beracun | 6 |

|                |   |     |                                                                                                    |   |
|----------------|---|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>MAKE</b>    | - | A27 | Kurangnya pengawasan internal secara berkala                                                       | 7 |
| <b>MAKE</b>    | - | A28 | Truk menggunakan bahan bakar fosil dan efisiensi rute pengangkutan yang belum optimal              | 5 |
| <b>MAKE</b>    | - | A29 | Kurangnya perawatan kendaraan dan peralatan dan Tidak adanya sistem deteksi kebocoran              | 6 |
| <b>MAKE</b>    | - | A30 | Belum optimalnya kondisi jalan karena sebagian besar jalur rusak (tanah lembab)                    | 4 |
| <b>MAKE</b>    | - | A31 | Kurangnya sistem penanganan debu di area stockpile dan angin yang menyebabkan penyebaran debu      | 5 |
| <b>MAKE</b>    | - | A32 | Belum adanya sistem deteksi panas dan gas berbahaya                                                | 5 |
| <b>MAKE</b>    | - | A33 | Sistem pengeringan konvensional yang tidak memiliki filter debu                                    | 7 |
| <b>MAKE</b>    | - | A34 | Proses pengeringan yang tidak dioptimalkan                                                         | 6 |
| <b>MAKE</b>    | - | A35 | Kurangnya sistem kontrol temperatur otomatis                                                       | 7 |
| <b>MAKE</b>    | - | A36 | Penggunaan listrik dari pembangkit berbasis batu bara dan efisiensi rendah dalam pemanasan furnace | 5 |
| <b>MAKE</b>    | - | A37 | Belum adanya sistem scrubber untuk gas buang                                                       | 7 |
| <b>MAKE</b>    | - | A38 | Belum adanya sistem pemanfaatan panas buangan                                                      | 7 |
| <b>MAKE</b>    | - | A39 | Penggunaan bahan kimia dalam refinery yang tidak ramah lingkungan                                  | 7 |
| <b>MAKE</b>    | - | A40 | Tidak ada optimasi desain cetakan                                                                  | 5 |
| <b>MAKE</b>    | - | A41 | Kelebihan penggunaan mesin                                                                         | 5 |
| <b>MAKE</b>    | - | A42 | Belum adanya efisiensi sistem kontrol polusi yang baik                                             | 6 |
| <b>DELIVER</b> | - | A43 | Truk menggunakan bahan bakar fosil dan Efisiensi rute pengangkutan yang belum optimal              | 5 |
| <b>DELIVER</b> | - | A44 | Kurangnya perawatan kendaraan & peralatan serta tidak adanya sistem deteksi kebocoran              | 5 |

Hasil penilaian diatas merupakan hasil dari kuesioner yang diisi oleh masing- masing perwakilan unit kerja dari proses *Plan-Delivery*.



#### 4.2.2.2 Matriks HOR Tahap 1

Pada pembuatan matriks *House of Risk* (HOR) tahap 1, hasil penilaian *severity* yang diperoleh dari *risk event* dan hasil penilaian *occurance* yang didapatkan dari *risk agent* dicari korelasi antar keduanya. Nilai korelasi tersebut nantinya diisikan kedalam matriks ini. Nilai korelasi antara *risk event* dengan *risk agent* memiliki skala penilaian sebagai berikut.

**Tabel 4. 6** Skala Korelasi Risk Event dengan Risk Agent

| Skala | Keterangan               |
|-------|--------------------------|
| 0     | Tidak ada korelasi       |
| 1     | Korelasi/hubungan lemah  |
| 3     | Korelasi/hubungan sedang |
| 9     | Korelasi/hubungan kuat   |

Sumber : (Pujawan dan Geraldin, 2009)

Berikut merupakan matriks HOR tahap 1 *green supply chain management* PT. Antam Tbk UBPN Kolaka

Tabel 4. 7 Matriks HOR Tahap 1

|     | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | A13 | A14 | A15 | A16 | A17 | A18 | A19 | A20 | A21 | A22 | A23 | A24 | A25 | A26 | A27 | A28 | A29 | A30 | A31 | A32 | A33 | A34 | A35 | A36 | A37 | A38 | A39 | A40 | A41 | A42 | A43 | A44 | Si |   |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|
| E1  | 9  | 9  | 3  | 1  | 1  | 3  | 1  | 0  | 3  | 3   | 3   | 1   | 3   | 1   | 9   | 3   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1   | 3   | 0   | 0   | 1   | 1   | 6  |   |
| E2  | 9  | 9  | 9  | 3  | 3  | 3  | 3  | 1  | 1  | 3   | 3   | 1   | 3   | 1   | 3   | 3   | 3   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | 3   | 0   | 0   | 1   | 3   | 0   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 5   |    |   |
| E3  | 9  | 9  | 9  | 3  | 9  | 3  | 9  | 0  | 3  | 3   | 1   | 0   | 1   | 0   | 9   | 0   | 3   | 0   | 0   | 3   | 1   | 0   | 1   | 1   | 3   | 3   | 9   | 3   | 3   | 1   | 1   | 3   | 3   | 9   | 9   | 3   | 1   | 1   | 3   | 9   | 3   | 3   | 3   | 8   |    |   |
| E4  | 1  | 3  | 3  | 9  | 3  | 3  | 1  | 3  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 3   | 1   | 3   | 0   | 1   | 0   | 3   | 1   | 0   | 1   | 0   | 3   | 1   | 1   | 3   | 1   | 3   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 3   | 6  |   |
| E5  | 9  | 9  | 3  | 9  | 9  | 9  | 9  | 1  | 1  | 3   | 1   | 1   | 1   | 3   | 3   | 0   | 9   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 3   | 0   | 1   | 1   | 3   | 3   | 3   | 3   | 1   | 1   | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 3   | 1   | 0   | 3   | 3   | 6  |   |
| E6  | 9  | 9  | 9  | 3  | 9  | 9  | 9  | 3  | 3  | 9   | 3   | 3   | 9   | 3   | 9   | 3   | 3   | 1   | 3   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 3   | 3   | 9   | 3   | 3   | 9   | 9   | 3   | 9   | 3   | 1   | 3   | 3   | 9   | 3   | 9   | 1   | 9   | 9   | 3   | 9  | 6 |
| E7  | 9  | 9  | 9  | 9  | 3  | 9  | 9  | 3  | 3  | 9   | 3   | 3   | 3   | 3   | 9   | 3   | 9   | 1   | 1   | 3   | 1   | 1   | 1   | 1   | 3   | 1   | 1   | 3   | 9   | 9   | 9   | 3   | 3   | 3   | 9   | 9   | 3   | 3   | 3   | 9   | 3   | 3   | 3   | 9   | 6  |   |
| E8  | 9  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 3  | 3  | 1   | 3   | 3   | 1   | 3   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 3   | 1   | 0   | 3   | 0   | 1   | 9   | 3   | 0   | 1   | 0   | 1   | 3   | 1   | 0   | 1   | 0   | 3   | 0   | 9   | 0   | 9   | 3   | 0   | 1   | 7  |   |
| E9  | 3  | 3  | 1  | 1  | 0  | 3  | 1  | 9  | 9  | 9   | 3   | 3   | 1   | 3   | 1   | 9   | 1   | 0   | 0   | 3   | 9   | 9   | 9   | 1   | 3   | 9   | 9   | 1   | 3   | 1   | 3   | 9   | 3   | 3   | 3   | 3   | 9   | 9   | 9   | 3   | 9   | 9   | 1   | 3   | 8  |   |
| E10 | 3  | 3  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 9  | 9  | 9   | 3   | 3   | 1   | 9   | 1   | 3   | 0   | 0   | 0   | 9   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 9   | 3   | 1   | 3   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 9   | 0   | 9   | 3   | 1   | 3   | 6   |    |   |
| E11 | 3  | 3  | 1  | 0  | 0  | 3  | 1  | 0  | 9  | 9   | 9   | 9   | 3   | 9   | 3   | 3   | 1   | 0   | 0   | 9   | 1   | 0   | 0   | 3   | 9   | 3   | 1   | 9   | 3   | 0   | 3   | 1   | 9   | 3   | 1   | 9   | 3   | 3   | 9   | 0   | 9   | 3   | 9   | 3   | 5  |   |
| E12 | 3  | 3  | 1  | 0  | 0  | 3  | 0  | 1  | 9  | 9   | 9   | 9   | 3   | 9   | 3   | 9   | 3   | 1   | 1   | 9   | 3   | 1   | 3   | 3   | 9   | 9   | 1   | 9   | 1   | 1   | 1   | 3   | 1   | 1   | 1   | 9   | 3   | 9   | 9   | 1   | 9   | 1   | 9   | 1   | 5  |   |
| E13 | 9  | 9  | 3  | 1  | 0  | 3  | 1  | 0  | 9  | 9   | 9   | 3   | 9   | 9   | 9   | 0   | 3   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 3   | 1   | 1   | 3   | 3   | 3   | 1   | 1   | 1   | 3   | 9   | 1   | 3   | 9   | 1   | 1   | 1   | 3   | 3   | 6   |    |   |
| E14 | 3  | 3  | 1  | 0  | 0  | 3  | 0  | 1  | 9  | 9   | 9   | 9   | 3   | 9   | 9   | 9   | 3   | 0   | 0   | 9   | 1   | 0   | 1   | 0   | 3   | 1   | 1   | 3   | 1   | 0   | 1   | 0   | 3   | 1   | 1   | 9   | 3   | 3   | 9   | 0   | 9   | 9   | 3   | 1   | 6  |   |
| E15 | 9  | 9  | 3  | 1  | 1  | 9  | 3  | 1  | 3  | 9   | 9   | 1   | 3   | 3   | 9   | 3   | 9   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 3   | 9   | 3   | 9   | 0   | 0   | 1   | 1   | 3   | 3   | 0   | 0   | 1   | 3   | 0   | 0   | 9   | 3   | 8   |    |   |
| E16 | 3  | 3  | 3  | 1  | 0  | 3  | 1  | 3  | 9  | 9   | 9   | 3   | 9   | 3   | 9   | 3   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 9   | 3   | 3   | 3   | 1   | 1   | 9   | 9   | 3   | 3   | 1   | 9   | 9   | 3   | 9   | 7   |     |    |   |
| E17 | 3  | 9  | 3  | 1  | 0  | 3  | 1  | 0  | 1  | 3   | 9   | 1   | 3   | 3   | 9   | 9   | 9   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 9   | 3   | 3   | 1   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 3   | 3   | 7  |   |
| E18 | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 3  | 1  | 9  | 9  | 3   | 9   | 9   | 1   | 9   | 0   | 9   | 1   | 0   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 1   | 9   | 9   | 0   | 1   | 0   | 3   | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 3   | 0   | 0   | 3   | 9   | 0   | 0   | 7  |   |
| E19 | 1  | 3  | 1  | 3  | 0  | 9  | 3  | 3  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 9   | 0   | 9   | 3   | 9   | 9   | 9   | 9   | 1   | 3   | 1   | 1   | 3   | 1   | 1   | 3   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 5  |   |
| E20 | 3  | 3  | 9  | 3  | 1  | 3  | 3  | 3  | 9  | 9   | 9   | 9   | 3   | 9   | 3   | 9   | 0   | 9   | 9   | 9   | 3   | 9   | 9   | 9   | 3   | 3   | 9   | 9   | 9   | 3   | 9   | 9   | 3   | 3   | 3   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 0   | 9   | 9   | 9   | 3  | 6 |
| E21 | 0  | 0  | 3  | 3  | 0  | 9  | 3  | 9  | 0  | 0   | 1   | 3   | 0   | 0   | 0   | 9   | 0   | 3   | 3   | 9   | 9   | 9   | 9   | 3   | 0   | 9   | 9   | 1   | 1   | 0   | 0   | 3   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 9   | 0   | 3   | 3   | 1   | 3   | 6  |   |
| E22 | 0  | 0  | 3  | 1  | 0  | 3  | 1  | 9  | 0  | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 9   | 0   | 3   | 9   | 9   | 9   | 9   | 3   | 0   | 9   | 9   | 0   | 1   | 0   | 0   | 3   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 9   | 0   | 3   | 3   | 1   | 1   | 8   |    |   |
| E23 | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 3  | 3  | 0  | 0  | 0   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 9   | 3   | 1   | 3   | 9   | 9   | 9   | 9   | 1   | 0   | 3   | 3   | 3   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3  | 6 |
| E24 | 1  | 1  | 9  | 3  | 9  | 3  | 9  | 1  | 0  | 1   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 3   | 0   | 9   | 3   | 9   | 0   | 0   | 3   | 0   | 9   | 0   | 3   | 9   | 3   | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 9   | 3   | 6  |   |
| E25 | 1  | 1  | 3  | 1  | 3  | 3  | 9  | 1  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 9   | 0   | 3   | 0   | 0   | 1   | 9   | 1   | 3   | 9   | 9   | 3   | 0   | 3   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 9   | 9   | 7  |   |
| E26 | 9  | 3  | 3  | 1  | 0  | 3  | 1  | 9  | 0  | 0   | 9   | 3   | 1   | 3   | 9   | 3   | 9   | 0   | 0   | 3   | 0   | 0   | 3   | 0   | 0   | 9   | 3   | 0   | 3   | 1   | 0   | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 9   | 0   | 9   | 9   | 1   | 3  | 8 |
| E27 | 0  | 0  | 3  | 1  | 0  | 3  | 3  | 9  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 0   | 9   | 0   | 3   | 9   | 9   | 9   | 9   | 3   | 1   | 9   | 9   | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 9   | 0   | 1   | 1   | 0   | 3   | 9   |    |   |
| E28 | 1  | 1  | 3  | 0  | 0  | 1  | 3  | 0  | 0  | 1   | 1   | 1   | 3   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 0   | 1   | 9   | 3   | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 9   | 3   | 5  |   |
| E29 | 0  | 3  | 3  | 1  | 3  | 9  | 9  | 9  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 0   | 9   | 0   | 3   | 3   | 9   | 9   | 9   | 9   | 1   | 3   | 9   | 9   | 3   | 9   | 9   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 9   | 6  |   |
| E30 | 1  | 3  | 3  | 1  | 0  | 3  | 3  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 3   | 3   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 3   | 9   | 3   | 9   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 9   | 3   | 3   |    |   |
| E31 | 0  | 1  | 3  | 1  | 0  | 3  | 9  | 0  | 0  | 0   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 9   | 0   | 1   | 3   | 3   | 3   | 0   | 9   | 3   | 1   | 0   | 3   | 1   | 1   | 3   | 9   | 0   | 9   | 3   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 1   | 1   | 3  |   |
| E32 | 0  | 1  | 1  | 3  | 0  | 9  | 3  | 3  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 9   | 1   | 0   | 1   | 3   | 3   | 1   | 9   | 0   | 3   | 3   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 9   | 3   | 0   | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 0   | 1   | 2  |   |
| E33 | 0  | 0  | 3  | 1  | 3  | 3  | 9  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 9   | 0   | 0   | 0   | 3   | 3   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 9   | 3   | 9   | 9   | 1   | 9   | 3   | 0   | 0   | 9   | 9   | 0   | 6   |    |   |
| E34 | 3  | 3  | 9  | 3  | 9  | 3  | 9  | 1  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 3   | 9   | 0   | 0   | 0   | 3   | 0   | 0   | 9   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 9   | 9   | 9   | 9   | 3   | 9   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 5  |   |
| E35 | 0  | 3  | 9  | 3  | 1  | 9  | 9  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 3   | 3   | 1   | 0   | 0   | 0   | 3   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 9   | 9   | 9   | 3   | 9   | 3   | 0   | 0   | 3   | 1   | 0   | 0   | 6  |   |
| E36 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 3  | 3  | 1   | 9   | 9   | 9   | 3   | 3   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 0   | 0   | 3   | 3   | 1   | 0   | 5  |   |
| E37 | 1  | 1  | 9  | 3  | 9  | 3  | 9  | 1  | 9  | 9   | 3   | 3   | 1   | 3   | 1   | 9   | 0   | 0   | 9   | 3   | 1   | 9   | 0   | 1   | 3   | 3   | 1   | 0   | 0   | 0   | 9   | 0   | 0   | 3   | 3   | 9   | 3   | 1   | 0   | 9   | 9   | 0   | 0   | 7   |    |   |
| E38 | 1  | 3  | 9  | 3  | 0  | 3  | 9  | 0  | 3  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 9   | 0   | 0   | 0   | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 1   | 3   | 9   | 9   | 1   | 9   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 8   |    |   |
| E39 | 0  | 0  | 9  | 1  | 0  | 3  | 3  | 9  | 3  | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 9   | 9   | 9   | 0   | 0   | 9   | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 9   | 1   | 3   | 9   | 0   | 0   | 6   |     |    |   |
| E40 | 3  | 1  | 9  | 3  | 9  | 3  | 9  | 1  | 9  | 3   | 3   | 3   | 0   | 3   | 0   | 9   | 0   | 0   | 0   | 9   | 1   | 0   | 3   | 0   | 0   | 3   | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 9   | 3   | 3   | 3   | 9   | 9   | 9   | 3   | 1   | 9   | 9   | 0   | 0   | 6  |   |
| E41 | 3  | 3  | 9  | 3  | 9  | 3  | 9  | 0  | 0  | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 3   | 3   | 3   | 1   | 0   | 0   | 1   | 9   | 0   | 0   | 0   | 9   | 1   | 1   | 3   | 1   | 3   | 3   | 1   | 3   | 1   | 1   | 0   | 0   | 5   |    |   |
| E42 | 1  | 0  | 3  | 0  | 3  | 1  | 9  | 3  | 9  | 1   | 1   | 1   | 0   | 3   | 1   | 9   | 0   | 0   | 0   | 9   | 1   | 0   | 9   | 0   | 3   | 3   | 1   | 1   | 0   | 3   | 9   | 9   | 0   | 0   | 3   | 1   | 3   | 0   | 9   | 9   | 1   | 1   | 7   |     |    |   |
| E43 | 1  | 1  | 3  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 3   | 0   | 0   | 0   | 3   | 1   | 0   | 3   | 0   | 3   | 0   | 1   | 9   | 3   | 3   | 0   | 1   | 0   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |   |

Tabel diatas merupakan matriks HOR tahap 1, dimana angka yang berada didalam matriks tersebut (0, 1, 3, 9) menunjukan hubungan satu sama lain antara *risk event* dengan *risk agent*. Berikut merupakan salah satu contoh cara pembacaan matriks HOR tahap 1.

- Penentuan jumlah permintaan tidak tepat (E1) memiliki hubungan kuat (9) dengan kurangnya penyesuaian pada perencanaan material (A1), dengan nilai *occurrence* 4 dan nilai *severity* 6, serta memiliki nilai ARP sebesar 3452.

#### 4.2.2.3 Perhitungan Nilai ARP

Berikut merupakan cara perhitungan nilai *Aggregate Risk Potentials* (ARP) pada pembuatan matriks HOR tahap 1 dengan rumus sebagai berikut.

$$ARP_j = O_j \times \sum S_i \times R_{ij} \quad (1)$$

Keterangan :

$ARP_j$  = *Aggregate Risk Potentials*

$O_j$  = Probabilitas kejadian risiko

$S_i$  = Dampak kejadian risiko

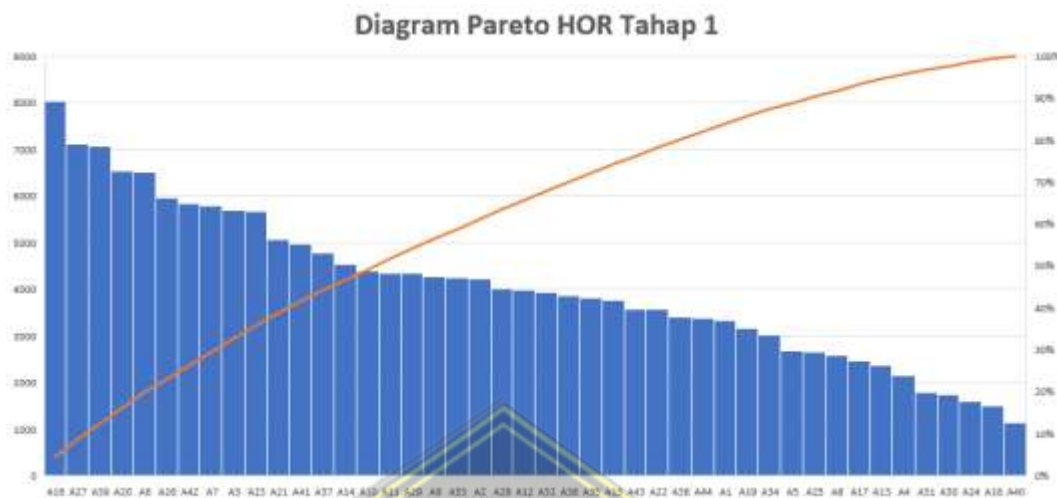
$R_{ij}$  = Hubungan penyebab dan kejadian risiko

Dibawah ini merupakan dua dari keseluruhan perhitungan untuk mendapatkan nilai ARP pada matriks HOR tahap 1. Hanya mencantumkan dua perhitungan saja sebagai contoh karena keseluruhan perhitungan menggunakan cara yang sama.

$$\begin{aligned} ARP_1 &= 6 \times [9 (6+ 5 + 8 + 6 + 6 + 6 + 7 + 6 +8+8) + 3 (8 + 6 + 5 + 5+ 6 + \\ &7+7+6+5+6+5) + 1 (6 + 7 + 5 + 6+7+5+3+7+8+7+5+5)] \\ &= 3452 \end{aligned}$$

Jika sudah mendapatkan nilai ARP, tahapan selanjutnya mengurutkannya dari yang terbesar menggunakan diagram pareto sebagai *input* untuk HOR tahap 2. Menurut aturan diagram Pareto 80/20, hanya 20% kemungkinan penyebab yang menyumbang 80% pengaruh yang telah ditentukan oleh beberapa komponen yang berkontribusi terhadap suatu masalah (H. B. Harvey And S. T. Sotardi, dalam Wardhani *et al.*, 2024). Berdasarkan hal tersebut, ARP yang diambil yang nilainya

mencapai angka 80% dari kumulatif untuk selanjutnya dilakukan pemetaan



**Gambar 4. 13** Diagram Pareto Nilai ARP HOR Tahap 1

#### 4.2.2.4 Pemetaan Risiko

Hasil yang didapatkan dari diagram pareto, diperoleh sebanyak X *risk agent* yang akan dibawa ke HOR tahap 2 karena telah memenuhi 80% dari permasalahan. *Risk agent* tersebut diantaranya, A16 A27 A39 A20 A6 A26 A42 A39 A7 A23 A41 A21 A37 A14 A10 A11 A29 A9 A2 A28 A12 A33 A39 A32 A35 A15 A43 dan A22 yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4. 8** Risk Agent yang Memenuhi 80% dari Diagram Pareto

| Rank | Proses Bisnis | Kode | Risk Agent                                                                                                   | ARP  | Kumulatif | Kumulatif Presentase | Jumlah |
|------|---------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|----------------------|--------|
| 1    | Source        | A16  | Belum optimalnya alat sistem monitoring memadai (LCA) kurangnya audit lingkungan                             | 8040 | 8040      | 4,5%                 | 4,5%   |
| 2    | Make          | A27  | Kurangnya pengawasan internal secara berkala                                                                 | 7126 | 15166     | 4,0%                 | 8,5%   |
| 3    | Make          | A39  | Penggunaan bahan kimia dalam refinery yang tidak ramah lingkungan                                            | 7056 | 22222     | 3,9%                 | 12,4%  |
| 4    | Make          | A20  | Fokus perusahaan lebih pada biaya dan produksi dibanding ekologi                                             | 6525 | 28747     | 3,7%                 | 16,1%  |
| 5    | Plan          | A6   | Kurangnya monitoring proyek yang baik dan biaya bahan pendukung naik                                         | 6516 | 35263     | 3,6%                 | 19,7%  |
| 6    | Make          | A26  | Keterbatasan fasilitas pengolahan limbah berbahaya, Tidak adanya sistem deteksi dini kebocoran zat beracun   | 5964 | 41227     | 3,3%                 | 23,1%  |
| 7    | Make          | A42  | Belum adanya efisiensi sistem kontrol polusi yang baik                                                       | 5826 | 47053     | 3,3%                 | 26,3%  |
| 8    | Plan          | A7   | Terjadi kendala dalam peralatan (overloading, masalah dalam pengaturan mesin, keterlambatan perawatan mesin) | 5785 | 52838     | 3,2%                 | 29,6%  |
| 9    | Plan          | A3   | Perubahan mendadak dalam rencana produksi (gangguan mesin/mati listrik) sehingga                             | 5685 | 58523     | 3,2%                 | 32,7%  |

|    |          |     |                                                                                                    |      |        |      |       |
|----|----------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|------|-------|
|    |          |     | meningkatkan konsumsi energi & bahan bakar                                                         |      |        |      |       |
| 10 | Make     | A23 | Belum ada alat ukur yang sesuai                                                                    | 5665 | 64188  | 3,2% | 35,9% |
| 11 | Make     | A21 | Sistem pengelolaan limbah yang belum optimal atau tidak rutin diperiksa                            | 5064 | 69252  | 2,8% | 38,7% |
| 12 | Make     | A41 | Kelebihan penggunaan mesin                                                                         | 4975 | 74227  | 2,8% | 41,5% |
| 13 | Make     | A37 | Belum adanya sistem scrubber untuk gas buang                                                       | 4767 | 78994  | 2,7% | 44,2% |
| 14 | Source   | A14 | Kurangnya inovasi dan dukungan terhadap vendor lokal untuk menyediakan material berkelanjutan      | 4524 | 83518  | 2,5% | 46,7% |
| 15 | Plan     | A10 | Tingginya ketergantungan pada bahan baku spesifik yang sulit digantikan                            | 4395 | 87913  | 2,5% | 49,2% |
| 16 | Source   | A11 | Tidak adanya diversifikasi pemasok yang memenuhi standar lingkungan                                | 4345 | 92258  | 2,4% | 51,6% |
| 17 | Make     | A29 | Kurangnya perawatan kendaraan dan peralatan dan Tidak adanya sistem deteksi kebocoran              | 4332 | 96590  | 2,4% | 54,0% |
| 18 | Plan     | A9  | Keterbatasan alternatif bahan baku yang lebih ramah lingkungan                                     | 4275 | 100865 | 2,4% | 56,4% |
| 19 | Make     | A33 | Sistem pengeringan konvensional yang tidak memiliki filter debu                                    | 4235 | 105100 | 2,4% | 58,8% |
| 20 | Plan     | A2  | Kurangnya koordinasi antara unit pengadaan & produksi                                              | 4210 | 109310 | 2,4% | 61,2% |
| 21 | Make     | A28 | Truk menggunakan bahan bakar fosil dan efisiensi rute pengangkutan yang belum optimal              | 4015 | 113325 | 2,2% | 63,4% |
| 22 | Source   | A12 | Minimnya kriteria evaluasi keberlanjutan dalam seleksi pemasok                                     | 3984 | 117309 | 2,2% | 65,6% |
| 23 | Make     | A32 | Belum adanya sistem deteksi panas dan gas berbahaya                                                | 3925 | 121234 | 2,2% | 67,8% |
| 24 | Make     | A38 | Belum adanya sistem pemanfaatan panas buangan                                                      | 3864 | 125098 | 2,2% | 70,0% |
| 25 | Make     | A35 | Kurangnya sistem kontrol temperatur otomatis                                                       | 3808 | 128906 | 2,1% | 72,1% |
| 26 | Source   | A15 | Ketidakseimbangan antara permintaan dan kapasitas produksi vendor                                  | 3755 | 132661 | 2,1% | 74,2% |
| 27 | Delivery | A43 | Truk menggunakan bahan bakar fosil dan Efisiensi rute pengangkutan yang belum optimal              | 3580 | 136241 | 2,0% | 76,2% |
| 28 | Make     | A22 | Kurangnya sistem pemantauan real-time air limbah                                                   | 3570 | 139811 | 2,0% | 78,2% |
| 29 | Make     | A36 | Penggunaan listrik dari pembangkit berbasis batu bara dan efisiensi rendah dalam pemanasan furnace | 3410 | 143221 | 1,9% | 80,1% |
| 30 | Delivery | A44 | Kurangnya perawatan kendaraan & peralatan serta tidak adanya sistem deteksi kebocoran              | 3375 | 146596 | 1,9% | 82,0% |
| 31 | Plan     | A1  | Kurangnya penyesuaian pada perencanaan material                                                    | 3324 | 149920 | 1,9% | 83,9% |
| 32 | Make     | A19 | Terlambat dalam pengelolaan sedimentasi yang sesuai dengan standar lingkungan                      | 3150 | 153070 | 1,8% | 85,6% |
| 33 | Make     | A34 | Proses pengeringan yang tidak dioptimalkan                                                         | 3018 | 156088 | 1,7% | 87,3% |
| 34 | Plan     | A5  | Terjadi idle equipment sehingga tetap mengonsumsi energi                                           | 2685 | 158773 | 1,5% | 88,8% |
| 35 | Make     | A25 | Penggunaan alat berat berbahan bakar fosil tanpa filter emisi                                      | 2665 | 161438 | 1,5% | 90,3% |
| 36 | Plan     | A8  | Kurangnya pelatihan tenaga kerja terkait bahan berbahaya dan beracun (B3)                          | 2583 | 164021 | 1,4% | 91,8% |
| 37 | Source   | A17 | Proses manual yang memakan waktu dalam persetujuan dan administrasi PO                             | 2470 | 166491 | 1,4% | 93,1% |



|       |        |     |                                                                                                  |        |        |      |        |
|-------|--------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|------|--------|
| 38    | Source | A13 | Fluktuasi harga bahan baku di pasar global                                                       | 2376   | 168867 | 1,3% | 94,5%  |
| 39    | Plan   | A4  | Keterbatasan tenaga kerja dalam proses produksi yang efisien (proses rekrutmen jarang dilakukan) | 2140   | 171007 | 1,2% | 95,7%  |
| 40    | Make   | A31 | Kurangnya sistem penanganan debu di area stockpile dan angin yang menyebabkan penyebaran debu    | 1780   | 172787 | 1,0% | 96,7%  |
| 41    | Make   | A30 | Belum optimalnya kondisi jalan karena sebagian besar jalur rusak (tanah lembab)                  | 1732   | 174519 | 1,0% | 97,6%  |
| 42    | Make   | A24 | Terlambat penerapan reboisasi dan konservasi tanah                                               | 1588   | 176107 | 0,9% | 98,5%  |
| 43    | Make   | A18 | Penggunaan metode land clearing menggunakan bahan kimia yang berpotensi mencemari lingkungan     | 1508   | 177615 | 0,8% | 99,4%  |
| 44    | Make   | A40 | Tidak ada optimasi desain cetakan                                                                | 1125   | 178740 | 0,6% | 100,0% |
| Total |        |     |                                                                                                  | 178740 |        |      |        |

Kedua puluh delapan *risk agent* tersebut dipetakan sebagai tingkat penilaian risiko. Berdasarkan skala *severity* dan skala *occurance* pada tabel 4. dan tabel 4. yang dikemukakan oleh Pujawan dan Geraldin pada tahun 2009, skala tersebut diringkas menjadi 5 tingkatan saja sebagai berikut.

**Tabel 4. 9** Skala Tingkat Penilaian Risiko

| Tingkatan     | Severity   | Occurance |
|---------------|------------|-----------|
| Sangat Rendah | 1, 2, 3, 4 | 1, 2, 3   |
| Rendah        | 5          | 4, 5      |
| Sedang        | 6          | 6, 7      |
| Tinggi        | 7          | 8         |
| Sangat Tinggi | 8, 9, 10   | 9, 10     |

*Risk agent* yang didapatkan melalui diagram pareto, kemudian dipetakan berdasarkan tabel 4. diatas, yaitu sebagai berikut.



Tabel 4. 10 Pemetaan Risiko HOR Tahap 1

| Tingkat Occurance | Tingkat Severity |                                |                                              |                   |                        |
|-------------------|------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|------------------------|
|                   | Sangat Rendah    | Rendah                         | Sedang                                       | Tinggi            | Sangat Tinggi          |
| Sangat Tinggi     |                  |                                |                                              |                   |                        |
| Tinggi            |                  |                                |                                              |                   |                        |
| Sedang            |                  | A12                            | A6<br>A39<br>A21<br>A14<br>A29<br>A33<br>A35 | A16<br>A42<br>A37 | A27<br>A26<br>A38      |
| Rendah            |                  | A2<br>A41<br>A11<br>A28<br>A43 | A20<br>A7<br>A23<br>A10                      | A32               | A3<br>A9<br>A15<br>A22 |
| Sangat Rendah     |                  |                                |                                              |                   |                        |

Hasil pemetaan risiko diatas yang mengacu pada gambar dengan keterangan warna ungu yaitu bahaya fatal, merah yaitu di atas batas toleransi, kuning yaitu dapat ditoleransi, dan hijau yaitu aman. Pada tabel 4.11 tersebut menunjukkan bahwa dari 22 *risk agent* hasil diagram pareto, terdapat 11 *risk agent* dengan kategori diatas batas toleransi (A16, A42, A37, A32, A3, A9, A15 & A22) dan kategori bahaya fatal (A27, A26 & A38) yang akan dilanjutkan ke HOR tahap 2 untuk dilakukan tindakan mitigasi serta penentuan prioritasnya.

#### 4.2.2.5 Prioritas Mitigasi Risiko dengan HOR Tahap 2

Tahapan selanjutnya adalah menentukan prioritas mitigasi risiko menggunakan *House of Risk* (HOR) tahap 2. *Output* yang didapatkan pada HOR tahap 1 dijadikan sebagai *input* di HOR tahap 2 ini, yang berupa *risk agent* hasil dari pemetaan risiko. Setelah itu melakukan penentuan aksi mitigasi (*preventive action*) yang sesuai dengan *risk agent* tersebut.

Aksi mitigasi didapatkan berdasarkan kajian-kajian literatur sebelumnya, regulasi pemerintah, ISO, yang selanjutnya didiskusikan bersama juga oleh manajemen perusahaan yaitu Management Representative PT. Antam Tbk UBPN Kolaka dengan tujuan untuk mengetahui apakah mitigasi bisa diimplementasikan oleh perusahaan. Aksi mitigasi disepakati oleh tiap satuan unit kerja untuk diisi langsung & diskusi oleh manajemen agar aksi mitigasi yang diusulkan mampu sebagai pertimbangan bagi perusahaan untuk kedepannya. Tentunya aksi mitigasi tetap mempertimbangkan berbagai faktor, seperti regulasi pemerintah & kebijakan lingkungan. Tak hanya itu, penentu aksi mitigasi juga diperhitungkan tingkat kesulitan penerapannya (*Difficulty*). Berikut merupakan aksi mitigasi yang dapat diidentifikasi.

**Tabel 4. 11** Identifikasi Aksi Mitigasi

| SCOR   | Kode Agent | Risk Agent                                                                                                                                                                             | Preventive Action                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Kode                  |
|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| SOURCE | A16        | Belum optimalnya alat sistem monitoring bahan baku memadai (LCA) karena perubahan mendadak dalam produksi (terjadi perubahan permintaan) sehingga sulit mengambil data LCA yang stabil | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tingkatkan kapasitas tim yang bertanggung jawab dengan LCA dengan bantuan pihak konsultan ahli untuk memberikan pelatihan lanjutan mengenai metodologi terbaru dalam LCA dan penggunaan perangkat lunak analisis lingkungan. Selain itu, tingkatkan koordinasi antara tim LCA dan tim operasional untuk memastikan data yang stabil dapat dikumpulkan meskipun ada perubahan dalam produksi.</li> <li>- Tentukan dalam kontrak bahwa setiap pemasok wajib menyertakan data EIS (<i>Enviromental Impact Statement</i>) yang mencakup informasi terkait emisi, limbah B3, penggunaan energi, dan penggunaan air. Berikan pelatihan atau panduan yang jelas kepada pemasok untuk memastikan mereka dapat menyediakan data yang akurat dan lengkap.</li> </ul> | <p>PA1</p> <p>PA2</p> |

Tabel 4. 12 Identifikasi Aksi Mitigasi (Lanjutan)

| SCOR | Kode | Risk Agent                                                                               | Preventive Action                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kode                                           |
|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| MAKE | A42  | Belum adanya efisiensi sistem kontrol polusi yang baik                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimalkan penggunaan Emission Monitoring System (CEMS) di cerobong untuk pantau otomatis emisi gas buang &amp; Rutin lakukan audit energi dan audit emisi tahunan → syarat untuk Proper Hijau.</li> <li>- Kombinasikan Dry Scrubber + Wet Scrubber + Bag Filter pada sumber polusi (cerobong) sehingga dapat dikontrol dengan efisien</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>PA3</b><br><br><b>PA4</b>                   |
| MAKE | A37  | Belum adanya sistem scrubber untuk gas buang                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kombinasikan Dry Scrubber + Wet Scrubber + Bag Filter pada sumber polusi (cerobong) sehingga dapat dikontrol dengan efisien</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>PA4</b>                                     |
| MAKE | A32  | Belum adanya sistem deteksi panas dan gas berbahaya pada stockpile ore nickel & batubara | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atur ulang tata letak &amp; cara menumpuk bijih nikel supaya tidak terlalu tinggi atau padat, dan beri jarak antar tumpukan agar panas di dalamnya tidak terkumpul. (<i>Re-design</i>)</li> <li>- Tambahkan jalur baru dan buat ventilasi alami agar udara bisa mengalir dengan lancar dan suhu tetap stabil</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>PA5</b><br><br><b>PA6</b>                   |
| PLAN | A3   | Gangguan mesin, mati listrik                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terapkan sistem <i>Load Balancing</i> (Penyebaran Beban Listrik) yaitu jadwalkan waktu nyala alat (furnace, kiln, crusher) agar tidak nyala bersamaan yang bisa menyebabkan mati listrik</li> <li>- Menerapkan checklist harian untuk inspeksi mesin lakukan perawatan mesin secara rutin (preventive maintenance) untuk memastikan mesin dalam kondisi optimal sebelum produksi dan mengurangi risiko gangguan mendadak.</li> <li>- Optimalkan kapasitas produksi pada mesin yang masih berfungsi normal, agar tidak terjadi penurunan output secara keseluruhan meskipun ada gangguan pada satu mesin.</li> </ul> | <b>PA7</b><br><br><b>PA8</b><br><br><b>PA9</b> |

Tabel 4.12 Identifikasi Aksi Mitigasi (Lanjutan)

| SCOR   | Kode | Risk Agent                                                        | Preventive Action                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Kode |
|--------|------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| SOURCE | A9   | Keterbatasan alternatif bahan baku yang lebih ramah lingkungan    | - Tingkatkan kapasitas tim yang bertanggung jawab dengan LCA & pihak konsultan ahli dengan memberikan pelatihan lanjutan mengenai metodologi terbaru dalam LCA dan penggunaan perangkat lunak analisis lingkungan. Selain itu, tingkatkan koordinasi antara tim LCA dan tim operasional untuk memastikan data yang stabil dapat dikumpulkan meskipun ada perubahan dalam produksi. | PA1  |
|        |      |                                                                   | - Mulai lakukan substitusi parsial bahan secara bertahap                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | PA10 |
|        |      |                                                                   | - Optimalkan fasilitas yang sudah ada pada pengolahan sementara (TPS) untuk mengurangi dampak B3 yang digunakan                                                                                                                                                                                                                                                                    | PA11 |
|        |      |                                                                   | - Tentukan dalam kontrak bahwa setiap pemasok wajib menyertakan data EIS ( <i>Environmental Impact Statement</i> ) yang mencakup informasi terkait emisi, limbah B3, penggunaan energi, dan penggunaan air. Berikan pelatihan atau panduan yang jelas kepada pemasok untuk memastikan mereka dapat menyediakan data yang akurat dan lengkap.                                       | PA2  |
| SOURCE | A15  | Ketidakseimbangan antara permintaan dan kapasitas produksi vendor | - Lakukan penilaian kapasitas vendor secara berkala untuk memastikan vendor sanggup memenuhi volume permintaan sesuai jadwal &                                                                                                                                                                                                                                                     | PA12 |
|        |      |                                                                   | - Menerapkan <i>early warning system</i> berbasis parameter minimum stock & Optimalkan penyediaan safety stock sambil menyediakan vendor alternatif                                                                                                                                                                                                                                | PA13 |
| MAKE   | A22  | Kurangnya pemantauan real-time air limbah                         | - Optimalkan laporan pada sistem digital untuk mencatat, menyimpan, dan mengirim laporan hasil pemantauan air limbah secara otomatis ke SIMPEL (Sistem Informasi Pemantauan Lingkungan) dan catat secara rutin agar tidak terlambat                                                                                                                                                | PA14 |
|        |      |                                                                   | - Buat Standar Operasional Prosedur (SOP) yang mengatur langkah-langkah pelaporan setiap 3 bulan. Tetapkan PIC (person in charge) dan kalender lingkungan tahunan agar prosesnya terjadwal dan terkontrol.                                                                                                                                                                         | PA15 |
|        |      |                                                                   | - Lakukan audit internal & evaluasi efektivitas sitem pemantauan limbah secara berkala                                                                                                                                                                                                                                                                                             | PA16 |

**Tabel 4.12** Identifikasi Aksi Mitigasi (Lanjutan)

|      |     |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                     |      |
|------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| MAKE | A27 | Kurangnya pengawasan internal secara berkala                                                                                                                                                                  | - Melakukan pengawasan secara ketat kegiatan produksi                                                                                                                                                               | PA17 |
|      |     |                                                                                                                                                                                                               | - Buat Standar Operasional Prosedur (SOP) yang mengatur langkah-langkah pelaporan setiap 3 bulan. Tetapkan 3IC (person in charge) dan kalenderz lingkungan tahunan agar prosesnya terjadwal dan terkontrol.         | PA15 |
|      |     |                                                                                                                                                                                                               | - Lakukan audit internal & evaluasi efektivitas sitem pemantauan limbah secara berkala                                                                                                                              | PA16 |
| MAKE | A26 | Memiliki fasilitas pengolahan sementara internal, tapi belum mencakup seluruh jenis atau volume limbah B3, sehingga masih perlu dukungan pihak ketiga, Tidak adanya sistem deteksi dini kebocoran zat beracun | - Lakukan mapping detail jenis limbah B3 yang belum dapat diolah internal, untuk menyusun skala prioritas penguatan kapasitas                                                                                       | PA18 |
|      |     |                                                                                                                                                                                                               | - Sediakan dan simpan alat penyerap B3 (seperti pasir aktif, granula penyerap, spill kit, dan absorbent pad) di area rawan tumpahan seperti land clearing dan ore prep. Inventarisasi stok harus dilakukan berkala. | PA19 |
|      |     |                                                                                                                                                                                                               | - Pasang sensor kebocoran (leak detection) bahan kimia berbahaya di area dengan potensi bocornya limbah B3 atau cairan kimia beracun, terutama yang digunakan dalam preparasi ore.                                  | PA20 |
| MAKE | A38 | Belum adanya sistem pemanfaatan panas buangan                                                                                                                                                                 | - Memasang sistem Waste Heat Recovery untuk menangkap dan memanfaatkan panas buangan dari electric furnace, lalu digunakan kembali untuk proses pemanasan awal, pembangkitan uap, atau proses lainnya.              | PA21 |
|      |     |                                                                                                                                                                                                               | - Tingkatkan efisiensi pembakaran dengan menggunakan kontrol otomatis pembakar (burner), monitoring suhu real-time, dan kalibrasi peralatan electric furnace secara berkala.                                        | PA22 |

#### 4.2.2.6 Matriks HOR Tahap 2

Tahapan selanjutnya dalam membuat matriks HOR tahap 2 adalah melakukan penentuan korelasi *preventive action* dengan *risk agent* menggunakan skala korelasi yang sama dengan HOR tahap 1 pada tabel 4.7. Hubungan tersebut diartikan sebagai tingkat efektivitas aksi mitigasi dalam mengurangi kemungkinan terjadinya *risk agent*. Tentunya penentuan hubungan tersebut didiskusikan dengan pihak manajemen perusahaan. Tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai *Total Effectiveness* yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.



$$TE_k = \sum ARP_j \times E_{jk} \quad (2)$$

Keterangan :

$TE_k$  = Tingkat efektivitas aksi mitigasi

$ARP_j$  = *Aggregate Risk Potentials*

$E_{jk}$  = Hubungan antara tindakan mitigasi dan penyebab risiko

Tahapan selanjutnya dilakukan pengukuran tingkat kesulitan dalam melakukan penerapan tindakan mitigasi (*Difficulty*) melalui diskusi dengan pemilik usaha dengan skala sebagai berikut.

**Tabel 4. 13** Skala Tingkat Kesulitan Penerapan

| Skala | Keterangan                                  |
|-------|---------------------------------------------|
| 1     | Aksi mitigasi sangat mudah untuk diterapkan |
| 2     | Aksi mitigasi mudah untuk diterapkan        |
| 3     | Aksi mitigasi agak mudah untuk diterapkan   |
| 4     | Aksi mitigasi sulit untuk diterapkan        |
| 5     | Aksi mitigasi sangat sulit untuk diterapkan |

Sumber : (Sumitro, 2022)

**Tabel 4. 14** Tingkat Kesulitan Penerapan Aksi Mitigasi

| SCOR   | Risk Agent | Kode | Aksi Mitigasi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Tingkat Kesulitan (D) |
|--------|------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| SOURCE | A16        | PA1  | Tingkatkan kapasitas tim yang bertanggung jawab dengan LCA & pihak konsultan ahli dengan memberikan pelatihan lanjutan mengenai metodologi terbaru dalam LCA dan penggunaan perangkat lunak analisis lingkungan. Selain itu, tingkatkan koordinasi antara tim LCA dan tim operasional untuk memastikan data yang stabil dapat dikumpulkan meskipun ada perubahan dalam produksi. | 3                     |
| SOURCE | A16        | PA2  | Tentukan dalam kontrak bahwa setiap pemasok wajib menyertakan data EIS ( <i>Enviromental Impact Statement</i> ) yang mencakup informasi terkait emisi, limbah B3, penggunaan energi & penggunaan air. Berikan pelatihan atau panduan yang jelas kepada pemasok untuk memastikan mereka dapat menyediakan data yang akurat dan lengkap.                                           | 2                     |



Tabel 4.14 Tingkat Kesulitan Penerapan Aksi Mitigasi (Lanjutan)

| SCOR   | Risk Agent | Kode | Aksi Mitigasi                                                                                                                                                                                                                  | Tingkat Kesulitan (D) |
|--------|------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| MAKE   | A42        | PA3  | Optimalkan penggunaan <i>Emission Monitoring System</i> (CEMS) di cerobong untuk pantau otomatis emisi gas buang & Rutin lakukan audit energi dan audit emisi tahunan → syarat untuk Proper Hijau.                             | 2                     |
| MAKE   | A42        | PA4  | Kombinasikan Dry Scrubber + Wet Scrubber + Bag Filter pada sumber polusi (cerobong) sehingga dapat dikontrol dengan efisien.                                                                                                   | 4                     |
| MAKE   | A32        | PA5  | Atur ulang tata letak & cara menumpuk bijih nikel dan bijih batu bara supaya tidak terlalu tinggi atau padat, dan beri jarak antar tumpukan agar panas di dalamnya tidak terkumpul. ( <i>Re-design</i> )                       | 2                     |
| MAKE   | A32        | PA6  | Tambahkan jalur baru dan buat ventilasi alami agar udara bisa mengalir dengan lancar dan suhu tetap stabil                                                                                                                     | 2                     |
| PLAN   | A3         | PA7  | Terapkan sistem <i>Load Balancing</i> (Penyebaran Beban Listrik) yaitu jadwalkan waktu nyala alat (furnace, kiln, crusher) agar tidak nyala bersamaan yang bisa menyebabkan mati listrik                                       | 2                     |
| PLAN   | A3         | PA8  | Menerapkan checklist harian untuk inspeksi mesin lakukan perawatan mesin secara rutin ( <i>preventive maintenance</i> ) untuk memastikan mesin dalam kondisi optimal sebelum produksi dan mengurangi risiko gangguan mendadak. | 3                     |
| PLAN   | A3         | PA9  | Optimalkan kapasitas produksi pada mesin yang masih berfungsi normal, agar tidak terjadi penurunan output secara keseluruhan meskipun ada gangguan pada satu mesin.                                                            | 2                     |
| SOURCE | A9         | PA10 | Mulai lakukan substitusi parsial bahan secara bertahap                                                                                                                                                                         | 2                     |
| SOURCE | A9         | PA11 | Optimalkan fasilitas yang sudah ada pada pengolahan sementara (TPS) untuk mengurangi                                                                                                                                           | 2                     |
| SOURCE | A15        | PA12 | Lakukan penilaian kapasitas vendor secara berkala untuk memastikan vendor sanggup memenuhi volume permintaan sesuai jadwal &                                                                                                   | 2                     |
| SOURCE | A15        | PA13 | Menerapkan <i>early warning system</i> berbasis parameter minimum                                                                                                                                                              | 2                     |

|      |     |      |                                                                                                                                                                                                                                   |   |
|------|-----|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|      |     |      | stock & optimalkan penyediaan safety stock                                                                                                                                                                                        |   |
| MAKE | A22 | PA14 | Optimalkan laporan pada sistem digital untuk mencatat, menyimpan, dan mengirim laporan hasil pemantauan air limbah secara otomatis ke SIMPEL (Sistem Informasi Pemantauan Lingkungan) dan catat secara rutin agar tidak terlambat | 1 |
| MAKE | A22 | PA15 | Buat Standar Operasional Prosedur (SOP) yang mengatur langkah-langkah pelaporan setiap 3 bulan. Tetapkan PIC (person in charge) dan kalender lingkungan tahunan agar prosesnya terjadwal dan terkontrol.                          | 2 |
| MAKE | A22 | PA16 | Lakukan audit internal & evaluasi efektivitas sitem pemantauan limbah secara berkala                                                                                                                                              | 2 |
| MAKE | A27 | PA17 | Melakukan pengawasan secara ketat kegiatan produksi                                                                                                                                                                               | 2 |
| MAKE | A26 | PA18 | Lakukan mapping detail jenis limbah B3 yang belum dapat diolah internal, untuk menyusun skala prioritas penguatan kapasitas                                                                                                       | 2 |
| MAKE | A26 | PA19 | Sediakan dan simpan alat penyerap B3 (seperti pasir aktif, granula penyerap, spill kit, dan absorbent pad) di area rawan tumpahan seperti land clearing dan ore prep. Inventarisasi stok harus dilakukan berkala.                 | 1 |
| MAKE | A26 | PA20 | Pasang sensor kebocoran (leak detection) bahan kimia berbahaya di area dengan potensi bocornya limbah B3 atau cairan kimia beracun, terutama yang digunakan dalam preparasi ore.                                                  | 2 |
| MAKE | A38 | PA21 | Memasang sistem <i>Waste Heat Recovery</i> untuk menangkap dan memanfaatkan panas buangan dari electric furnace, lalu digunakan kembali untuk proses pemanasan awal, pembangkitan uap, atau proses lainnya.                       | 2 |
| MAKE | A38 | PA22 | Tingkatkan efisiensi pembakaran dengan menggunakan kontrol otomatis pembakar (burner), monitoring suhu real-time, dan kalibrasi peralatan electric furnace secara berkala                                                         | 3 |

Tahapan berikutnya melakukan perhitungan nilai *Effectiveness to Difficulty Ratio* sebagai dasar pemeringkatan risiko dengan peringkat tertinggi yang harus diprioritaskan untuk dilakukan proses mitigasi, yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$ETD_k = TE_k / D_k \quad (3)$$

Keterangan :

$ETD_k$  = Tingkat efektivitas dibagi dengan tingkat kesulitan penerapan

$TE_k$  = Tingkat efektivitas aksi mitigasi

$D_k$  = Tingkat kesulitan penerapan aksi mitigasi

Berikut merupakan matriks HOR tahap 2 PT. Antam UBPN Kolaka.

Tabel 4. 15 Matriks HOR Tahap 2

|      | PA1   | PA2    | PA3    | PA4    | PA5   | PA6   | PA7   | PA8   | PA9    | PA10   | PA11  | PA12  | PA13  | PA14   | PA15   | PA16  | PA17   | PA18   | PA19   | PA20   | PA21  | PA22  | ARP  |
|------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|------|
| A16  | 9     | 9      | 3      | 3      | 0     | 0     | 0     | 0     | 3      | 3      | 3     | 1     | 1     | 1      | 1      | 3     | 9      | 9      | 9      | 9      | 0     | 0     | 8040 |
| A42  | 1     | 1      | 9      | 9      | 0     | 0     | 3     | 3     | 3      | 1      | 1     | 0     | 1     | 3      | 1      | 0     | 3      | 0      | 0      | 0      | 3     | 9     | 7126 |
| A37  | 1     | 1      | 3      | 9      | 0     | 0     | 1     | 0     | 1      | 0      | 0     | 1     | 0     | 1      | 1      | 3     | 3      | 3      | 1      | 0      | 9     | 3     | 5964 |
| A32  | 0     | 0      | 0      | 0      | 9     | 9     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0     | 1      | 0      | 3      | 3      | 0     | 0     | 5826 |
| A3   | 3     | 0      | 3      | 1      | 0     | 0     | 9     | 9     | 9      | 0      | 0     | 1     | 1     | 0      | 1      | 1     | 1      | 0      | 0      | 3      | 3     | 9     | 5685 |
| A9   | 9     | 9      | 0      | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 3      | 3     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0     | 0      | 1      | 1      | 1      | 0     | 0     | 4767 |
| A15  | 3     | 3      | 0      | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 1     | 9     | 9     | 0      | 0      | 0     | 1      | 0      | 0      | 0      | 0     | 0     | 4275 |
| A22  | 0     | 0      | 1      | 3      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 3      | 9     | 0     | 0     | 9      | 9      | 9     | 9      | 9      | 9      | 9      | 3     | 3     | 3925 |
| A27  | 9     | 0      | 1      | 1      | 0     | 0     | 1     | 0     | 9      | 3      | 3     | 0     | 0     | 9      | 9      | 9     | 9      | 9      | 9      | 9      | 3     | 3     | 3864 |
| A26  | 1     | 0      | 3      | 3      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 9      | 9     | 0     | 0     | 9      | 9      | 9     | 9      | 9      | 9      | 9      | 3     | 3     | 3755 |
| A38  | 3     | 1      | 9      | 3      | 1     | 0     | 1     | 1     | 3      | 0      | 0     | 0     | 3     | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 1      | 9     | 9     | 3570 |
| TE   | 2E+05 | 144748 | 174385 | 185229 | 56004 | 52434 | 85941 | 76113 | 137403 | 102709 | 28395 | 52200 | 62910 | 109860 | 115545 | 1E+05 | 231312 | 198915 | 204465 | 219126 | 2E+05 | 2E+05 |      |
| D    | 3     | 2      | 2      | 4      | 2     | 2     | 2     | 3     | 2      | 2      | 2     | 2     | 2     | 1      | 2      | 2     | 2      | 2      | 1      | 2      | 2     | 3     |      |
| ETD  | 69158 | 72374  | 87193  | 46307  | 28002 | 26217 | 42971 | 25371 | 68702  | 51355  | 14198 | 26100 | 31455 | 109860 | 57773  | 63737 | 115656 | 99458  | 204465 | 109563 | 79436 | 66651 |      |
| Rank | 9     | 8      | 7      | 15     | 18    | 19    | 16    | 21    | 10     | 14     | 22    | 20    | 17    | 3      | 13     | 12    | 2      | 5      | 4      | 1      | 6     | 11    |      |

Tabel 4.15 merupakan matriks HOR tahap 2, dimana angka yang berada didalam matriks tersebut (0, 1, 3, 9) menunjukkan hubungan satu sama lain antara *risk agent* dengan *preventive action*. Berikut merupakan salah satu contoh cara pembacaan matriks HOR tahap 1.

- **Belum optimalnya alat sistem monitoring bahan baku memadai (LCA)** (A16) memiliki hubungan yang kuat terkait efektivitas penerapan (9) dengan Tingkatkan kapasitas tim yang bertanggung jawab dengan LCA & pihak konsultan ahli dengan memberikan pelatihan lanjutan mengenai metodologi terbaru dalam LCA dan penggunaan perangkat lunak analisis lingkungan. Selain itu, tingkatkan koordinasi antara tim LCA dan tim operasional untuk memastikan data yang stabil dapat dikumpulkan meskipun ada perubahan dalam produksi. (PA1). Nilai tingkat efektivitas aksi mitigasinya (TE) 207474 dan tingkat kesulitan penerapan aksi mitigasi (D) adalah 3. Lalu untuk nilai *Effectiveness to Difficulty Ratio* (ETD) yaitu 69518 yang menjadikannya berada di peringkat 9 dari 22 *preventive action* lainnya.

Dibawah ini merupakan satu dari keseluruhan perhitungan untuk mendapatkan nilai TE pada matriks HOR tahap 2. Hanya mencantumkan satu perhitungan saja sebagai contoh karena keseluruhan perhitungan menggunakan cara yang sama.

$$TE_1 = [8040 \times 9) + (5964 \times 3) + (4767 \times 1) + (3925 \times 9) + (5495 \times 9) + (3864 \times 9) + (3755 \times 9)] = 198915$$

Berikut ini merupakan dua dari keseluruhan perhitungan untuk mendapatkan nilai ETD pada matriks HOR tahap 2. Hanya mencantumkan dua perhitungan saja sebagai contoh karena keseluruhan perhitungan menggunakan cara yang sama.

$$ETD_1 = 198915 / 2 = 99458$$

#### 4.2.2.7 Penentuan Prioritas Mitigasi Risiko

Penentuan prioritas mitigasi risiko ditentukan berdasarkan urutan peringkat dari hasil *Effectiveness to Difficulty ratio* (ETD). Peringkat diurutkan mulai dari nilai yang tertinggi sampai nilai yang terendah, dengan artian bahwa peringkat tertinggi merupakan risiko yang diprioritaskan untuk dilakukan proses mitigasi. Berikut merupakan urutan aksi mitigasi risiko.

Tabel 4. 16 Urutan Prioritas Aksi Mitigasi

| Rank | Risk | Proses Bisnis | Kode | Aksi Mitigasi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|------|---------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | A26  | Make          | PA19 | Sediakan dan simpan alat penyerap B3 (seperti pasir aktif, granula penyerap, spill kit, dan absorbent pad) di area rawan tumpahan seperti land clearing dan ore prep. Inventarisasi stok harus dilakukan berkala.                                                                                                                                                                            |
| 2    | A27  | Make          | PA17 | Melakukan pengawasan secara ketat kegiatan produksi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3    | A22  | Make          | PA14 | Optimalkan laporan pada sistem digital untuk mencatat, menyimpan, dan mengirim laporan hasil pemantauan air limbah secara otomatis ke SIMPEL (Sistem Informasi Pemantauan Lingkungan) dan lakukan penjadwalan pemantauan, catat secara rutin agar tidak terlambat dan terus lakukan pemantauan real time menggunakan sistem sensor yang terhubung otomatis (Sistem SPARING & Onlimo).        |
| 4    | A26  | Make          | PA20 | Pasang sensor kebocoran ( <i>leak detection</i> ) bahan kimia berbahaya di area dengan potensi bocornya limbah B3 atau cairan kimia beracun, terutama yang digunakan dalam area kritis (rawan)                                                                                                                                                                                               |
| 5    | A26  | Make          | PA18 | Lakukan mapping detail jenis limbah B3 yang belum dapat diolah internal, untuk menyusun skala prioritas penguatan kapasitas                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 6    | A42  | Make          | PA3  | Optimalkan penggunaan <i>Emission Monitoring System</i> (CEMS) di cerobong untuk pantau otomatis emisi gas buang & Rutin lakukan audit energi dan audit emisi tahunan → syarat untuk Proper Hijau.                                                                                                                                                                                           |
| 7    | A16  | Source        | PA2  | Tentukan dalam kontrak bahwa setiap pemasok wajib menyertakan data EIS ( <i>Environmental Impact Statement</i> ) yang mencakup informasi terkait emisi, limbah B3, penggunaan energi, dan penggunaan air. Berikan pelatihan atau panduan yang jelas kepada pemasok untuk memastikan mereka dapat menyediakan data yang akurat dan lengkap.                                                   |
| 8    | A16  | Source        | PA1  | Tingkatkan kapasitas tim yang bertanggung jawab dengan LCA dengan bantuan pihak konsultan ahli untuk memberikan pelatihan lanjutan mengenai metodologi terbaru dalam LCA dan penggunaan perangkat lunak analisis lingkungan. Selain itu, tingkatkan koordinasi antara tim LCA dan tim operasional untuk memastikan data yang stabil dapat dikumpulkan meskipun ada perubahan dalam produksi. |
| 9    | A3   | Plan          | PA9  | Optimalkan kapasitas produksi pada mesin yang masih berfungsi normal, agar tidak terjadi penurunan output secara keseluruhan meskipun ada gangguan pada satu mesin.                                                                                                                                                                                                                          |
| 10   | A38  | Make          | PA21 | Memasang sistem <i>Waste Heat Recovery</i> untuk menangkap dan memanfaatkan panas buangan dari electric furnace, lalu digunakan kembali untuk proses pemanasan awal, pembangkitan uap, atau proses lainnya.                                                                                                                                                                                  |

Berdasarkan hasil akhir HOR tahap 2, didapatkan urutan prioritas aksi mitigasi sebanyak 22 aksi. Sesuai dengan prinsip prioritas yaitu mengutamakan yang paling berpengaruh terhadap suatu kondisi dan tingkat kesulitan penerapan yang paling mudah, hanya dipilih 10 aksi mitigasi untuk diusulkan kepada PT. Antam Tbk UBPN Kolaka.



### 4.3 Analisis dan Interpretasi

#### 4.3.1 Analisis Hasil Identifikasi Risiko dengan Metode *Fishbone Analysis*

Hasil dari identifikasi risiko pada operasional PT Antam Tbk UBPN Kolaka dengan metode *fishbone analysis*, diperoleh melalui wawancara pada tiap perwakilan pekerja dari masing-masing unit satuan kerja proses Plan hingga Delivery. Hasil wawancara yang tertera diklasifikasikan menjadi 4 kategori diantaranya yaitu *plan*, *source*, *make*, & *delivery*. Pada kategori *plan* terdapat beberapa sub bab didalamnya, diantaranya Method, Man, Machine, Lingkungan, & Persediaan yang disesuaikan klasifikasinya berdasarkan kelima faktor dari *fishbone analysis* untuk bisa mengidentifikasi potensi risiko yang ada.

Dalam menganalisis akar penyebab utama permasalahan dalam industri pertambangan nikel, digunakan pendekatan *Fishbone Analysis* (Diagram Tulang Ikan). *Fishbone Analysis* bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan berbagai penyebab potensial dari suatu masalah utama ke dalam beberapa kategori, yang sesuai dengan proses dalam pendekatan *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) yaitu *Plan*, *Source*, *Make*, dan *Deliver*.

Risk event & risk agent yang menjadi fokus analisis ditentukan berdasarkan hasil observasi, wawancara kepada berbagai pemangku kepentingan, termasuk *Management Representative*, Asisten Manager Pengadaan (*Procurement*), Pekerja Operasional Produksi, dan Kepala HSE (emisi & limbah). Penentuan UDE juga mempertimbangkan kebiasaan operasional harian dan potensi kendala-kendalanya nyata yang dihadapi perusahaan selama proses produksi dan distribusi nikel berlangsung.

#### 4.3.2 Analisis HOR Tahap 1

HOR (*House of Risk*) tahap 1, tahap pertama yang perlu dilakukan adalah dengan mengidentifikasi kejadian risiko (*risk event*) serta penyebab risiko (*risk agent*). Hal tersebut diperoleh melalui *output* dari metode *fishbone analysis* pada sub bab sebelumnya.

Mengidentifikasi kejadian risiko adalah tahapan pertama pada pengerjaan metode HOR tahap 1. *Risk event* didapatkan melalui identifikasi permasalahan perusahaan dan risiko yang akan atau sedang dihadapi. Dikarenakan metode *fishbone analysis*



merupakan salah satu dari kelompok metode untuk pengidentifikasian masalah, maka *risk event* dapat diisi menggunakan *output* dari metode fishbone analysis tersebut.

Tahapan selanjutnya melakukan penilaian besar dampak (*severity*) dari kejadian risiko, dengan skala 1-10. Pada nilai 1 menunjukkan dampak keparahan risiko terendah dan nilai 10 menunjukkan dampak kejadian risiko tertinggi. Lalu melakukan penilaian frekuensi terjadinya risiko (*occurrence*) dari penyebab risiko, dengan skala 1-10. Pada nilai 1 menunjukkan frekuensi penyebab terjadinya risiko hampir tidak pernah dan nilai 10 menunjukkan frekuensi penyebab terjadinya risiko hampir pasti terjadi. Penilaian tersebut dilakukan oleh *expert* yaitu perwakilan dari tiap unit kerja PT. Antam Tbk. UBPN Kolaka

Salah satu tahapan pada HOR adalah dengan membuat matriks, sehingga *House of Risk* (HOR) tahap 1 juga menghasilkan matriks. Matriks tersebut berisikan nilai korelasi antara *risk event* dengan *risk agent* dengan skala 0, 1, 3, 9, (tidak ada korelasi, korelasi/hubungan lemah, korelasi/hubungan sedang, dan korelasi/hubungan kuat) dan nilai *severity* serta nilai *occurrence* pada masing-masing risiko. Dari matriks tersebut didapatkan nilai *Aggregate Risk Potentials* (ARP). Setelah mendapat nilai ARP, tahapan selanjutnya adalah mengurutkannya dari yang terbesar menuju yang terkecil menggunakan diagram pareto sebagai *input* untuk HOR tahap 2 nantinya. Menurut aturan diagram Pareto 80/20, hanya 20% kemungkinan penyebab yang menyumbang 80% pengaruh yang telah ditentukan oleh beberapa komponen yang berkontribusi terhadap suatu masalah (H. B. Harvey And S. T. Sotardi, dalam Wardhani *et al.*, 2024). Berdasarkan hal tersebut, ARP yang diambil yang nilainya mencapai angka 80% dari kumulatif untuk selanjutnya dilakukan pemetaan. Setelah itu, barulah *risk agent* tersebut dipetakan sebagai tingkat penilaian risiko. Hasil pemetaan tersebutlah yang menentukan *risk agent* mana yang diteruskan ke HOR tahap 2 untuk diidentifikasi aksi mitigasinya.

#### 4.3.3 Analisis HOR Tahap 2

*House of Risk* (HOR) tahap 2 dilakukan untuk menentukan prioritas mitigasi risiko. *Output* yang didapatkan pada HOR tahap 1 dijadikan sebagai *input* di HOR tahap 2 ini, yang berupa *risk agent* hasil dari diagram pareto. Setelah itu melakukan

penentuan aksi mitigasi (*preventive action*) yang sesuai dengan *risk agent* tersebut. Tentunya aksi mitigasi tetap mempertimbangkan berbagai aspek, seperti aspek lingkungan, aspek sumber daya manusia, regulasi, aspek operasional dan sebagainya. Tak hanya itu, penentuan aksi mitigasi juga diperhitungkan tingkat kesulitan penerapannya (*Difficulty*).

Tahap selanjutnya dalam membuat matriks HOR tahap 2 adalah melakukan penentuan korelasi *preventive action* dengan *risk agent* dengan skala korelasi yang sama dengan HOR tahap 1 dengan skala 0, 1, 3, 9, (tidak ada korelasi, korelasi/hubungan lemah, korelasi/hubungan sedang, dan korelasi/hubungan kuat). Hubungan tersebut diartikan sebagai tingkat efektivitas aksi mitigasi dalam mengurangi kemungkinan terjadinya *risk agent*. Tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai *Total Effectiveness* yang didapatkan dari hasil penjumlahan antara perkalian nilai ARP pada tiap *risk agent* dengan korelasi pada masing-masing *preventive action*. Selanjutnya dilakukan pengukuran tingkat kesulitan dalam melakukan penerapan tindakan mitigasi (*Difficulty*) dengan skala 1-5, dengan skala 1 berarti tindakan mitigasi sangat mudah diterapkan dan skala 5 berarti tindakan mitigasi sangat sulit untuk diterapkan.

Langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan nilai *Effectiveness to Difficulty Ratio* (ETD) yang dihitung dengan membagi nilai antara *Total Effectiveness* dengan nilai *Difficulty*. Nilai ETD itulah yang menjadi dasar penentuan prioritas mitigasi risiko. Aksi mitigasi risiko diurutkan mulai dari nilai yang tertinggi sampai nilai yang terendah, dengan artian bahwa nilai tertinggi merupakan risiko yang diprioritaskan untuk dilakukan proses mitigasi.

#### 4.3.4 Interpretasi

Berdasarkan kondisi yang sedang atau akan dialami oleh PT. Antam UBPB Kolaka dengan metode *fishbone analysis*, Melalui pendekatan ini, teridentifikasi berbagai permasalahan risiko (*Risk Event*) yang teridentifikasi dari E1 hingga E44 perusahaan, dikelompokkan berdasarkan kategori utama penyebab masalah, sebagai berikut :

1. *Man* :

Kategori ini mencakup risiko yang timbul akibat faktor sumber daya manusia,

baik karena keterbatasan kompetensi, kurangnya pengawasan, hingga budaya kerja yang belum berpihak pada keberlanjutan lingkungan. Beberapa risk events yang termasuk dalam kategori ini adalah A27 (Make)

## 2. *Method*

Kategori ini mencakup risiko yang timbul dari prosedur operasional atau pendekatan teknis yang tidak efisien atau belum mengadopsi prinsip green industry. A22 (Make)

## 3. *Material/Persediaan*

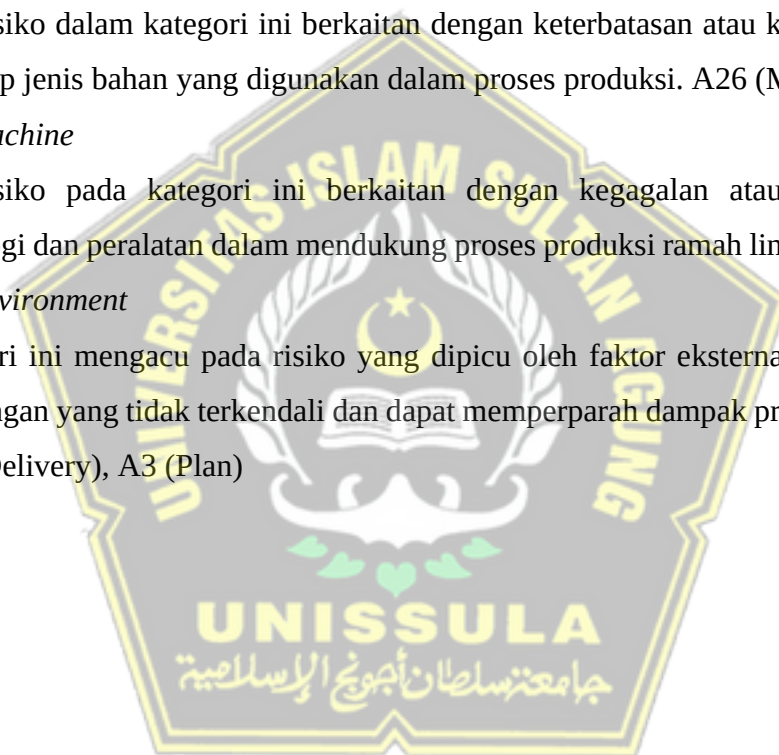
Risiko dalam kategori ini berkaitan dengan keterbatasan atau ketergantungan terhadap jenis bahan yang digunakan dalam proses produksi. A26 (Make)

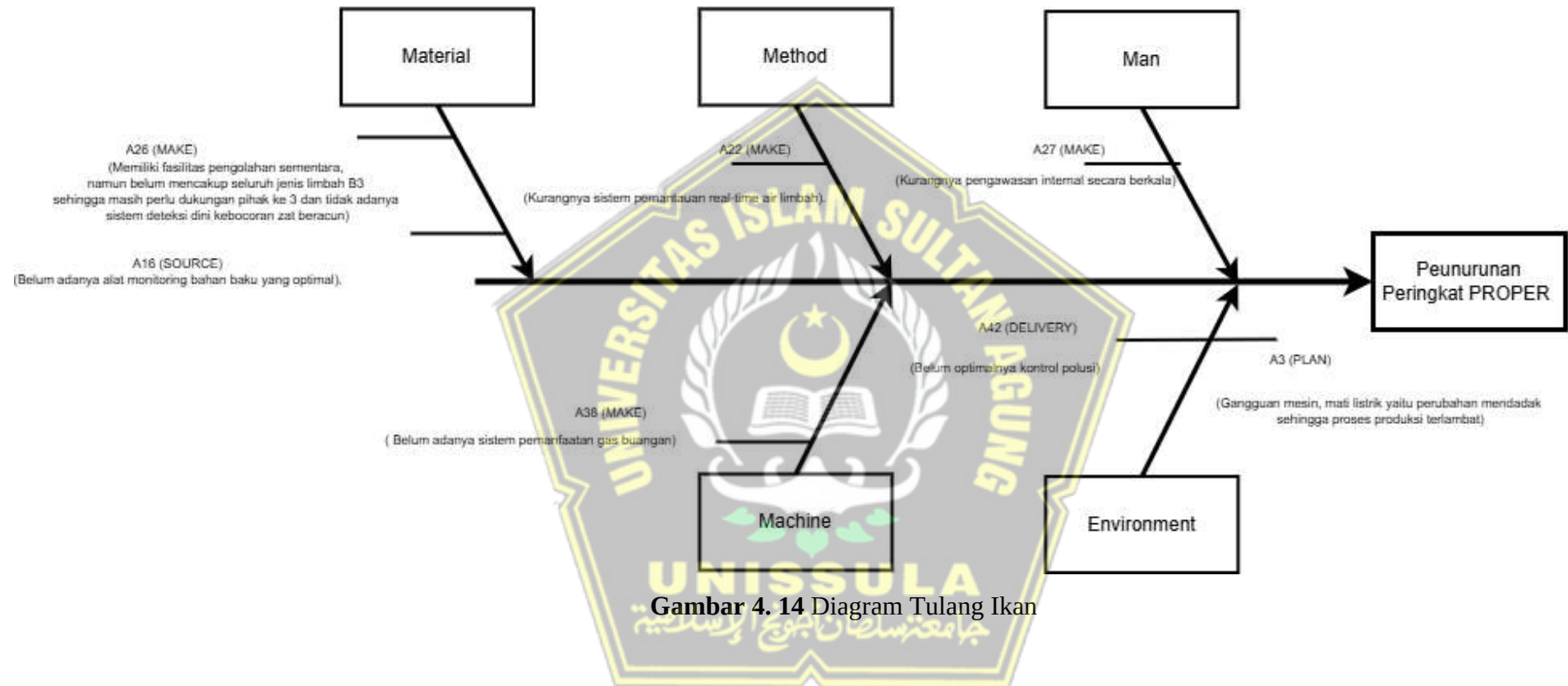
## 4. *Machine*

Risiko pada kategori ini berkaitan dengan kegagalan atau keterbatasan teknologi dan peralatan dalam mendukung proses produksi ramah lingkungan. A38

## 5. *Environment*

Kategori ini mengacu pada risiko yang dipicu oleh faktor eksternal atau kondisi lingkungan yang tidak terkendali dan dapat memperparah dampak proses produksi. A42 (Delivery), A3 (Plan)





Gambar 4. 14 Diagram Tulang Ikan

Jumlah total keseluruhan risk event & risk agent berjumlah 44 risiko dari kategori 4M+1E. Risiko-risiko tersebut selanjutnya dilakukan penilaian besar dampak (*severity*) dari kejadian risiko, dengan skala 1-10. Pada nilai 1 menunjukkan dampak keparahan risiko terendah dan nilai 10 menunjukkan dampak kejadian risiko tertinggi. Lalu melakukan penilaian frekuensi terjadinya risiko (*occurrence*) dari penyebab risiko, dengan skala 1-10. Pada nilai 1 menunjukkan frekuensi penyebab terjadinya risiko hampir tidak pernah dan nilai 10 menunjukkan frekuensi penyebab terjadinya risiko hampir pasti terjadi. Penilaian tersebut dilakukan oleh *expert* pada masing-masing unit kerja dari proses Plan yang diisi oleh perwakilan Manajemen, Source diisi oleh Assistant Manager, Make & Delivery diisi parsial oleh Pekerja Unit Produksi dari Smelter & Kepala HSE yang mengatasi bagian emisi & limbah. Setelah itu ditentukan korelasi/hubungannya antara *risk event* dengan *risk agent* dengan skala 0, 1, 3, 9, (tidak ada korelasi, korelasi/hubungan lemah, korelasi/hubungan sedang, dan korelasi/hubungan kuat). Matrik HOR tahap 1 menghasilkan nilai *Aggregate Risk Potentials* (ARP) untuk selanjutnya dilakukan pemeringkatan dari nilai tertinggi sampai nilai terendah. Namun, semua risiko tersebut tidak langsung dilanjutkan menuju HOR tahap 2 begitu saja, jadi diperlukan bantuan *tools* berupa diagram pareto untuk memilih risiko yang memenuhi persentase kumulatif sebesar 80% dan *tools* berupa pemetaan risiko untuk menunjukkan tingkatan bahaya risikonya. Risiko tersebut diantaranya, A16, A27, A39, A20, A6, A26, A42, A7, A3, A23, A21, A41, A37, A14, A10, A11, A29, A9, A33, A2, A28, A12, A32, A38, A35, A15, A43 & A22 yang dapat dilihat pada tabel 4.9.

Pada HOR tahap 2, dilakukan dengan tujuan untuk menemukan prioritas risk agent dari risiko HOR tahap 1. Dalam manajemen risiko, setelah risiko teridentifikasi, perlu dilakukan **pemetaan lebih lanjut** menggunakan dua parameter utama, yaitu **severity** (tingkat keparahan dampak) dan **occurrence** (tingkat kemungkinan kejadian). Pemetaan ini penting untuk menentukan **prioritas penanganan risiko**, karena tidak semua risiko memiliki urgensi yang sama. Risk agent yang terpilih dari pemetaan diantaranya, A16, A42, A37, A32, AA3, A9, A15, A22, A27, A26, & A38. Untuk itu, *risk agent* yang terpilih pada pemetaan



risiko diidentifikasi aksi mitigasinya. Aksi mitigasi tersebut didasarkan pada kajian-kajian literatur sebelumnya yang didiskusikan juga oleh manajemen perusahaan lalu disusun berdasarkan regulasi pemerintah, menyesuaikan ISO, dan kajian-kajian literatur mengenai green supply chain management., agar aksi mitigasi yang diusulkan mampu sebagai pertimbangan bagi manajemen untuk usahanya kedepan. Aksi mitigasi yang didapatkan yaitu, PA1, PA2, PA3, PA4, PA5, PA6, PA7, PA8, PA9, PA10, PA11, PA12, PA13, PA14, PA15, PA16, PA17, PA18, PA19, PA20, PA21, PA22 yang dapat dilihat pada tabel 4.12.

Aksi mitigasi tersebut selanjutnya diprioritaskan menjadi 10 berdasarkan tingkat nilai yang dihitung nilai *Total Effectiveness* yang didapatkan dari hasil penjumlahan antara perkalian nilai ARP pada tiap *risk agent* dengan korelasi pada masing-masing *preventive action*, pengukuran tingkat kesulitan dalam melakukan penerapan tindakan mitigasi (*Difficulty*) dengan skala 1-5, dengan skala 1 berarti tindakan mitigasi sangat mudah diterapkan dan skala 5 berarti tindakan mitigasi sangat sulit untuk diterapkan. Setelah itu, tahapan berikutnya adalah melakukan perhitungan nilai *Effectiveness to Difficulty Ratio* (ETD) yang dihitung dengan membagi nilai antara *Total Effectiveness* dengan nilai *Difficulty* risiko. Urutan peringkat dengan ETD terbesar hingga terkecil diantaranya yaitu peringkat satu PA19, peringkat dua PA17, peringkat tiga PA14, peringkat empat PA20, peringkat lima PA18, peringkat enam PA3, peringkat tujuh PA2, peringkat delapan PA1, peringkat sembilan PA9, peringkat sepuluh PA21, peringkat sebelas PA22, peringkat dua belas PA16, peringkat tiga belas PA15, peringkat empat belas PA10, peringkat lima belas PA4, peringkat enam belas PA7, peringkat tujuh belas PA13, peringkat delapan belas PA5, peringkat sembilan belas PA6, peringkat dua puluh PA12, peringkat dua puluh satu PA8, dan peringkat dua puluh dua PA11. Nilai ETD itulah yang menjadi dasar penentuan prioritas mitigasi risiko yang dapat dilihat pada tabel. 4.16. Namun dari 22 aksi mitigasi yang telah dilakukan pemeringkatan, hanya diambil sebanyak 10 aksi mitigasi untuk nantinya diusulkan kepada PT. Antam Tbk UBPN Kolaka berdasarkan tingkat kesulitan penerapan yang paling mudah.



#### 4.3.5 Pengujian Hipotesis

Hipotesis awal menunjukkan bahwa penelitian penentuan prioritas risiko dengan metode *Fishbone analysis* dan *House of Risk* (HOR) melalui pendekatan SCOR pada PT. Antam Tbk. UBPN Kolaka dapat mengatasi permasalahan yang ada pada perusahaan. Permasalahan yang sedang dihadapi perusahaan, yaitu terjadinya penurunan peringkat PROPER dari peringkat Biru ke “Merah & Ditangguhkan” selama beberapa tahun terakhir. Selain itu, masih terdapat risiko-risiko lain yang mungkin akan mempengaruhi keberlangsungan PT. Antam Tbk. UBPN Kolaka seperti A38 (Belum adanya sistem pemanfaatan gas buangan) yang dapat berpengaruh terhadap keberlangsungan perusahaan. Hal tersebut dibuktikan dengan dilakukannya penelitiannya ini dengan menggunakan pendekatan SCOR & Fishbone Analysis untuk mengetahui risiko-risiko yang dapat berpengaruh terhadap keberlangsungan operasional GSCM jika tidak teridentifikasi dan segera ditangani, serta metode HOR untuk mengetahui prioritas upaya mitigasi jika risiko yang teridentifikasi itu terjadi, akan sesuai dengan apa yang diharapkan oleh perusahaan.

Penelitian ini diharapkan mampu dijadikan pertimbangan bagi perusahaan dalam mengetahui risiko-risiko yang dapat menyebabkan kegagalan operasionalnya serta prioritas mitigasi jika risiko tersebut terjadi, sehingga perusahaan dapat terhindar dari kemungkinan kegagalan yang berpotensi tinggi yang dapat merugikan bila terjadi nantinya. Jika kegiatan operasional dalam kondisi baik, maka kecil kemungkinan risiko akan terjadi.

#### 4.3.6 Usulan Perbaikan Risiko Pada PT. Antam Tbk UBPN Kolaka

##### **PLAN :**

1. PA9 – A3 (*Plan*) : **Optimalkan kapasitas produksi pada mesin yang masih berfungsi normal, agar tidak terjadi penurunan output secara keseluruhan meskipun ada gangguan pada satu mesin.**

Dengan memaksimalkan penggunaan mesin yang masih normal, perusahaan bisa tetap menjaga output yang stabil meskipun ada mesin lain yang bermasalah. Ini termasuk penjadwalan yang lebih efisien dan mengalihkan beban kerja ke mesin yang masih beroperasi dengan baik,

sehingga dampak dari mesin yang tidak berfungsi bisa diminimalkan. Dalam Undang-Undang No. 13 Tahun 2003 Tentang: Ketenagakerjaan yang mengatur tentang keselamatan dan kesehatan kerja (K3), yang mencakup kewajiban perusahaan untuk memastikan bahwa mesin dan peralatan yang digunakan dalam proses produksi dalam kondisi baik dan aman. Hal ini penting untuk mencegah gangguan yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja dan keterlambatan produksi. Dengan demikian, langkah mitigasi ini membantu memastikan produksi tetap lancar, mengurangi risiko kerugian, dan menjaga agar proses produksi tetap berjalan dengan baik. Oleh karena itu, tindakan mitigasi ini diharapkan mampu mengatasi risiko A3 (Gangguan mesin, mati listrik yaitu perubahan mendadak sehingga proses produksi terlambat)

**SOURCE :**

2. PA1 – A16 (SOURCE) : Tingkatkan kapasitas tim yang bertanggung jawab dengan LCA dengan bantuan pihak konsultan ahli untuk memberikan pelatihan lanjutan mengenai metodologi terbaru dalam LCA dan penggunaan perangkat lunak analisis lingkungan. Selain itu, tingkatkan koordinasi antara tim LCA dan tim operasional untuk memastikan data yang stabil dapat dikumpulkan meskipun ada perubahan dalam produksi. Dengan pelatihan mengenai metodologi terbaru dan penggunaan perangkat lunak analisis lingkungan, tim akan lebih terampil dalam mengidentifikasi dan menganalisis dampak lingkungan dari bahan baku, meskipun alat monitoring yang ada belum memadai. Selain itu, meningkatkan koordinasi antara tim LCA dan tim operasional memastikan bahwa data yang stabil dapat dikumpulkan secara konsisten, bahkan saat terjadi perubahan dalam proses produksi. Komunikasi yang baik antara kedua tim memungkinkan penyesuaian analisis yang diperlukan, sehingga mengurangi ketidakpastian yang mungkin timbul akibat kurangnya alat monitoring. Dengan demikian, mitigasi ini tidak hanya membantu dalam mengatasi risiko terkait alat monitoring yang belum optimal, tetapi juga berkontribusi pada pengelolaan lingkungan yang lebih baik dan

pengambilan keputusan yang lebih akurat. Dalam Peraturan Pemerintah No. 27 Tahun 2012 Tentang: Izin Lingkungan yang mengatur tentang proses perizinan lingkungan yang mencakup kewajiban untuk menyusun dokumen lingkungan, termasuk EIS dan LCA. Ini juga menekankan pentingnya pelatihan dan peningkatan kapasitas bagi tim yang terlibat dalam pengelolaan lingkungan. Oleh karena itu, berdasarkan regulasi ini, tindakan mitigasi ini diharapkan mampu membantu mengatasi risiko A16 (Belum adanya alat monitoring bahan baku yang optimal)

3. PA2 – A16 (*Source*) : **Tentukan dalam kontrak bahwa setiap pemasok wajib menyertakan data EIS (*Enviromental Impact Statement*) yang mencakup informasi terkait emisi, limbah B3, penggunaan energi, dan penggunaan air.** Berikan pelatihan atau panduan yang jelas kepada pemasok untuk memastikan mereka dapat menyediakan data yang akurat dan lengkap. Dalam Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 Tentang: Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang berisi mengatur tentang kewajiban bagi setiap usaha dan/atau kegiatan untuk melakukan analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL) yang mencakup penyusunan EIS. Setiap perusahaan diharuskan untuk mengidentifikasi dan mengelola dampak lingkungan dari kegiatan mereka. Dengan mewajibkan pemasok untuk menyediakan informasi terkait emisi, limbah B3, penggunaan energi, dan penggunaan air, perusahaan dapat memperoleh data yang diperlukan untuk memahami dampak lingkungan dari bahan baku yang digunakan. Kewajiban ini memastikan transparansi dan akurasi informasi yang diberikan oleh pemasok, sehingga perusahaan dapat melakukan evaluasi yang lebih baik terhadap potensi risiko lingkungan, meskipun alat monitoring internal mungkin belum memadai. Selain itu, memberikan pelatihan atau panduan yang jelas kepada pemasok tentang cara menyusun EIS yang akurat akan meningkatkan kemampuan mereka dalam menyediakan data yang diperlukan, mendorong mereka untuk berinvestasi dalam praktik yang lebih ramah lingkungan. Dengan data EIS yang lengkap, perusahaan dapat melakukan analisis risiko yang lebih

komprehensif dan merencanakan strategi pengelolaan yang lebih baik, serta mengidentifikasi area yang memerlukan perhatian lebih untuk investasi dalam alat monitoring yang lebih baik di masa depan. Secara keseluruhan, mitigasi ini tidak hanya membantu perusahaan dalam mengatasi risiko terkait dengan kurangnya alat monitoring bahan baku, tetapi juga berkontribusi pada pengelolaan lingkungan yang lebih baik dan menciptakan sinergi positif antara perusahaan dan pemasok dalam upaya mencapai keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu, berdasarkan regulasi ini, tindakan mitigasi ini diharapkan mampu membantu mengatasi risiko A16 (Belum adanya alat monitoring bahan baku yang optimal).

#### **MAKE**

4. **PA19 – A26 (Make) : Sediakan dan simpan alat penyerap B3 (seperti pasir aktif, serbuk kayu penyerap, spill kit, dan absorbent pad) di area rawan tumpahan seperti land clearing dan ore prep. Inventarisasi stok harus dilakukan berkala.** Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2001, pada pasal 1 tentang Pengelolaan B3 yaitu Bahan Berbahaya dan Beracun yang selanjutnya disingkat dengan B3 adalah bahan yang karena sifat dan atau konsentrasinya dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan atau merusak lingkungan hidup, dan atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya. Oleh karena itu, berdasarkan regulasi ini, tindakan mitigasi ini diharapkan mampu membantu mengatasi risiko A26 (Memiliki fasilitas pengolahan sementara, namun belum mencakup seluruh jenis limbah B3 sehingga masih perlu dukungan pihak ke 3 dan tidak adanya sistem deteksi dini kebocoran zat beracun)
5. **PA17 – A27 (Make) : Melakukan pengawasan secara ketat kegiatan produksi. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Mengatur tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.** Setiap penanggung jawab usaha diwajibkan untuk melakukan pengawasan dan pengelolaan air limbah agar memenuhi standar

yang ditetapkan. Oleh karena itu, berdasarkan regulasi ini, tindakan mitigasi ini diharapkan mampu membantu mengatasi risiko A27 (Kurangnya pengawasan internal secara berkala)

6. **PA14 – A22 (Make) : Optimalkan laporan pada sistem digital untuk mencatat, menyimpan, dan mengirim laporan hasil pemantauan air limbah secara otomatis ke SIMPEL (Sistem Informasi Pemantauan Lingkungan) dan lakukan penjadwalan pemantauan, catat secara rutin agar tidak terlambat dan terus lakukan pemantauan real time menggunakan sistem sensor yang terhubung otomatis (Sistem SPARING & Onlimo).** Letak Pemasangan : Lokasi Outfall/ Titik Keluaran

Limbah Cair. Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Tentang Pemantauan Kualitas Air Limbah Secara Terus Menerus & Dalam Jaringan, Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pasal 2 yang berbunyi :

(1) Penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan dalam melakukan pemantauan kualitas air limbah dan pelaporan pelaksanaan pemantauan kualitas air limbah wajib memasang dan mengoperasikan Sparing.

(2) Usaha dan/atau kegiatan yang diwajibkan memasang dan mengoperasikan Sparing sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi industri rayon; industri pulp dan kertas; industri kertas; industri petrokimia hulu; industri oleokimia dasar; industri kelapa sawit; industri kilang minyak; eksplorasi dan produksi minyak dan gas; pertambangan emas dan tembaga; pertambangan batubara; industri tekstil dengan debit lebih besar atau sama dengan dari 1.000 (seribu) m<sup>3</sup> /hari; pertambangan nikel; industri pupuk; dan kawasan industri. Oleh karena itu, berdasarkan regulasi ini, tindakan mitigasi ini mampu membantu mengatasi risiko A22 (Kurangnya sistem pemantauan real-time air limbah).

7. **PA20 – A26 (Make) : Pasang sensor kebocoran (leak detection) bahan kimia berbahaya di area dengan potensi bocornya limbah B3 atau cairan kimia beracun, terutama yang digunakan dalam area kritis. Lakukan instalasi di area kritis seperti tangki penyimpanan, jalur pipa, dan area pengolahan.** Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 101 Tahun 2014, yaitu Mengatur pengelolaan limbah Bahan Berbahaya dan



Beracun (B3), termasuk kewajiban untuk memantau dan mendeteksi kebocoran bahan kimia berbahaya. Selain itu, pada jurnal “*Chemical Leak detection in Mining operations : A Review*” Jurnal ini memberikan tinjauan tentang berbagai metode dan teknologi yang digunakan untuk mendeteksi kebocoran bahan kimia dalam operasi pertambangan. Oleh karena itu, berdasarkan regulasi ini, tindakan mitigasi ini diharapkan mampu membantu mengatasi risiko A26 (Tidak adanya sistem deteksi dini kebocoran zat beracun)

8. **PA18 – A26 (Make) : Lakukan mapping detail jenis limbah B3 (proses identifikasi dan pengelompokan limbah berbahaya yang dihasilkan oleh suatu perusahaan atau industri, yang saat ini tidak dapat dikelola atau diolah secara efektif di fasilitas internal) untuk menyusun skala prioritas penguatan kapasitas.** Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P.56/Menlhk-Setjen/2015, Tentang: Tata Cara Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Peraturan ini memberikan pedoman tentang tata cara pengelolaan limbah B3, termasuk pengumpulan, penyimpanan, dan pengolahan. Dalam konteks mapping, peraturan ini mengharuskan penghasil limbah untuk mengidentifikasi jenis limbah yang dihasilkan dan menyusun rencana pengelolaan yang sesuai. Oleh karena itu, berdasarkan regulasi ini, tindakan mitigasi ini diharapkan mampu membantu mengatasi risiko A26 (Memiliki fasilitas pengolahan sementara, namun belum mencakup seluruh jenis limbah B3 sehingga masih perlu dukungan pihak ke 3 dan tidak adanya sistem deteksi dini kebocoran zat beracun)
9. **PA3 – A42 (Make) : Optimalkan penggunaan Emission Monitoring System (CEMS) di cerobong untuk pantau otomatis emisi gas buang & Rutin lakukan audit energi dan audit emisi tahunan → syarat untuk Proper Hijau.** Dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 14 Tahun 2012, Tentang: Pedoman Audit Energi. Mengatur tentang pelaksanaan audit energi di sektor industri, termasuk langkah-langkah yang harus diambil untuk meningkatkan efisiensi energi. Optimasi penggunaan



*Emission Monitoring System* (CEMS) dapat secara signifikan meningkatkan kontrol polusi dengan memberikan pemantauan emisi gas buang secara real-time. Dengan kemampuan ini, perusahaan dapat mendeteksi lonjakan emisi yang melebihi batas yang ditetapkan dengan cepat, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang tepat untuk mengatasi masalah polusi. Selain itu, CEMS mengumpulkan dan menyimpan data emisi yang dapat dianalisis untuk mengidentifikasi pola dan tren dari waktu ke waktu. Hal ini membantu perusahaan dalam menemukan sumber utama polusi dan mengembangkan strategi pengendalian yang lebih efektif. Oleh karena itu, berdasarkan regulasi ini, tindakan mitigasi ini diharapkan mampu membantu mengatasi risiko A42 (Belum optimalnya kontrol polusi)

10. PA21 – A38 (*Make*) : **Memasang sistem Waste Heat Recovery untuk menangkap dan memanfaatkan panas buangan dari electric furnace, lalu digunakan kembali untuk proses pemanasan awal, pembangkitan uap, atau proses lainnya.** Hal ini dapat secara efektif mengatasi risiko belum adanya sistem pemanfaatan gas buangan dengan cara yang berkelanjutan dan efisien. Dengan sistem ini, panas yang biasanya terbuang ke lingkungan dapat dikumpulkan dan digunakan kembali untuk berbagai proses, seperti pemanasan awal atau pembangkitan uap. Proses ini tidak hanya mengurangi pemborosan energi, tetapi juga meningkatkan efisiensi keseluruhan dari proses produksi. Dengan memanfaatkan kembali panas buangan, perusahaan dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi eksternal, yang pada gilirannya dapat menurunkan biaya operasional. Selain itu, sistem WHR juga berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca dan dampak lingkungan lainnya, karena mengurangi jumlah energi yang diperlukan untuk proses pemanasan. Dengan demikian, penerapan sistem ini tidak hanya mengatasi risiko terkait dengan pemanfaatan gas buangan yang belum ada, tetapi juga mendukung upaya perusahaan dalam mencapai keberlanjutan dan efisiensi energi yang lebih baik. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 14 Tahun 2012, Tentang: Pedoman Umum Konservasi Energi. Peraturan ini memberikan pedoman tentang langkah-

langkah yang harus diambil untuk menghemat energi, termasuk penerapan teknologi pemanfaatan panas buangan. WHR diakui sebagai salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi energi di sektor industri. Peraturan ini mendorong industri untuk mengadopsi praktik terbaik dalam pengelolaan energi dan memanfaatkan panas buangan yang dihasilkan dari proses industri. Oleh karena itu, tindakan mitigasi ini diharapkan mampu mengatasi risiko A38 (Belum adanya sistem pemanfaatan gas buangan)



## BAB V

### PENUTUP

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dari penelitian dan saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya. Selain itu, bab ini juga dapat dijadikan pertimbangan bagi PT Antam Tbk. Unit Bisnis Pertambangan Nikel Kolaka

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penilaian risiko yang telah dilakukan pada bab pengumpulan & analisis data, kesimpulan yang dapat ditarik dengan mengacu pada tujuan penelitian yang telah ditetapkan yaitu:

1. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi sebanyak 44 kejadian risiko (risk event) dan 44 penyebab risiko (*risk agent*) yang tersebar pada empat proses utama GSCM, yaitu: *Plan*, *Source*, *Make*, dan *Deliver*. Identifikasi dilakukan menggunakan metode Fishbone dengan pendekatan 4M+1E (*Man*, *Machine*, *Material*, *Method*, *Environment*). Risiko-risiko tersebut mencakup berbagai aspek mulai dari ketidaksesuaian proses operasional, penggunaan energi tidak efisien, kelalaian tenaga kerja, hingga buruknya pengelolaan limbah yang berdampak langsung terhadap performa lingkungan perusahaan.
2. Melalui metode HOR tahap 1, ditetapkan 22 risk agent prioritas yang memenuhi kriteria 80% dari total nilai ARP (*Aggregate Risk Priority*). Selanjutnya, pemetaan risiko pada HOR tahap 2 menunjukkan bahwa terdapat 11 risk agent utama, di antaranya A16 (kurangnya pengendalian emisi), A42 (rendahnya kompetensi tenaga LCA), dan A27 (limbah tidak terkelola dengan baik). *Risk agent* tersebut memiliki tingkat keparahan tinggi dan tingkat kemunculan yang signifikan, sehingga diprioritaskan untuk ditangani terlebih dahulu karena berdampak besar terhadap keberlanjutan dan peringkat PROPER perusahaan. Dari hasil 10 sumber penyebab risiko itu, dirumuskan usulan strategi mitigasi sebagai upaya menekan faktor penyebab yang menghambat optimalisasi kinerja GSCM perusahaan.
3. Berdasarkan hasil analisis HOR tahap 2, ditetapkan 10 strategi mitigasi risiko teratas yang memiliki rasio efektivitas terhadap kesulitan implementasi (ETD)

tertinggi. Strategi yang diusulkan antara lain: pemasangan sistem pemantauan emisi berkelanjutan (CEMS), pelatihan intensif bagi tim LCA, peningkatan SOP pemilahan dan pengolahan limbah B3, serta pengembangan sistem pengawasan otomatis berbasis teknologi. Strategi ini diarahkan untuk memperbaiki pengelolaan lingkungan secara menyeluruh serta mendukung pencapaian peringkat PROPER yang lebih baik di masa depan.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penulisan skripsi ini bagi perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah:

1. PT Antam Tbk UBPN Kolaka disarankan untuk segera menerapkan strategi mitigasi risiko yang telah diidentifikasi, dimulai dari 10 prioritas utama yang berdampak besar terhadap keberlanjutan dan pencapaian peringkat PROPER. Proses implementasi perlu dilakukan secara bertahap dan terstruktur dengan memperhatikan efektivitas tindakan serta kesulitan penerapannya. Evaluasi berkala dan integrasi metode *House of Risk* dalam sistem operasional perusahaan sangat penting untuk mendukung pengelolaan risiko secara berkelanjutan.
2. Perusahaan perlu menjadikan *Green Supply Chain Management* sebagai bagian dari strategi bisnis jangka panjang dan evaluasi secara berkala, tidak hanya untuk memperbaiki kinerja lingkungan, tetapi juga untuk mencapai keunggulan kompetitif dan reputasi sebagai industri hijau yang berkelanjutan.
3. Penggunaan metode *House of Risk* secara berkala dapat meningkatkan kinerja *green supply chain management* dari keseluruhan proses bisnis serta menetapkan nilai standar dalam penilaian risiko dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Beamon, B. M. (1999). Designing the Green Supply Chain. In *Logistics Information Management* (Vol. 12, Issue 206).
- Calza, F., Parmentola, A., & Tutore, I. (2017). Types of green innovations: Ways of implementation in a non-green industry. *Sustainability (Switzerland)*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/su9081301>
- Christopher, M. (1998). *LOGISTICS & SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*. [www.pearson-books.com](http://www.pearson-books.com)
- Dewi Ayu Ningrum. (2020). *ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PADA PROSES PLAN, MAKE, DAN ENABLE DENGAN PENDEKATAN MODEL GREEN SCOR (STUDI KASUS: PT. MADUBARU)*.
- Dwi Cahya Kurniawan. (2018). *ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO PROSES MAKE, DELIVER, RETURN DENGAN PENDEKATAN MODEL GREEN SUPPLY CHAIN OPERATION REFERENCE (GREEN SCOR) DAN METODE HOUSE OF RISK (HOR) PADA PT. GLOBALINDO INTIMATES*.
- Heizer, Jay., Render, Barry., & Munson, Chuck. (2020). *Operations management : sustainability and supply chain management*. Pearson.
- Hofmann, E. (2013). Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation, S. Chopra, P. Meindl, 5th ed, ISBN:978-0273765226. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 19(3), 212–213. <https://doi.org/10.1016/J.PURSUP.2013.07.003>
- Ir. Isa Karmisa Ardiputra. (2005). *Sekilas Proper*.
- Istiqomah, D., Perdana, S., & Usman, R. (2020). *Analisis dan Mitigasi Risiko Proses Produksi di CV Mainan Kayu dengan Pendekatan Green Supply Chain Management dan Metode House of Risk (HOR)*.
- Ita Rustiati Ridwan. (2015). *Dampak Industri Terhadap Lingkungan dan Sosial*.
- Joseph Sarkis, & Yijie Dou. (2018). *GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*.
- Kristanto, B. R., Luh, D. N., & Hariastuti, P. (n.d.). *APLIKASI MODEL HOUSE OF RISK (HOR) UNTUK MITIGASI RISIKO PADA SUPPLY CHAIN BAHAN BAKU KULIT*.



- Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, K. (2022). *INOVASI SOSIAL UNTUK INDONESIA MAJU*.
- Luluk Sinta Dewi. (2021). ANALISIS RISIKO GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AGROINDUSTRI BIOETANOL (Studi Kasus di PT. Energi Agro Nusantara). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15.
- M. Ghobakhloo, S. H. T. N. Z. and M. K. A. A. (2013). An Integrated Framework of Green Supply Chain Management Implementation. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, Vol. 4, No. 1, February 2013.
- Mentzer, J. T., Dewitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). DEFINING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. In *JOURNAL OF BUSINESS LOGISTICS* (Vol. 22, Issue 2).
- Nazla, A., & Vikaliana, R. (2024). ANALISIS RISIKO DALAM PROSES PENGADAAN BARANG DI PERUSAHAAN PERMINYAKAN INDONESIA MENGGUNAKAN PENDEKATAN HOUSE OF RISK. In *Jurnal InTent* (Vol. 7, Issue 1).
- Paquette, J. R. (1999). *The Supply Chain Response to Environmental Pressures*.
- Paramita, W. O., Marlyana, N., & Syakhroni, A. (n.d.). ANALISIS MITIGASI PADA RANTAI PASOK PRODUK MAKANAN DENGAN PENDEKATAN HOUSE OF RISK (HOR) (Studi Kasus di UKM LUMAZA Pekalongan).
- Proper (Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan). (2021). *Perpustakaan MenLHK*. <http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/images/docs/Proper.pdf>
- Reliantoro, Sigit. (2012). *The gold for green : bagaimana penghargaan PROPER Emas mendorong lima perusahaan mencapai inovasi, penciptaan nilai dan keunggulan lingkungan = how the Gold PROPER award drives five major companies achieve innovation, value creation and environmental excellence*. Kementerian Lingkungan Hidup, Deputi Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan.
- Rizky Setiyono, Y., & Ernawati, D. (2023). Analisis Performansi Aktivitas Green Suplly Chain Management Dengan Metode Green Scor Berbasis AHP Dan



- OMAX (Studi Kasus: Perusahaan Minyak dan Gas). In *JTMEI* (Vol. 2, Issue 1).
- Safitri, K. I., Dahda, S. S., & Widyaningrum, D. (n.d.). *ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO MENGGUNAKAN HOUSE OF RISK DAN FUZZY LOGIC PADA RANTAI PASOK PT. PETRONIKA*.
- Styawati, I. H., Risdhianto, A., Duarte, E. P., Almubaroq, H. Z., & Falefi, R. (2023). MANAJEMEN GREEN INDUSTRY DAN IMPLIKASINYA TERHADAP KEAMANAN LINGKUNGAN. *JAMI: Jurnal Ahli Muda Indonesia*, 4(2), 169–180. <https://doi.org/10.46510/jami.v4i2.160>
- Supply Chain Council. (2014). *Supply Chain Operations Reference Model Revision 11.0*.
- Susanty, A., Santosa, H., & Tania, F. (2017). Penilaian Implementasi Green Supply Chain Management di UKM Batik Pekalongan dengan Pendekatan GreenSCOR. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 16(1), 56. <https://doi.org/10.23917/jiti.v16i1.3862>
- Tyagi, P., & Agarwal, G. (2014). Supply Chain Integration and Logistics Management among BRICS: A Literature Review. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 03, 284–290. [www.ajer.org](http://www.ajer.org)