

**PENGENDALIAN RISIKO DARI IDENTIFIKASI POTENSI BAHAYA PADA PROSES
PRODUKSI PUPUK DENGAN METODE *HAZARD IDENTIFICATION AND RISK
ASSESSMENT (HIRA)* DAN *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)*
(STUDI KASUS: PT SAFA AGROTEK INDONESIA)**

TUGAS AKHIR

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



Nama : Indah Nur Nailiya
No. Mahasiswa : 18522232

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

ii

PERNYATAAN KEASLIAN

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

Yogyakarta, 18-06-2025



Indah Nur Nailiya
18522232

SURAT BUKTI PENELITIAN**PT SAFA Agrotek Indonesia**

Jl. Raya Roomo No. 387, Kelurahan Roomo, Kecamatan Manyar,
Kabupaten Gresik, Jawa Timur - 61151
Email : admin@safaagrotekIndonesia.com

SURAT KETERANGAN MAGANG**004/HRD/SAFA/2024**

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala / Pimpinan Perusahaan menerangkan bahwa:

Nama : Indah Nur Nailiya
NIM : 18522232
Jurusan : TEKNIK INDUSTRI
Instansi : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Telah selesai melaksanakan Kerja Praktek di Perusahaan PT SAFA Agrotek Indonesia pada tanggal 28 Februari – 28 Maret 2024.

Demikian surat keterangan magang ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

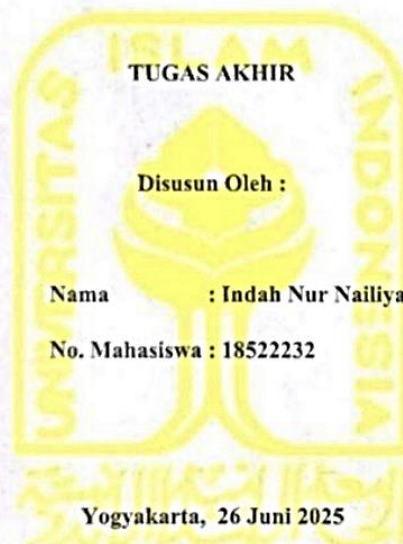
Gresik, 28 Maret 2024
PT SAFA AGROTEK INDONESIA

Aan Yuniawan
Direktur Produksi

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PENGENDALIAN RISIKO DARI IDENTIFIKASI POTENSI BAHAYA PADA
PROSES PRODUKSI PUPUK DENGAN METODE HAZARD IDENTIFICATION
AND RISK ASSESSMENT (HIRA) DAN ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)
(STUDI KASUS: PT SAFA AGROTEK INDONESIA)



Dosen Pembimbing

(Atvanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**PENGENDALIAN RISIKO DARI IDENTIFIKASI POTENSI BAHAYA PADA
PROSES PRODUKSI PUPUK DENGAN METODE HAZARD IDENTIFICATION
AND RISK ASSESSMENT (HIRA) DAN ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)
(STUDI KASUS: PT SAFA AGROTEK INDONESIA)**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Indah Nur Nailiya
No. Mahasiswa : 18522232

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

Yogyakarta, 26 Juni 2025

Tim Penguji

Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc.

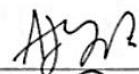
Ketua

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

Anggota I

Dian Janari, S.T., M.T.

Anggota II



26-6-2025

Mengetahui,

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

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

NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'amin

Akhirnya saya bisa mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada:

Kedua orang tua saya yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan kepada saya selama hidup ini baik secara moril dan materiil.

Dosen dan staf khususnya di Program Studi Teknik Industri Program Sarjana yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan arahan dari awal perkuliahan hingga saya menyelesaikan tugas akhir ini.

Kepada sahabat dan teman-teman saya, terima kasih atas dorongan dan hiburan selama perkuliahan ini.

Terakhir, terima kasih kepada diri saya sendiri yang masih mau berjuang dalam menyelesaikan masa perkuliahan ini hingga akhir.

MOTTO

“Maka sesungguhnya, beserta kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah: 5-6)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik – baiknya. Sholawat serta salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, sahabatnya, dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulis sangat mengharapkan dengan penulisan Tugas Akhir yang berjudul “Pengendalian Risiko Dari Identifikasi Potensi Bahaya Pada Proses Produksi Pupuk Dengan Metode *Hazard Identification And Risk Assessment* (HIRA) dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (Studi Kasus: PT. SAFA Agrotek Indonesia)” dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri, pembaca, pihak Universitas Islam Indonesia terkhusus Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri, maupun bagi PT. SAFA Agrotek Indonesia.

Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan permasalahan yang dihadapi dan dapat memberikan rekomendasi. Maka dari itu, pada kesempatan ini, penulis ingin sangat mengucapkan banyak terima kasih dan rasa hormat kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU, ASEAN.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M. Eng. Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan serta bimbingan semasa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Aan Yuniawan selaku salah satu pemilik PT. SAFA Agrotek Indonesia yang telah memberikan izin untuk melakukan pengambilan data yang dibutuhkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bagian Produksi dan staf PT. SAFA Agrotek Indonesia yang membantu saya dalam melakukan Kerja Praktik dan menyusun Tugas Akhir.
7. Kedua orang tua penulis yang tidak henti - hentinya selalu mendoakan, mendukung, serta memberikan semangat dalam perjalanan penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Dinda, Putri dan teman-teman saya lainnya yang selalu memberikan bantuan serta dukungan dalam penyusunan Tugas Akhir.
9. Seluruh pihak yang membantu dalam perjalanan penyusunan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan namanya satu per-satu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlimpah rahmat, karunia, dan kelapangan hati atas segala kebaikan yang beliau - beliau berikan kepada penulis dan semoga menjadi amal sholeh, Aamin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih ada kekurangan, untuk itu penulis mohon kritik, saran, dan masukan yang bersifat membangun demi penulisan yang lebih baik dimasa yang akan datang. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamin.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 19 Juni 2024



Indah Nur Nailiya

ABSTRAK

PT. SAFA Agrotek Indonesia adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi pupuk NPK padat dan mikro dengan bahan baku utama *Zinc* (Zn) dan *Copper* (Cu). Dalam satu hari, jumlah pupuk yang diproduksi oleh perusahaan sebanyak ± 5 ton pupuk dalam dua *shift* kerja. Dengan kebutuhan permintaan yang selalu meningkat, perusahaan wajib memperhatikan hak-hak pekerja akan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sehingga tercipta produktivitas dan kondisi kerja yang aman. Maka dari itu, peneliti melakukan identifikasi dan penilaian potensi bahaya dengan metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) dan pendekatan *Job Safety Analysis* (JSA). Peneliti melakukan pengumpulan data dengan melakukan observasi langsung, wawancara dan membagikan kuesioner kepada *expert*. Dari tujuh stasiun kerja yang ada, peneliti mendapatkan 24 potensi bahaya yang terdiri dari 7 potensi bahaya berkategori *extreme*, 12 potensi bahaya berkategori *high*, 3 potensi bahaya berkategori *medium*, dan 2 potensi bahaya berkategori *low*. Dari potensi-potensi bahaya tersebut, peneliti melakukan pengurutan prioritas potensi bahaya yang dilakukan pengendalian yang berkategori *extreme* dan *high* dengan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Dari perhitungan *eugene value* dengan metode AHP didapatkan urutan potensi bahaya yang harus segera dilakukan pengendalian yaitu Tangan yang Terluka Karena Mesin *Crushing* (P3), Kaki Terlindas Roda (P5), Mengalami Luka Bakar (P7), Gangguan Pernapasan dan Penglihatan (P2), Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit (P4), Konsleting Listrik (P1), dan yang terakhir Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) (P6). Dari potensi-potensi bahaya tersebut, peneliti melakukan analisis akar penyebab menggunakan metode *5 Whys* sehingga didapatkan bentuk-bentuk pengendalian risiko seperti substitusi, *administrative controls*, *engineering controls*, dan Alat Pelindung Diri (APD).

Kata Kunci: *Hazard*, HIRA, JSA, AHP, *5 Whys*, Pengendalian Risiko

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	II
SURAT BUKTI PENELITIAN	III
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	IV
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	V
HALAMAN PERSEMBAHAN	VI
MOTTO	VII
KATA PENGANTAR	VIII
ABSTRAK	X
DAFTAR ISI	XI
DAFTAR TABEL	XIII
DAFTAR GAMBAR	XIV
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.4 TUJUAN PENELITIAN	4
1.5 MANFAAT PENELITIAN	4
1.6 BATASAN PENELITIAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 KAJIAN LITERATUR	5
2.2 LANDASAN TEORI	9
2.2.1 Bahaya	9
2.2.2 Risiko	10
2.2.3 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	10
2.2.4 Kecelakaan Kerja	11
2.2.5 <i>Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)</i>	12
2.2.6 Penilaian Risiko	12
2.2.7 <i>Job Safety Analysis (JSA)</i>	14
2.2.8 Pengendalian Risiko	15
2.2.9 <i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	17
2.2.10 Tahapan <i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	17
2.2.11 <i>5 Whys</i>	19
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 OBJEK DAN SUBJEK PENELITIAN	20
3.2 TEKNIK PENGUMPULAN DATA	20
3.4 ALUR PENELITIAN	21
BAB IV PENGUMPULAN DATA	24
4.1 PENGUMPULAN DATA	24
4.1.1 Profil Perusahaan	24
4.1.2 Proses Produksi	24
4.1.3 <i>Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)</i>	30
4.1.4 <i>Risk Assessment</i>	32
4.1.5 <i>Risk Matrix</i>	36
4.1.6 <i>Job Safety Analysis (JSA)</i>	37

4.2	PENGOLAHAN DATA.....	43
4.2.1	<i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	43
4.2.2	Pembobotan Antar Kriteria	44
4.2.3	Perhitungan Rata-Rata <i>Vector Consistency</i> (λ Maks)	46
4.2.4	Perhitungan Nilai <i>Consistency Index (CI)</i>	46
4.2.5	Perhitungan Nilai <i>Consistency Ratio (CR)</i>	46
4.2.6	Pengambilan Keputusan	47
4.2.7	Pengendalian risiko	48
BAB V PEMBAHASAN		51
5.1	IDENTIFIKASI DAN PENILAIAN POTENSI BAHAYA	51
5.2	ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)	53
5.3	ANALISIS PENYEBAB BAHAYA DENGAN 5 WHYS	53
5.3.1	Analisis Penyebab Bahaya Tangan yang Terluka Karena Mesin <i>Crushing</i> (P3).	54
5.3.2	Analisis Penyebab Bahaya Kaki Terlindas Roda (P5)	55
5.3.3	Analisis Penyebab Bahaya Mengalami Luka Bakar (P7)	56
5.3.4	Analisis Penyebab Bahaya Gangguan Pernapasan dan Penglihatan (P2)	57
5.3.5	Analisis Penyebab Bahaya Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit (P4)	59
5.3.6	Analisis Penyebab Bahaya Konsleting Listrik (P1)	60
5.3.7	Analisis Penyebab Bahaya Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar <i>Musculoskeletal Disorders (MSDs)</i> (P6)	61
5.4	PENGENDALIAN RISIKO.....	63
BAB VI PENUTUP.....		64
6.1	KESIMPULAN	64
6.2	SARAN	66
DAFTAR PUSTAKA.....		67
LAMPIRAN		A-1
A-HASIL KUESIONER PERBANDINGAN BERPASANGAN		A-1
B-HASIL PEMBOBOTAN DAN UJI KONSISTENSI		A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of The Art</i>	8
Tabel 2. 2 Tingkat <i>Likelihood</i>	12
Tabel 2. 3 Tingkat <i>Severity</i>	13
Tabel 2. 4 <i>Risk Matrix</i>	14
Tabel 2. 5 Deskripsi Level Risiko	14
Tabel 2. 6 Skala Perbandingan Berpasangan	17
Tabel 2. 7 Nilai <i>Random Index</i>	18
Tabel 4. 1 Diagram Alir Produksi Pupuk Mikro PT. SAFA Agrotek Indonesia.....	25
Tabel 4. 2 Identifikasi Potensi Bahaya.....	30
Tabel 4. 3 Hasil Penilaian Risiko.....	32
Tabel 4. 4 Pengelompokan Potensi Bahaya ke Dalam <i>Risk Matrix</i>	36
Tabel 4. 5 Hasil JSA pada Bagian <i>Mixing</i>	37
Tabel 4. 6 Hasil JSA pada Bagian Granulasi.....	38
Tabel 4. 7 Hasil JSA pada Bagian <i>Rotary Drying</i>	40
Tabel 4. 8 Hasil JSA pada Bagian <i>Rotary Cooling</i>	41
Tabel 4. 9 Hasil JSA pada Bagian <i>Screening</i>	41
Tabel 4. 10 Hasil JSA pada Bagian <i>Crushing</i>	42
Tabel 4. 11 Hasil JSA pada Bagian <i>Packing</i>	43
Tabel 4. 12 Potensi Bahaya Kategori <i>Extreme</i> dan <i>High</i>	43
Tabel 4. 13 Matriks Pembobotan Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria.....	44
Tabel 4. 14 Hasil Normalisasi Matriks Pembobotan.....	45
Tabel 4. 15 <i>Eugen Value</i>	45
Tabel 4. 16 Urutan Prioritas Pengendalian Risiko pada Potensi Bahaya.....	47
Tabel 4. 17 Pengendalian Risiko.....	48
Tabel 5. 1 Analisis 5 <i>Whys</i> pada Penyebab Bahaya Tangan yang Terluka Karena Mesin <i>Crushing</i> (P3).....	54
Tabel 5. 2 Analisis 5 <i>Whys</i> pada Penyebab Bahaya Kaki Terlindas Roda (P5).....	55
Tabel 5. 3 Analisis 5 <i>Whys</i> pada Penyebab Bahaya Mengalami Luka Bakar (P7).....	56
Tabel 5. 4 Analisis 5 <i>Whys</i> pada Penyebab Bahaya Gangguan Pernapasan dan Penglihatan (P2).....	57
Tabel 5. 5 Analisis 5 <i>Whys</i> pada Penyebab Bahaya Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit (P4).....	59
Tabel 5. 6 Analisis 5 <i>Whys</i> pada Penyebab Bahaya Konsleting Listrik (P1).....	60
Tabel 5. 7 Analisis 5 <i>Whys</i> pada Penyebab Bahaya Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar <i>Musculoskeletal Disorders</i> (MSDs) (P6).....	61

DAFTAR GAMBAR

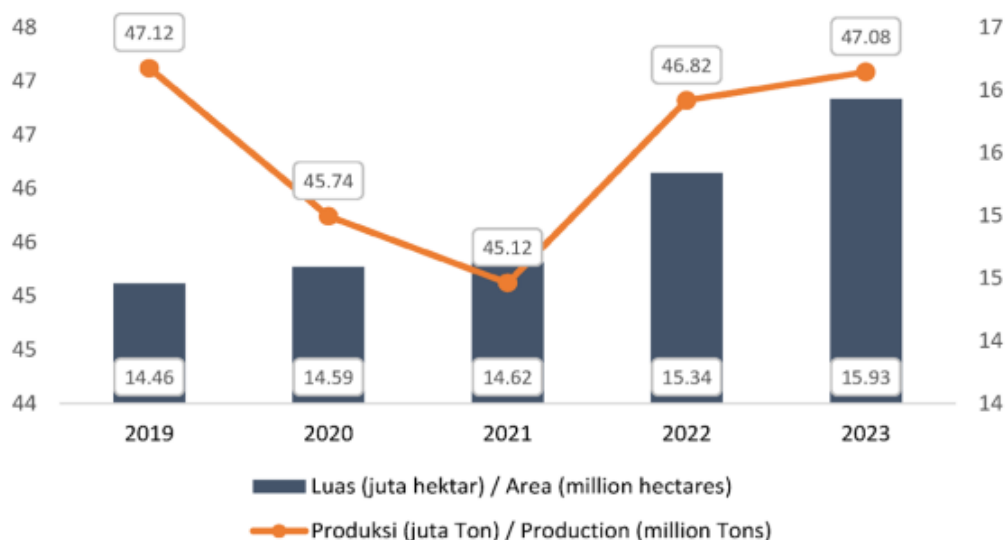
Gambar 1. 1 Luas Areal dan Produksi Kelapa Sawit, 2019-2023.....	1
Gambar 1. 2 Grafik Kecelakaan Kerja di Indonesia	2
Gambar 2. 1 Hierarki Kontrol.....	15
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	22
Gambar 4. 1 Proses Pencampuran Bahan Baku ke Mesin <i>Mixer</i>	26
Gambar 4. 2 Proses Granulasi.....	26
Gambar 4. 3 Proses Pengeringan Pupuk dengan Mesin <i>Rotary Drying</i>	27
Gambar 4. 4 Proses Pendinginan Pupuk dengan Mesin <i>Rotarty Cooling</i>	27
Gambar 4. 5 Proses <i>Screening</i> Pupuk menjadi Ukuran <i>In Size</i> , <i>Out Size</i> , dan <i>Under Size</i>	28
Gambar 4. 6 Proses <i>Crushing</i> Pupuk <i>Out Size</i> dengan Mesin <i>Crusher</i>	29
Gambar 4. 7 Proses <i>Packing</i> Pupuk.....	29
Gambar 4. 8 Struktur Hierarki AHP	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu negara penghasil *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia, Indonesia memiliki lahan pertanian dan perkebunan kelapa sawit yang cukup luas. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Indonesia, luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 15.93 Juta Hektar dan kelapa sawit yang dihasilkan sebanyak 47.08 juta Ton. Dengan jumlah permintaan *Crude Palm Oil* (CPO) yang semakin meningkat, maka diperlukan pula peningkatan perawatan tanaman penghasil CPO yaitu kelapa sawit yang tumbuh di lahan gambut dan berpasir.

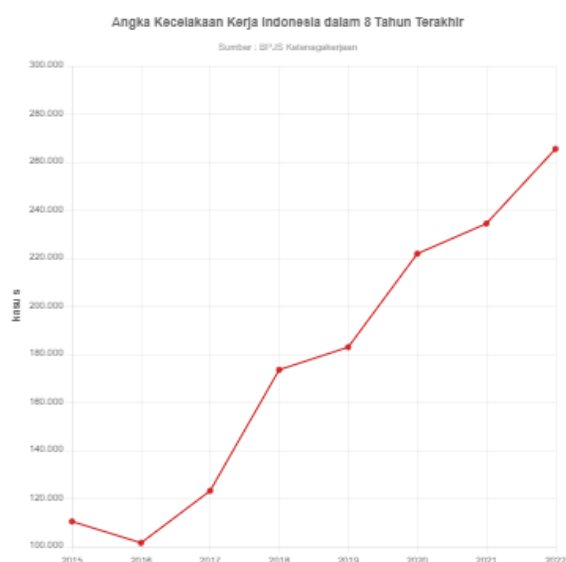


Gambar 1. 1 Luas Areal dan Produksi Kelapa Sawit, 2019-2023

PT. SAFA Agrotek Indonesia merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi pupuk NPK padat dan mikro dengan bahan baku utama *Zinc* (Zn) dan *Copper* (Cu) dengan berbagai

macam kadar komposisi. Menurut Goh et al. (2003) frekuensi pemberian pupuk pada tanaman kelapa sawit kurang lebih sepuluh kali dalam setahun. Jumlah frekuensi ini didasarkan pada intensitas curah hujan, karakter tanah, dan kerentanan hilangnya unsur hara pada tanah. Untuk memenuhi kebutuhan permintaan pupuk yang merupakan salah satu bentuk perawatan tambahan tanaman sawit, PT. SAFA Agrotek Indonesia memproduksi sebanyak ± 5 ton pupuk setiap harinya dimana dalam proses produksi ini dilakukan oleh pekerja dalam 2 *shift* kerja.

Dalam peningkatan produktivitas, perusahaan wajib memberikan hak perlindungan atas Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) menurut UU No 13 Tahun 2003. *World Health Organization* (WHO) menyampaikan bahwa Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan wujud peningkatan dan pemeliharaan kesehatan fisik, mental, dan sosial bagi para pekerja dalam segala aspek pekerjaan sehingga dapat tercipta kondisi kerja yang aman.



Gambar 1. 2 Grafik Kecelakaan Kerja di Indonesia

Di gambar 1.2 di atas ini terdapat grafik yang dirilis oleh BPJS Ketenagakerjaan yang menunjukkan tren peningkatan angka kecelakaan kerja di Indonesia. Pada tahun 2022 sendiri terdapat 265.344 kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia. Dengan adanya bentuk peningkatan kecelakaan kerja, pemerintah harus menerapkan dan menertibkan penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pekerja pada setiap perusahaan.

PT. SAFA Agrotek Indonesia sendiri memiliki historis beberapa kecelakaan kerja seperti gesekan tangan pekerja dengan mesin yang menyebabkan pekerja terluka, beberapa kali pekerja juga terkena paparan api saat proses pengeringan pupuk, kaki yang terlindas roda saat

memindahkan pupuk yang sudah selesai dikemas ke gudang akhir serta gangguan pernapasan akibat debu dan asap yang dihasilkan selama proses produksi. Adapun salah satu faktor penyebab kecelakaan kerja ini adalah kurangnya kesadaran pekerja akan pentingnya penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang telah disediakan oleh perusahaan.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, peneliti akan melakukan identifikasi potensi bahaya saat proses produksi di PT. SAFA Agrotek Indonesia dengan menggunakan metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) dan *Job Safety Analysis* (JSA). Dengan metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) akan didapatkan potensi-potensi bahaya apa saja yang dapat terjadi di lingkungan kerja sehingga dapat dilakukan *risk assesment* dan pengelompokkan tingkat potensi bahaya. Kemudian dengan metode *Job Safety Analysis* (JSA) peneliti dapat memberikan saran perbaikan secara lebih rinci dalam setiap stasiun kerja. Kemudian dengan pendekatan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) penbeliti dapat membantu perusahaan untuk memilah potensi-potensi bahaya mana yang menjadi prioritas untuk segera dilakukan pengendalian untuk meminimalisir risiko bahaya.

1.2 Rumusan Masalah

Perlindungan hak-hak Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) tenaga kerja perlu diperhatikan perusahaan sehingga perusahaan dapat meningkatkan produktivitas dan memenuhi permintaan produksi pupuk. Dengan mengetahui potensi-potensi bahaya yang terjadi selama proses produksi, PT. SAFA Agrotek Indonesia dapat melakukan perbaikan-perbaikan untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja. Berdasarkan uraian tersebut maka dapat dirumuskan pertanyaan-pertanyaan yang dapat terjawab dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Dengan metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) bahaya apa saja yang ditemukan dalam proses produksi pupuk di PT. SAFA Agrotek Indonesia?
2. Berdasarkan hasil identifikasi, potensi bahaya apa saja yang memiliki risiko *extreme* dan *high* saat proses produksi di PT. SAFA Agrotek Indonesia setelah dilakukan penilaian risiko?
3. Bagaimana bentuk urutan prioritas potensi bahaya dalam kategori *extreme* dan *high* yang harus segera dilakukan pengendalian risiko?

1.4 Tujuan Penelitian

Dengan pertanyaan-pertanyaan yang ada dalam rumusan masalah di atas diharapkan peneliti dapat menjawab permasalahan yang ada melalui tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui potensi-potensi bahaya yang ada di proses produksi PT. SAFA Agrotek Indonesia.
2. Mengetahui potensi-potensi bahaya yang masuk ke dalam kategori *extreme* dan *high* saat proses produksi di PT. SAFA Agrotek Indonesia.
3. Mengetahui urutan prioritas potensi bahaya dalam kategori *extreme* dan *high* yang harus segera dilakukan pengendalian risiko.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan di PT. SAFA Agrotek Indonesia ini diharapkan dapat memberi manfaat kepada perusahaan dengan rincian sebagai berikut:

1. Perusahaan dapat mengetahui potensi-potensi bahaya yang ada di proses produksi PT. SAFA Agrotek Indonesia.
2. Berdasarkan hasil identifikasi, PT. SAFA Agrotek Indonesia dapat melakukan pengendalian risiko terhadap potensi bahaya tersebut sesuai prioritas sehingga perusahaan dapat meminimalisir adanya kecelakaan kerja.

1.6 Batasan Penelitian

Dengan luasnya ruang lingkup penelitian terkait identifikasi potensi-potensi bahaya, peneliti membuat batasan waktu, subjek, objek dan metode penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di PT. SAFA Agrotek Indonesia pada tanggal 28 Februari 2024 – 28 Maret 2024 dengan pengambilan data khususnya pada bagian produksi.
2. Metode yang digunakan untuk melakukan identifikasi potensi bahaya pada proses produksi adalah *Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)* dan *Job Safety Analysis (JSA)*. Setelah dilakukan penilaian risiko, akan dilakukan pengelompokan potensi bahaya yang perlu diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan dengan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Menurut penelitian yang berjudul *Safety Risk Assessment for Connected and Automated Vehicles: Integrating FTA and CM-Improved AHP* oleh X. Zheng et al. (2025) metode *Hazard Analysis and Risk Assessment* (HARA) dalam mengidentifikasi risiko kegagalan fungsi dalam kendaraan otomatis memiliki keterbatasan karena metode tersebut kurang cukup dalam melakukan penilaian secara kuantitatif. Sehingga peneliti menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) dengan mengkombinasikan *Cloud Model* (CM) dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang dapat mempertimbangkan kembali ketidakpastian saat proses evaluasi oleh para ahli dan meningkatkan peringkat tingkat risiko yang lebih akurat. Peneliti mengidentifikasi penyebab risiko bahaya apabila terjadi kegagalan dalam sistem AEB dalam mobil otomatis yang berfungsi dalam mendeteksi adanya benda yang dapat menghalangi jalannya mobil di depan sehingga dapat mengurangi risiko akan benturan. Dengan *Fault Tree Analysis* (FTA) didapatkan 40 faktor yang menyebabkan kegagalan sistem AEB yang kemudian dilakukan penilaian tingkat risiko yang direpresentasikan menggunakan lima tingkat *cloud model* yaitu *Low* (L), *Medium Low* (ML), *Medium* (M), *Medium high* (MH), dan *High* (H). Setelah para ahli melakukan penilaian tingkat risiko, peneliti menggunakan metode AHP dalam menghitung bobot risiko dalam setiap faktor sehingga didapatkan tingkat risiko yang akurat. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dapat mengatasi keterbatasan dari metode *Hazard Analysis and Risk Assessment* (HARA) dalam mengidentifikasi dan penilaian risiko.

Dalam penelitian yang berjudul *Risk Assessment of Oil and Gas Pipelines Hot Work Based on AHP-FCE* oleh He et al. (2023), peneliti menggunakan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dalam melakukan penilaian risiko pada stasiun kerja *hot work* pada perusahaan penghasil minyak dan gas. Dengan menggunakan metode *Job Safety Analysis* (JSA) peneliti mendapatkan

beberapa potensi bahaya yang dibagi ke dalam tiga bagian yaitu proses persiapan, proses konstruksi, dan proses akhir konstruksi. Dari hasil kuesioner yang dibagikan kepada para pekerja didapatkan jumlah dari setiap tingkat risiko yang kemudian menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dilakukan pembobotan dan uji konsistensi sehingga didapatkan nilai risiko pada stasiun kerja *hot work* sebesar 40.888 yang masuk ke dalam kategori *General Risk*. Adapun rincian potensi risiko yang memiliki koefisien beban tertinggi terjadi setelah proses konstruksi yaitu penerimaan penyelesaian sebesar 0.75 sedangkan untuk koefisien beban terendah terjadi saat proses konstruksi yaitu faktor peringatan sebesar 0.303.

Menurut penelitian Marhavilas et al. (2020) yang berjudul *An Expanded HAZOP-Study with Fuzzy-AHP (XPA-HAZOP Technique): Application in A Sour Crude-Oil Processing Plant*, peneliti menggunakan metode HAZOP dalam mengidentifikasi potensi bahaya dari pengolahan *sour crude-oil* di Yunani. Kemudian dari hasil identifikasi bahaya disusun hierarki untuk penentuan prioritas pengendalian menggunakan metode fuzzy-AHP didapatkan faktor defisiensi desalinisasi dan defisiensi stabilisasi minyak mentah (*crude*) merupakan faktor penting yang harus dilakukan perbaikan karena telah menyebabkan 59.96% dari total risiko.

Pada penelitian Ajith et al. (2022) yang berjudul *Hazard Identification and Risk Assessment in Firework Industry* terdapat tiga potensi bahaya yang memiliki level risiko *high* yaitu potensi munculnya percikan api akibat gesekan bahan baku saat pencampuran bahan kimia yang dapat menyebabkan beberapa kecelakaan fatal, timbulnya api pada penyimpanan bahan kimia, dan celaknya pekerja akibat jatuhnya material yang ditumpuk. Peneliti kemudian menyarankan untuk menggunakan Alat Pelindung Diri (APD), pemberian pengetahuan dasar bahaya bahan kimia reaktif, diferensiasi penyimpanan bahan baku kimia, tidak menyimpan bahan baku maupun produk jadi yang melebihi kapasitas, dan tidak menggeser material bahan baku maupun produk jadi di dalam pabrik.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rajkumar et al. (2021) dengan judul *Job Safety Hazard Identification and Risk Analysis in The Foundry Division of A Gear Manufacturing Industry* didapatkan lebih dari 50% aktivitas-aktivitas kerja masuk ke kategori merah/ ekstrim. Potensi bahaya paling banyak terjadi di departemen besi karena terdapat penanganan bahan kimia dalam jumlah besar sehingga dapat menyebabkan ledakan dan tumpahan besi cair. Selain itu, terdapat potensi bahaya yang disebabkan oleh bahaya listrik sebesar 30% dimana potensi ini dapat mengakibatkan gagalnya isolasi listrik sehingga dapat berpotensi terjadi kebakaran. Dengan

implementasi hierarki kontrol OHSAS 18001 didapatkan jumlah potensi bahaya pada divisi pelelehan dan pencetakan besi mengalami penurunan.

Dari hasil penelitian yang dilakukan Artsitella (2021) berjudul Pengendalian Potensi Bahaya dan Keselamatan Kerja Menggunakan Metode *Hazard Identification Risk Assessment & Risk Control* (HIRARC) Dengan Pendekatan *Job Safety Analysis* (JSA) Pada Bagian *Buffing Small Up* didapatkan bahwa terdapat tiga potensi bahaya yang masuk ke dalam kategori *extreme* yaitu pada mesin *ryoto buff*, mesin *level buff manual* dan mesin *edge buff*. Dengan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP), peneliti mendapatkan bahwa pengendalian pada mesin *edge buff* harus diprioritaskan karena memiliki nilai *alternative weight evaluation* terbesar yaitu 0.631.

Pada penelitian yang berjudul *A Comprehensive Evaluation of Photovoltaic Simulation Software: A Decision-Making Approach Using Analytic Hierarchy Process and Performance Analysis* yang dibuat oleh Islam et al. (2025) memiliki tujuan untuk menganalisis beberapa *software* fotovoltaik (PV) terbaik yang digunakan dalam sistem solar. Dengan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP), peneliti membuat struktur hierarki dari setiap sistem dengan beberapa kriteria dan didapatkan kriteria kompatibilitas *platform* kerja merupakan kriteria paling penting dengan beban kriteria sebesar 0.195, disusul dengan kriteria kemampuan pemodelan ekonomi sebesar 0.183 dan kriteria biaya *software* sebesar 0.146. Dari hasil tersebut didapatkan bahwa *software* SAM dapat menjadi prioritas pilihan dari *software* fotovoltaik (PV) yang lain.

Menurut penelitian Yang et al. (2025) yang berjudul *Risk Assessment of Coal Supply Chain Based On Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Comprehensive Evaluation*, peneliti ingin menganalisis risiko rantai pasokan batu bara dari pengambilan sumber batu bara hingga sampai ke konsumen. Dengan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP), peneliti mendapatkan bahwa faktor produksi batu bara memiliki tingkat potensi risiko bahaya paling tinggi dengan nilai beban sebesar 0.58 dimana peneliti menyarankan perusahaan agar memprioritaskan menggunakan teknologi dalam menetapkan mode penilaian risiko sehingga dapat segera mengatasi risiko-risiko yang bersifat mendadak di masa depan.

Terdapat tiga potensi bahaya kategori *high* yang memiliki dampak pada manusia, bisnis, dan properti yaitu H2 (tidak berfungsinya alat penyelamat jiwa atau alat monitoring biomedis pasien), H3 (rusaknya kabel listrik sehingga menyebabkan korsleting dan terganggunya pasokan listrik ke setiap bagian) dan H12 (pergerakan pasien, pekerja dan alat-alat menjadi

terhambat karena koridor yang kecil) pada penelitian yang berjudul *An Implementation Study on Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) Technique in The Critical Care Unit of A Tertiary Care Hospital* yang ditulis oleh Kour et al. (2020). Peneliti memberikan saran perbaikan seperti meningkatkan frekuensi pengecekan tingkat keselamatan, pelebaran koridor, membatasi akses pada area steril pasien dan meningkatkan stok alat-alat penyelamat jiwa.

Pada penelitian yang berjudul Analisis Identifikasi Bahaya Kecelakaan Kerja Menggunakan *Job Safety Analysis (JSA)* dengan Pendekatan *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)* (Studi Kasus PT. Smelting Plan Refinery) oleh Hidayat & Nuruddin (2021) didapatkan bahwa pada pekerjaan *plat maintenance* didapatkan tiga risiko yang masuk ke kategori *extreme*, sembilan risiko masuk ke kategori *high*, satu risiko masuk ke kategori *medium* dan satu risiko masuk ke kategori *low*. Pada pekerjaan *cell* didapatkan sembilan risiko masuk ke kategori *extreme*, empat risiko masuk ke kategori *high*, dan satu risiko masuk ke kategori *low*. Pada pekerjaan CWSM didapatkan lima risiko masuk ke kategori *extreme*, empat risiko masuk ke kategori *high*, dan satu risiko masuk ke kategori *medium*. Dari hasil JSA tersebut peneliti menyarankan untuk melakukan perbaikan SOP dan penggunaan APD.

Tabel 2. 1 *State of The Art*

No	Nama Peneliti	Judul	Metode
1.	X. Zheng et al. (2025)	<i>Safety Risk Assessment for Connected and Automated Vehicles: Integrating FTA and CM-Improved AHP</i>	<i>Fault Tree Analysis (FTA) dan Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>
2.	He et al. (2023)	<i>Risk Assessment of Oil And Gas Pipelines Hot Work Based On AHP-FCE</i>	<i>Analytic Hierarchy Process (AHP) dan Fuzzy Comprehensive Evaluation (FCE)</i>
3.	Marhavilas et al. (2020)	<i>An Expanded HAZOP-Study With Fuzzy-AHP (XPA-HAZOP Technique): Application In A Sour Crude-Oil Processing Plant</i>	<i>Hazard and Operability (HAZOP) dan Fuzzy-AHP</i>
4.	Ajith et al. (2022)	<i>Hazard Identification and Risk Assessment in Firework Industry</i>	<i>Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)</i>
5.	Rajkumar et al. (2021)	<i>Job Safety Hazard Identification and Risk Analysis in The Foundry Division of A Gear Manufacturing Industry</i>	<i>Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) dan Job Safety Analysis (JSA)</i>
6.	Artsitella, (2021)	<i>Pengendalian Potensi Bahaya dan Keselamatan Kerja Menggunakan Metode</i>	<i>HIRA, Job Safety Analysis (JSA),</i>

No	Nama Peneliti	Judul	Metode
		<i>Hazard Identification Risk Assessment & Risk Control (HIRARC) Dengan Pendekatan Job Safety Analysis (JSA) Pada Bagian Buffing Small Up</i>	<i>Analytic Hierarchy Process (AHP), dan Fault Tree Analysis (FTA)</i>
7.	Islam et al. (2025)	<i>A comprehensive evaluation of photovoltaic simulation software: A decision-making approach using Analytic Hierarchy Process and performance analysis</i>	<i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>
8.	Yang et al. (2025)	<i>Risk Assessment Of Coal Supply Chain Based On Analytic Hierarchy Process And Fuzzy Comprehensive Evaluation</i>	<i>Analytic Hierarchy Process (AHP) dan Fuzzy</i>
9.	Kour et al. (2020)	<i>An Implementation Study on Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) Technique in The Critical Care Unit of A Tertiary Care Hospital</i>	<i>Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)</i>
10.	Hidayat & Nuruddin (2021)	<i>Analisis Identifikasi Bahaya Kecelakaan Kerja Menggunakan Job Safety Analysis (JSA) dengan Pendekatan Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) (STUDI KASUS PT. SMELTING PLAN REFINERY)</i>	<i>Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) dan Job Safety Analysis (JSA)</i>

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Bahaya

Menurut OIEWG (2016) bahaya adalah sebuah proses, fenomena atau aktivitas manusia yang dapat menyebabkan hilangnya nyawa, cedera, dampak kesehatan lainnya, kerusakan properti, gangguan sosial dan ekonomi atau penurunan kualitas lingkungan. Sedangkan menurut OHSAS 18001 (2007) bahaya adalah segala sumber, keadaan atau aktivitas yang berpotensi dapat memberikan dampak negatif terhadap keselamatan dan kesehatan manusia. Dimana bahaya ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti material, lingkungan, mesin, dan aktivitas pekerja. Menurut Ramli (2010) jenis bahaya dibagi menjadi lima yaitu:

1. Bahaya Mekanis

Bahaya yang disebabkan oleh alat mekanis atau benda yang digerakkan secara manual seperti gerakan memotong, menekan, mengebor, dan lain-lain.

3. Bahaya Listrik

Bahaya yang disebabkan oleh energi listrik. Adapun contoh bahaya yang dapat terjadi adalah sengatan listrik, hubungan arus listrik yang pendek dan kebakaran. Karena banyaknya proses kerja yang menggunakan energi listrik, perusahaan harus membuat instalasi listrik yang baik serta selalu melakukan pemeliharaan listrik.

4. Bahaya Kimiawi

Bahaya yang dihasilkan selama proses produksi. Dimana bahaya ini dapat disebabkan oleh prosedur kerja yang salah. Bahaya yang ditimbulkan dari bahan kimiawi ini dapat berupa keracunan bahan berbahaya dan beracun, iritasi, kebakaran, serta pencemaran lingkungan.

5. Bahaya Fisik

Bahaya yang disebabkan oleh faktor-faktor fisik di lingkungan kerja seperti suhu, cahaya, kebisingan, dan getaran yang dapat mempengaruhi produktivitas dan keselamatan dan kesehatan kerja.

6. Bahaya Biologi

Bahaya yang berasal dari faktor-faktor biologis seperti hewan dan tumbuhan yang ada di lingkungan kerja maupun yang digunakan saat proses kerja.

2.2.2 Risiko

Risiko adalah kemungkinan seseorang akan dirugikan atau mendapatkan efek kesehatan yang merugikan akibat terkena bahaya. Hal ini juga mencakup pada kerugian alat atau property maupun lingkungan (CCOHS, 2022). Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi peluang risiko adalah:

1. Waktu Pemaparan

Faktor ini meliputi seberapa sering seseorang terpapar benda atau keadaan yang berbahaya.

2. Cara Pemaparan

Faktor ini meliputi bagaimana seseorang terpapar oleh benda atau keadaan yang berbahaya.

3. Tingkat Keparahan Efek

Faktor ini meliputi tingkat keparahan risiko yang disebabkan oleh suatu bahaya.

2.2.3 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Menurut *International Labour Organization* (ILO) keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah ilmu yang berkaitan dengan pencegahan kecelakaan dan penyakit yang ditimbulkan di

lingkungan kerja sekaligus ilmu yang membahas perlindungan dan promosi kesehatan para pekerja guna meningkatkan kondisi dan lingkungan kerja.

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah rangkaian kegiatan yang mampu menjadikan lingkungan kerja menjadi aman dan tentram bagi pekerja yang ada di dalam industri tersebut (Kusumah, 1976). Adapun tujuan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menurut *International Labour Organization* (ILO) ada tiga yaitu:

1. Pemeliharaan dan promosi dari kesehatan pekerja dan kapasitas kerja.
2. Peningkatan lingkungan kerja sehingga pekerjaan menjadi lebih kondusif, aman dan sehat
3. Pengembangan organisasi kerja dan budaya kerja yang menyokong produktivitas, kesehatan dan keselamatan di tempat kerja.

2.2.4 Kecelakaan Kerja

Menurut OHSAS 18001 (2007) kecelakaan kerja adalah kejadian-kejadian yang dapat menyebabkan cedera atau gangguan kesehatan baik fisik maupun mental serta kejadian fatal mematikan yang terjadi atau bisa saja terjadi di lingkungan kerja. Dalam teori domino yang dikemukakan Heinrich (1997), kecelakaan kerja dapat terjadi akibat salah satu faktor penyebab kecelakaan kerja yang dapat memicu faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja lainnya. Sehingga dengan menghilangkan salah satu faktor kunci penyebab kecelakaan, diharapkan kecelakaan kerja dapat dicegah. Berdasarkan teori ini, Heinrich merumuskan lima hal-hal penyebab kecelakaan yang saling berurutan di bawah ini:

1. Warisan Lingkungan Kerja

Urutan pertama terkait dengan kepribadian manusia yang dipengaruhi oleh kepribadian leluhur dan kondisi lingkungan.

2. Kesalahan Pekerja

Faktor kepribadian pekerja sebelumnya dapat memicu pekerja melakukan kesalahan sehingga kecelakaan kerja dapat terjadi.

3. Tindakan dan Kondisi Tidak Aman

Kesalahan-kesalahan pekerja sebelumnya dapat mengakibatkan pekerja melakukan tindakan-tindakan tidak aman pada kondisi yang tidak aman juga.

5. Kecelakaan

Setelah pelaku melakukan tindakan tidak aman, kecelakaan kerja pun dapat terjadi.

6. Luka

Dengan kecelakaan yang telah terjadi, luka pun tidak dapat dihindari.

2.2.5 Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)

HIRA adalah suatu proses untuk mendefinisikan dan menjelaskan bahaya-bahaya yang didasarkan pada tingkat kemungkinan (*probability*), frekuensi, keparahan (*severity*) dan mengevaluasi konsekuensi yang ada termasuk potensi kerugian dan keceleakaan (EMO, 2004). Berdasarkan penelitian Ajith et al. (2022). hal pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi potensi bahaya secara *walk-in audit* atau observasi langsung. Kedua setelah dilakukan identifikasi akan dilakukan penilaian tingkat kemungkinan (*likelihood*) dan keparahan (*severity*) yang didasarkan hasil diskusi ke pekerja. Dari hasil penilaian risiko tersebut akan diusulkan rekomendasi perbaikan untuk meminimalisir risiko. Penggunaan metode HIRA dinilai paling sesuai karena dapat mengukur risiko dari tiap-tiap aktivitas kerja.

2.2.6 Penilaian Risiko

Penilaian risiko adalah metodologi yang digunakan untuk menentukan sifat dan tingkat risiko dengan menganalisis potensi bahaya dan hasil evaluasi dari kemungkinan dan keparahan masing-masing bahaya (Simcoe Muskoka District Health Unit, 2017).

1. Tingkat *Likelihood* (Tingkat Kemungkinan)

Tingkat *likelihood* adalah tingkat yang menunjukkan kemungkinan potensi bahaya dapat terjadi. Tabel 2.2 di bawah ini menunjukkan deskripsi dari masing-masing tingkat *likelihood*.

Tabel 2. 2 Tingkat *Likelihood*

Rating	Likelihood	Deskripsi
1	<i>Rare</i> <i>Certain</i>	Tidak diharapkan terjadi tetapi masih ada kemungkinan terjadi. Kecelakaan terjadi dalam 5 tahun sekali.
2	<i>Unlikely</i>	Tidak mungkin terjadi di kondisi yang normal. Kecelakaan terjadi dengan rentang waktu 2-5 tahun sekali.
3	<i>Possible</i>	Memungkinkan atau diketahui dapat terjadi. Kecelakaan dengan rentan 1-2 tahun sekali.
4	<i>Likely</i>	Kejadian yang biasa terjadi. Kecelakaan terjadi 2-10 bulan sekali.

Rating	Likelihood	Deskripsi
5	<i>Almost</i>	Kejadian sering terjadi dan berulang. Kecelakaan terjadi sebulan sekali.

Sumber: AS/NZS 4360 (Hidayat & Nuruddin, 2021)

2. Tingkat *Severity* (Tingkat Keparahan)

Akibat dari adanya potensi bahaya disebut *severity*. Akibat dari bahaya tersebut diklasifikasikan menjadi beberapa level seperti pada tabel 2.3 untuk mengetahui efeknya terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja.

Tabel 2. 3 Tingkat *Severity*

Rating	Severity	Deskripsi
1	<i>Insignification</i>	Tidak mengakibatkan cedera dan kerugian finansial kecil.
2	<i>Minor</i>	Cedera atau penyakit yang membutuhkan pertolongan pertama/ P3K dan kerugian finansial sedang
3	<i>Moderate</i>	Cedera yang membutuhkan perawatan medis atau bantuan dari pihak luar dan kerugian finansial besar.
4	<i>Major</i>	Cedera yang serius atau penyakit yang dapat mengancam nyawa, terganggunya proses produksi dan kerugian finansial besar.
5	<i>Catastrophic</i>	Bersifat mematikan, keracunan yang menyebar di luar area, kerugian finansial besar.

Sumber: AS/NZS 4360 (Hidayat & Nuruddin, 2021)

3. *Risk Matrix*

Untuk memperoleh *risk matrix* akan dilakukan perkalian antara nilai *likelihood* dan *severity*, risiko-risiko tersebut akan diklasifikasikan ke beberapa kategori level seperti pada tabel 2.4 di bawah ini:

Tabel 2. 4 *Risk Matrix*

<i>Likelihood</i>		<i>Severity</i>				
		<i>Insignificant</i>	<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Major</i>	<i>Catastrophic</i>
		1	2	3	4	5
<i>Almost Certain</i>	5	High	High	Extreme	Extreme	Extreme
<i>Likely</i>	4	Medium	High	High	Extreme	Extreme
<i>Possible</i>	3	Low	Medium	High	Extreme	Extreme
<i>Unlikely</i>	2	Low	Low	Medium	High	Extreme
<i>Rare</i>	1	Low	Low	Medium	High	High

Sumber: AS/NZS 4360 (Hidayat & Nuruddin, 2021)

Berdasarkan tabel 2.4 di atas level risiko dibagi menjadi empat yaitu *Low*, *Medium*, *High* dan *Extreme* dengan penjelasan sebagai berikut:

Tabel 2. 5 Deskripsi Level Risiko

Level Risiko	Deskripsi
Low	Tidak perlu pengukuran khusus untuk mengurangi risiko
Medium	Dapat ditolerir setelah pengukuran perlindungan keamanan telah ditanamkan
High	Pengukuran perlindungan keamanan perlu ditanamkan agar risiko turun di bawah level medium
Extreme	<i>Risk control</i> perlu dilakukan untuk mengurangi risiko di bawah level medium

Sumber: Wang & Wang (2020)

2.2.7 Job Safety Analysis (JSA)

Menurut Asl (2017) JSA adalah salah satu alat teknis keselamatan pada suatu pekerjaan yang secara spesifik melakukan pendekatan guna membuat pedoman keselamatan dan eliminasi risiko selama proses kerja sehingga budaya keselamatan tercipta di lingkungan kerja. Penggunaan JSA memiliki beberapa keuntungan seperti formalisasi kerja, akuntabilitas, ikut terlibatnya pekerja, pembelajaran organisasi, identifikasi bahaya dan kepekaan situasi, dan pencegahan kerugian (Albrechtsen et al., 2019). Berdasarkan hasil studi W. Zheng et al. (2017) penggunaan metode JSA terbukti dapat mengurangi jumlah kecelakaan kerja.

Adapun langkah-langkah penggunaan metode JSA menurut OSHA 3071 (2002) dalam penelitian Ghasemi et al. (2023) adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perincian suatu pekerjaan menjadi fungsi-fungsi, tugas-tugas dan langkah-langkah kerja secara berurutan.
2. Identifikasi potensi bahaya dari setiap langkah-langkah pekerjaan.
3. Identifikasi risiko bahaya dari setiap potensi bahaya yang ditemukan di langkah ke dua.
4. Menghitung frekuensi risiko bahaya terjadi.
5. Melakukan penilaian risiko dari setiap langkah kerja berdasarkan tingkat frekuensi dan risiko bahaya yang terjadi serta mengelompokkan ke dalam *risk matrix*.
6. Membuat langkah-langkah pengurangan risiko untuk meningkatkan keselamatan khususnya untuk risiko-risiko yang bersifat *intolerable*.

2.2.8 Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko bahaya adalah program yang berisi langkah-langkah yang digunakan untuk melindungi pekerja dari paparan bahaya seperti bahan kimia, tingkat kebisingan, tingkat getaran dan lain-lain (CCOHS, 2022).

Salah satu alat untuk mengendalikan risiko dapat menggunakan hierarki kontrol seperti pada Gambar 2.1. Hierarki kontrol adalah metode dalam mengidentifikasi dan mengurutkan perlindungan untuk mengamankan pekerja dari bahaya. Hierarki ini terdiri dari eliminasi, substitusi, *engineering controls*, *administrative controls*, dan Alat Pelindung Diri (APD). Dalam implementasinya, sangat memungkinkan untuk menggunakan lebih dari satu cara pengendalian risiko (OSHA 3885, 2016).



Gambar 2. 1 Hierarki Kontrol

(Sumber: NIOSH (2022))

Berikut merupakan penjelasan dari tiap-tiap pengendalian yang ada pada hierarki kontrol pada Gambar 2.1 di atas:

1. Eliminasi

Eliminasi adalah bentuk pengendalian risiko dengan menghilangkan bahaya melalui sumbernya. Contohnya seperti berhenti menggunakan material berbahaya, proses dengan tingkat kebisingan tinggi, dan lain-lain. Eliminasi menjadi salah satu bentuk pengendalian yang sering digunakan untuk melindungi pekerja karena tidak ada paparan bahaya yang dapat terjadi.

2. Substitusi

Bentuk pengendalian substitusi dilakukan dengan mengganti material atau proses yang lebih aman untuk mengurangi dampak potensi bahaya. Contohnya dengan mengganti material tinta beracun dengan tinta beracun rendah serta mengganti proses yang menggunakan gaya, kecepatan, suhu, dan arus listrik yang lebih kecil. Dalam menggunakan pengendalian risiko substitusi perlu dilakukan perbandingan potensi risiko yang lama dengan yang baru. Substitusi yang efektif dapat mengurangi dampak potensi bahaya dan tidak membuat potensi risiko yang baru.

3. *Engineering Controls*

Engineering controls merupakan bentuk pengendalian risiko dengan meminimalisir kontak langsung antara pekerja dan potensi bahaya. Contohnya dengan menata ulang alat atau lingkungan kerja, pemasangan ventilasi, penggunaan pembatas keamanan dan lain-lain.

4. *Administrative Controls*

Administrative controls adalah bentuk pengendalian risiko dengan menetapkan praktik kerja yang mengurangi durasi, frekuensi dan intensitas akan paparan bahaya. Contohnya dengan melakukan inspeksi dan perawatan mesin, meminimalisir akses ke lingkungan kerja yang berbahaya, rotasi pekerja, pemberian pelatihan K3, serta pemberian tanda-tanda bahaya

5. *Personal Protective Equipment (PPE) / Alat Pelindung Diri (APD)*

APD adalah alat yang dipakai untuk meminimalisir paparan bahaya. Contoh APD adalah sarung tangan, kacamata pengaman, pengaman pendengaran, *safety helmet*, dan lain-lain. Penggunaan APD sebagai pengendalian risiko akan efektif apabila pekerja menggunakannya secara benar dan konsisten.

2.2.9 Analytic Hierarchy Process (AHP)

Analytic Hierarchy Process (AHP) adalah salah satu metode pengambil keputusan multi kriteria menjadi beberapa solusi yang terorganisir (Saaty T. L., 1990). Metode ini dapat membantu mengurangi pengambilan keputusan yang bersifat bias dari para ahli dalam menilai suatu masalah. AHP memiliki prinsip-prinsip sebagai berikut:

1. Dekomposisi Struktur

Pada tahapan ini dibuat struktur hirarki yang terdiri dari tujuan, kriteria, sub-kriteria dan alternatif.

2. Perbandingan Penilaian (*comparison of judgments*)

Kriteria-kriteria yang ada akan saling dibandingkan dengan alternatif-alternatif lain.

3. Komposisi Hierarki dari Prioritas.

Dalam hal ini akan dilakukan pembobotan dari setiap alternatif sehingga didapatkan urutan prioritas dari masing-masing alternatif.

2.2.10 Tahapan Analytic Hierarchy Process (AHP)

Adapun tahapan-tahapan dari metode AHP menurut Kusri (2007) adalah:

1. Mendefinisikan Masalah dan Memberikan Alternatif Solusi

Setelah menentukan faktor penyebab dari suatu permasalahan akan dibuat struktur hierarki.

2. Membuat Prioritas dengan Perbandingan Berpasangan

Dalam menentukan sebuah prioritas akan dilakukan pembuatan matriks perbandingan dengan sesuai dengan kriteria, sub-kriteria dan alternatif yang ada. Untuk skala perbandingan berpasangan menurut Saaty T. L. (1998) dilihat pada tabel 2.6 di bawah:

Tabel 2. 6 Skala Perbandingan Berpasangan

Tingkat Kepentingan	Deskripsi
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lain
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen yang lain
7	Elemen yang satu sangat lebih penting daripada elemen yang lain
9	Satu elemen yang mutlak lebih pentingnya daripada elemen yang lain

Tingkat Kepentingan	Deskripsi
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai dari dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan

3. Uji Konsistensi Logis

Dengan uji konsistensi akan diketahui apakah hasil pembobotan yang dilakukan bersifat konsisten. Apabila nilai konsistensi yang didapatkan ≤ 0.1 maka hasil pembobotan bersifat konsisten. Adapun tahapan uji konsistensi logis adalah sebagai berikut:

- Menentukan prioritas atau *vector* jumlah tertimbang
- Menghitung *vector consistency*
- Menghitung rata-rata dari *vector consistency* (λ maks)

$$\lambda \text{ maks} = \frac{\sum \lambda}{n} \quad (2.1)$$

- Menghitung *Consistency Index* (CI)

$$CI = \frac{\lambda \text{ maks} - n}{n - 1} \quad (2.2)$$

- Menghitung *Consistency Ratio* (CR)

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (2.3)$$

- Random Index* (IR)

Menurut Saaty (1977) tabel 2.7 di bawah ini menunjukkan nilai ketetapan dari *Random Index*

Tabel 2. 7 Nilai *Random Index*

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

- Pengambilan Alternatif Keputusan

2.2.11 5 Whys

5 Whys adalah salah satu teknik yang dikembangkan oleh Sakichi Toyoda dalam perusahaannya. Dimana metode ini dapat digunakan dalam mencari akar penyebab suatu masalah dengan menanyakan “Kenapa” sebanyak lima kali secara berurutan dari jawaban “Kenapa” sebelumnya hingga didapatkan akar penyebab masalah utama (Serrat, 2017).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. SAFA Agrotek Indonesia yang merupakan perusahaan manufaktur pupuk ZnCu yang terletak di Gresik, Jawa Timur. Adapun objek penelitian ini ada pada bagian produksi yang terdiri dari beberapa stasiun kerja seperti *mixing*, *granulasi*, *rotary drying*, *rotary cooling*, *screening*, dan *packing*. Sedangkan untuk subjek penelitian ini adalah para pekerja yang ada di bagian produksi PT. SAFA Agrotek Indonesia.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Peneliti menggunakan dua jenis data dalam pengumpulan data yaitu:

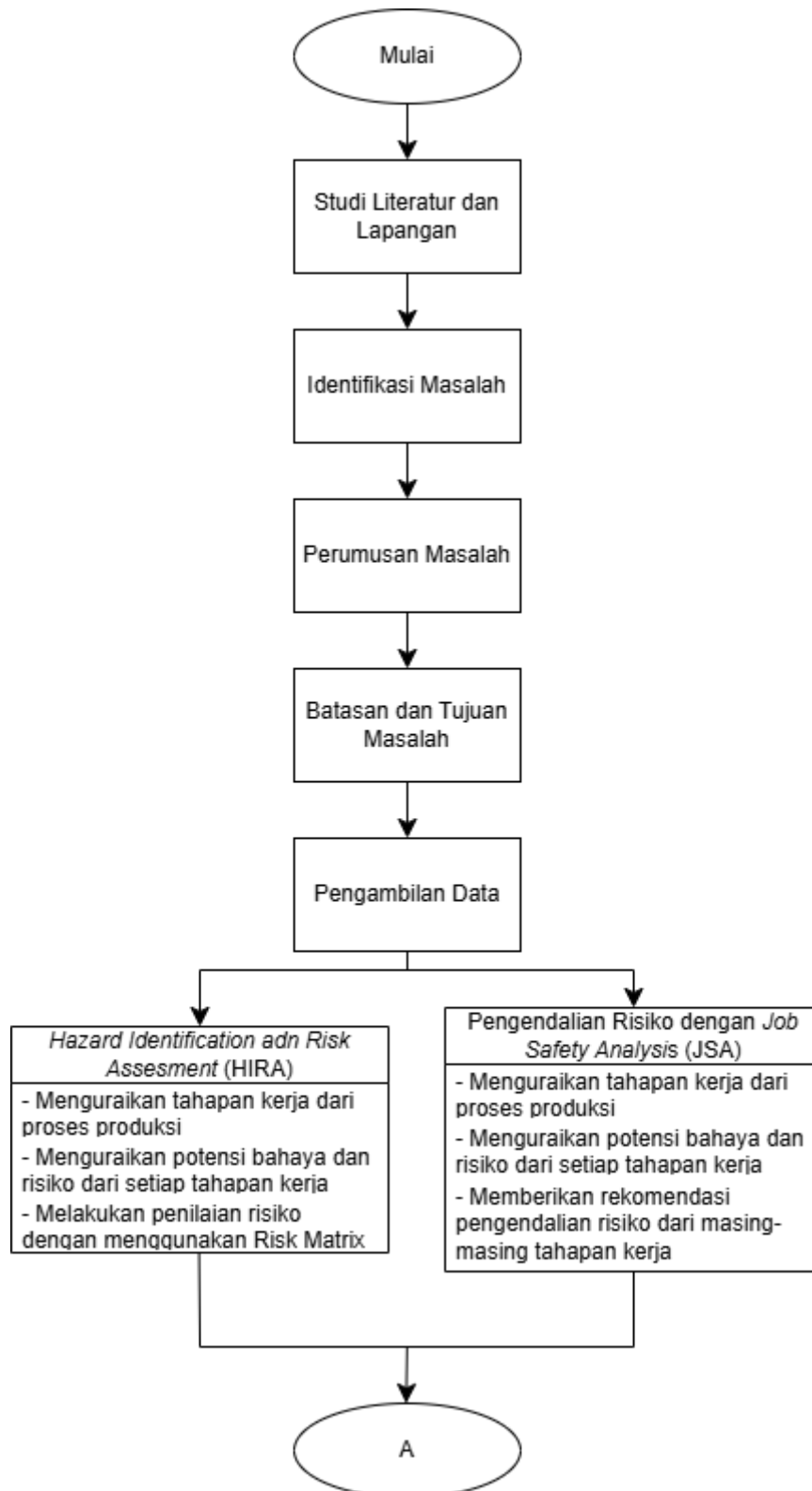
1. Data Primer

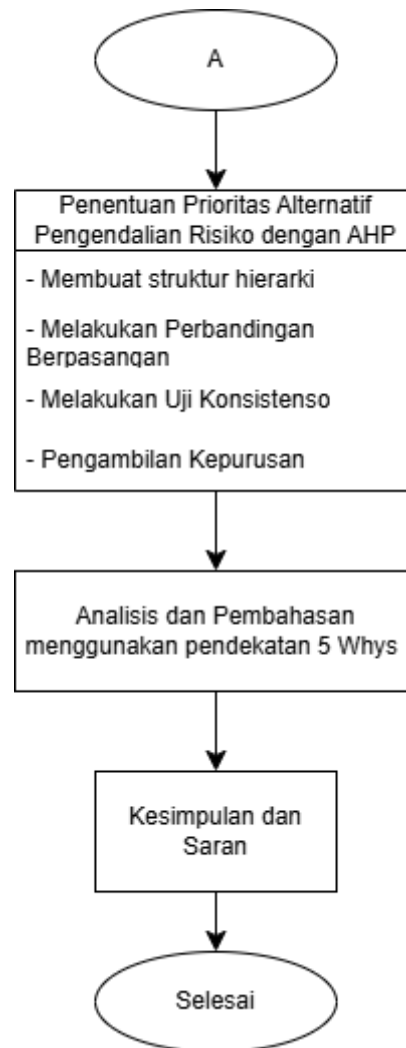
Data primer merupakan data yang didapatkan dengan cara melakukan observasi langsung dan wawancara. Dalam hal ini peneliti melakukan observasi langsung ke bagian produksi PT. SAFA Agrotek Indonesia dan mengamati aktivitas-aktivitas produksi secara detail serta melakukan wawancara kepada pekerja sehingga peneliti dapat mengidentifikasi potensi-potensi bahaya sebelum dilakukan penilaian dan pemberian saran perbaikan yang dibantu dengan metode HIRA dan JSA. Untuk pemilihan pengendalian risiko, peneliti membuat kuesioner perbandingan berpasangan dari setiap potensi bahaya sehingga dapat diputuskan pemilihan potensi bahaya mana yang menjadi prioritas dilakukan perbaikan oleh perusahaan dengan metode AHP.

2. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari berbagai studi di antaranya adalah data penelitian terdahulu, jurnal penelitian dan laporan kecelakaan kerja milik perusahaan.

3.4 Alur Penelitian





Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Tahapan Alur Penelitian:

1. Mulai
2. Studi Literatur dan Lapangan
Melakukan observasi langsung ke perusahaan dan melakukan wawancara dengan pekerja. Selain itu, peneliti juga mempelajari literatur-literatur terkait untuk membantu penyusunan laporan penelitian.
3. Identifikasi Masalah
Setelah melakukan observasi dan wawancara dengan pekerja di bagian produksi, peneliti mengidentifikasi masalah-masalah yang ada pada bagian tersebut.
4. Perumusan Masalah
Peneliti merumuskan masalah – masalah yang ada guna mempermudah proses penelitian.

5. Batasan dan Tujuan Penelitian

Peneliti membuat batasan dan tujuan penelitian agar dalam pengerjaannya pengerjaannya menjadi fokus, sistematis dan tidak menyimpang dari permasalahan yang ditentukan.

6. Pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) dan *Job Safety Analysis* (JSA) dalam mengidentifikasi potensi bahaya pada proses produksi pupuk di PT. SAFA Agrotek Indonesia. Pada metode HIRA, peneliti menguraikan tahapan kerja pada bagian produksi, kemudian diidentifikasi potensi bahaya dan risiko dari tiap tahapan-tahapan kerja. Setelah itu dilakukan penilaian risiko dengan mengalikan tingkat *Likelihood* (kemungkinan) dan *Severity* (keparahan) kemudian dengan menggunakan *Risk Matrix* dapat diketahui tingkat risiko dari masing-masing potensi bahaya. Dengan metode JSA, peneliti menguraikan tahapan kerja pada setiap bagian produksi, kemudian peneliti juga mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko dari tiap tahapan-tahapan kerja beserta pengendaliannya. Kemudian dengan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) peneliti akan membuat struktur hierarki dari potensi-potensi bahaya berkategori *extreme* dan *high* dan melakukan perbandingan berpasangan dari hasil kuesioner yang dibagikan kepada *expert* sehingga didapatkan urutan prioritas potensi bahaya yang harus dilakukan pengendalian risiko oleh perusahaan.

7. Analisis dan Pembahasan

Pada tahapan ini, peneliti melakukan analisis secara lebih rinci dari hasil pengumpulan data sebelumnya. Dengan metode *5 Whys*, peneliti akan mendapatkan akar penyebab dari masing-masing potensi bahaya sehingga rekomendasi pengendalian risiko yang diberikan akan lebih rinci dan tepat.

8. Kesimpulan dan saran

Tahapan ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang juga menjawab dari rumusan masalah sebelumnya. Peneliti juga dapat memberikan saran perbaikan pada perusahaan agar perusahaan dapat meminimalisir risiko-risiko yang ada.

9. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan

PT. SAFA Agrotek Indonesia merupakan perusahaan manufaktur penghasil pupuk yang didirikan pada tahun 2019. Pupuk yang diproduksi perusahaan ini adalah pupuk makro, mikro, dan hayati yang memiliki bahan baku utama *zinc* (Zn) dan *copper* (Cu). Nama SAFA pada perusahaan ini merupakan singkatan nama dari pendiri perusahaan yaitu Susanto Nusalim, Amin Tanjaya, Ferry B. Yakin, Aan Yunawan, dan Andreas Duden. Pada awal berdirinya perusahaan ini, pupuk yang dihasilkan hanya didistribusikan pada sektor perkebunan kelapa sawit saja. Namun seiring berjalannya waktu, perusahaan menerima permintaan dari sektor industri pertanian dan perkebunan lain.

4.1.2 Proses Produksi

PT. SAFA Agrotek Indonesia merupakan perusahaan yang memproduksi pupuk mikro ZnCu dan NPK Padat. Pada tabel 4.1 di bawah ini terdapat diagram alir produksi pupuk:

Tabel 4. 1 Diagram Alir Produksi Pupuk Mikro PT. SAFA Agrotek Indonesia

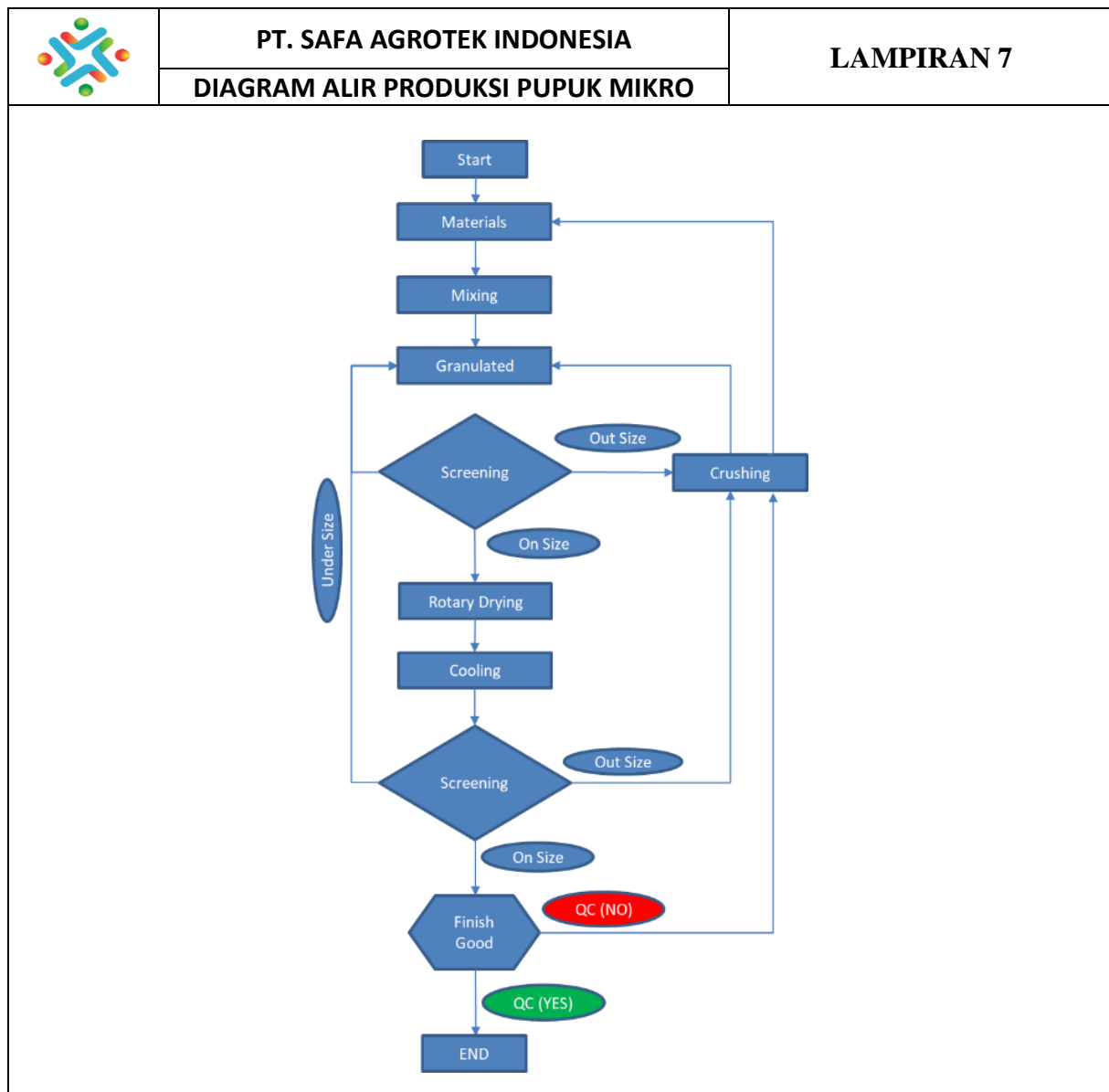


Diagram alir proses produksi pupuk pada tabel 4.1 di atas dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

1. *Mixing*

Proses *mixing* merupakan proses pencampuran bahan baku yang telah ditimbang sebelumnya di gudang. Dalam proses *mixing* pekerja memasukkan bahan baku secara manual menggunakan sekop ke mesin *mixer*. Kemudian mesin bekerja dengan bantuan energi listrik.



Gambar 4. 1 Proses Pencampuran Bahan Baku ke Mesin *Mixer*

2. Granulasi

Proses granulasi adalah proses pembentukan bahan baku pupuk yang sudah dicampur menjadi butiran-butiran pupuk yang lebih besar. PT. SAFA Agrotek Indonesia memiliki dua mesin *pan* untuk proses granulasi yang dikerjakan masing-masing dengan satu pekerja. Dengan tambahan air, pekerja memasukkan campuran bahan baku menggunakan sekop ke *pan* kemudian melakukan proses granulasi menggunakan tangan. Mesin *pan* pada proses granulasi ini digerakkan oleh energi listrik.



Gambar 4. 2 Proses Granulasi

3. *Rotary Drying*

Setelah proses granulasi, butiran-butiran pupuk tersebut masuk ke dalam mesin *rotary drying* atau pengeringan melalui *conveyor*. Mesin *rotary drying* menggunakan api yang berbahan baku pelet kayu dalam proses pengeringannya. Dimana pada proses ini terdapat satu pekerja yang bertugas untuk mengontrol suhu api agar proses dan hasil pengeringan pupuk berjalan sesuai dengan standar perusahaan.



Gambar 4. 3 Proses Pengeringan Pupuk dengan Mesin *Rotary Drying*

4. *Rotary Cooling*

Setelah proses pengeringan, pupuk masuk ke dalam mesin *rotary cooling* atau proses pendinginan. Mesin ini memiliki *blower* yang membantu proses pendinginan menjadi lebih cepat. Mesin ini juga digerakkan menggunakan energi listrik.



Gambar 4. 4 Proses Pendinginan Pupuk dengan Mesin *Rotarty Cooling*

5. *Screening*

Setelah dilakukan pendinginan, pupuk akan masuk ke bagian *screening* dimana pada bagian ini akan terjadi penyeleksian ukuran pupuk menjadi tiga macam yaitu *in size* (ukuran yang sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan perusahaan), *out size* (ukuran pupuk yang terlalu besar dari spesifikasi yang ditetapkan perusahaan), dan *under size* (ukuran pupuk yang terlalu kecil dari spesifikasi yang ditetapkan perusahaan). Untuk pupuk yang masuk ke dalam ukuran *in size* akan langsung diproses untuk *packing*, untuk pupuk yang masuk ke dalam ukuran *out size* akan masuk ke mesin *crushing*, dan untuk pupuk yang masuk ke dalam ukuran *under size* akan dilakukan proses granulasi ulang sehingga tidak ada *waste* dalam produksi pupuk.



Gambar 4. 5 Proses *Screening* Pupuk menjadi Ukuran *In Size*, *Out Size*, dan *Under Size*

6. *Crushing*

Pupuk yang masuk ke dalam ukuran *out size* akan masuk ke dalam mesin *crusher*. Setelah ukuran pupuk menjadi butiran yang lebih kecil, pupuk akan digranulasi ulang. Mesin *crusher* digerakkan menggunakan energi listrik.



Gambar 4. 6 Proses *Crushing* Pupuk *Out Size* dengan Mesin *Crusher*

7. *Packing*

Pupuk yang ukurannya sudah sesuai spesifikasi akan masuk ke proses *packing* dimana proses ini dikerjakan oleh satu orang dengan menimbang pupuk terlebih dahulu sebelum menjahit karung yang berisikan pupuk. Setelah proses *packing* selesai, pupuk akan dibawa ke gudang penyimpanan.



Gambar 4. 7 Proses *Packing* Pupuk

4.1.3 Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)

Metode Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) ini digunakan untuk mengidentifikasi potensi-potensi bahaya selama proses produksi pupuk di PT. SAFA Agrotek Indonesia. Hasil identifikasi pada tabel 4.2 di bawah didapatkan dari hasil observasi langsung dan wawancara kepada pekerja. Berikut merupakan uraian potensi bahaya dari masing-masing tahapan proses produksi:

Tabel 4. 2 Identifikasi Potensi Bahaya

No.	Tahapan Proses	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Kode
1.	<i>Mixing</i>	Partikel bahan baku yang berukuran mikro	Terpaparnya partikel-partikel pupuk sehingga dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan penglihatan	Bahan baku pupuk	A1
		Proses pengangkutan bahan baku dari gudang bahan baku ke mesin <i>mixer</i> dengan bahu	Dapat menyebabkan nyeri otot dan kelelahan	Pengangkutan berulang	A2
		Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	A3
2.	Granulasi	Proses granulasi yang menghasilkan debu	Terpaparnya partikel-partikel debu sehingga dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan penglihatan	Bahan baku pupuk	B1
		Pemindahan bahan baku yang telah dicampur ke mesin granulasi dengan menggunakan sekop	Gerakan yang berulang dan tidak ergonomi sehingga dapat menyebabkan nyeri punggung dan <i>musculoskeletal disorders</i> (MSDs)	Pengangkutan berulang	B2
		Rotasi <i>pan</i> yang terus menerus dengan bahan baku yang bersifat korosif	Penipisan <i>pan</i> sehingga sering dilakukan perbaikan dan mempengaruhi hasil produksi	Bahan baku pupuk	B3
		Lantai licin karena adanya genangan air	Pekerja dapat terpeleset	Pupuk	B4
		Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	B5

No.	Tahapan Proses	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Kode
3.	<i>Rotary Drying</i>	Terpapar api saat memasukkan bahan bakar ke dalam tungku	Pekerja terkena luka bakar dan mengalami dehidrasi	Tungku pengeringan	C1
		Pengontrolan suhu api yang kurang baik	Kandungan air pada pupuk tidak sesuai spesifikasi dan dapat mengakibatkan kebakaran	Tungku pengeringan	C2
		Terhirupnya asap sisa pembakaran	Terganggunya saluran pernapasan dan penglihatan	Proses pembakaran	C3
		Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	C4
4.	<i>Rotary Cooling</i>	Debu dan asap yang dihasilkan saat proses pendinginan	Terganggunya saluran pernapasan dan penglihatan	Proses pendinginan	D1
		Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	D2
5.	<i>Screening</i>	Debu yang dihasilkan pupuk yang keluar dari mesin <i>screening</i>	Terganggunya saluran pernapasan dan penglihatan	Pupuk	E1
		Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	E2
6.	<i>Crushing</i>	Proses penghancuran pupuk <i>out size</i>	Kebisingan	Mesin <i>crusher</i>	F1
		Hasil pupuk <i>out size</i> terlalu banyak	Mesin <i>crushing</i> macet sehingga mesin tidak dapat bekerja	Pupuk	F2
		Pembersihan mesin yang macet	Tangan terluka terkena mesin <i>crushing</i>	Mesin <i>crusher</i>	F3
		Mesin <i>gear</i> putar tidak ada penutup	Tangan terluka akibat terkena mesin <i>gear</i> putar	Mesin <i>crusher</i>	F4
		Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	F5
7.	<i>Packing</i>	Proses menjahit karung setelah pupuk dimasukkan	Tangan terluka karena jarum mesin jahit	Mesin jahit	G1
		Proses pengangkutan pupuk ke gudang barang menggunakan gerobak sorong	Kaki terlindas roda	Gerobak sorong	G2

No.	Tahapan Proses	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Kode
		Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	G3

4.1.4 Risk Assessment

Setelah dilakukan identifikasi risiko dari setiap aktivitas proses kemudian akan dilakukan penilaian risiko dengan mengalikan nilai *severity* dengan *likelihood*. Pada tabel di bawah ini merupakan hasil penilaian risiko berdasarkan hasil diskusi peneliti dengan pekerja bagian produksi:

Tabel 4. 3 Hasil Penilaian Risiko

Kode	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Penilaian Risiko			Level Risiko
				Likelihood	Severity	LxS	
Mixing							
A1	Partikel bahan baku yang berukuran mikro	Terpaparnya partikel-partikel pupuk sehingga dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan penglihatan	Bahan baku pupuk	5	2	10	High
A2	Proses pengangkutan bahan baku dari gudang bahan baku ke mesin <i>mixer</i> dengan bahu	Dapat menyebabkan nyeri otot dan kelelahan	Pengangkutan berulang	4	2	8	High
A3	Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	3	4	12	Extreme
Granulasi							
B1	Proses granulasi yang menghasilkan debu	Terpaparnya partikel-partikel debu sehingga dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan penglihatan	Bahan baku pupuk	5	2	10	High

Kode	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Penilaian Risiko			Level Risiko
				Likelihood	Severity	LxS	
B2	Pemindahan bahan baku yang telah dicampur ke mesin granulasi dengan menggunakan sekop	Gerakan yang berulang dan tidak ergonomi sehingga dapat menyebabkan nyeri punggung dan <i>musculoskeletal disorders</i> (MSDs)	Pengangkutan berulang	4	2	8	High
B3	Rotasi <i>pan</i> yang terus menerus dengan bahan baku yang bersifat korosif	Penipisan <i>pan</i> sehingga sering dilakukan perbaikan dan mempengaruhi hasil produksi	Bahan baku pupuk	4	1	4	Medium
B4	Lantai licin karena adanya genangan air	Pekerja dapat terpeleset	Pupuk	3	2	6	Medium
B5	Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	3	4	12	Extreme
Rotary Drying							
C1	Terpapar api saat memasukkan bahan bakar ke dalam tungku	Pekerja terkena luka bakar dan mengalami dehidrasi	Tungku pengeringan	4	2	8	High
C2	Pengontrolan suhu api yang kurang baik	Kandungan air pada pupuk tidak sesuai spesifikasi dan dapat mengakibatkan kebakaran	Tungku pengeringan	2	4	8	High
C3	Terhirupnya asap sisa pembakaran	Terganggunya saluran pernapasan dan penglihatan	Proses pembakaran	5	2	10	High
C4	Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	3	4	12	Extreme
Rotary Cooling							
D1	Debu dan asap yang dihasilkan saat proses pendinginan	Terganggunya saluran pernapasan dan penglihatan	Proses pendinginan	5	2	10	High

Kode	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Penilaian Risiko			Level Risiko
				Likelihood	Severity	LxS	
D2	Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	3	4	12	<i>Extreme</i>
Screening							
E1	Debu yang dihasilkan pupuk yang keluar dari mesin <i>screening</i>	Terganggunya saluran pernapasan dan penglihatan	Pupuk	5	2	10	<i>High</i>
E2	Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	3	4	12	<i>Extreme</i>
Crushing							
F1	Proses penghancuran pupuk <i>out size</i>	Kebisingan	Mesin <i>crusher</i>	3	1	3	<i>Low</i>
F2	Hasil pupuk <i>out size</i> terlalu banyak	Mesin <i>crushing</i> macet sehingga mesin tidak dapat bekerja	Pupuk	3	1	3	<i>Low</i>
F3	Pembersihan mesin yang macet	Tangan terluka terkena mesin <i>crushing</i>	Mesin <i>crusher</i>	3	3	9	<i>High</i>
F4	Mesin <i>gear</i> putar tidak ada penutup	Tangan terluka akibat terkena mesin <i>gear</i> putar	Mesin <i>crusher</i>	2	3	6	<i>Medium</i>
F5	Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	3	4	12	<i>Extreme</i>
Packing							
G1	Proses menjahit karung setelah pupuk dimasukkan	Tangan terluka karena jarum mesin jahit	Mesin jahit	3	3	9	<i>High</i>
G2	Proses pengangkutan pupuk ke gudang barang menggunakan gerobak sorong	Kaki terlindas roda	Gerobak sorong	3	3	9	<i>High</i>

Kode	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Penilaian Risiko			Level Risiko
				<i>Likelihood</i>	<i>Severity</i>	LxS	
G3	Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	3	4	12	<i>Extreme</i>

4.1.5 Risk Matrix

Dari hasil *risk assessment* pada tabel di atas maka hasil risiko dapat dikelompokkan ke dalam tabel 4.4 di bawah ini:

Tabel 4. 4 Pengelompokan Potensi Bahaya ke Dalam *Risk Matrix*

<i>Likelihood</i>		<i>Severity</i>				
		<i>Insignificant</i>	<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Major</i>	<i>Catastrophic</i>
		1	2	3	4	5
<i>Almost Certain</i>	5		A1; B1; C3; D1; E1			
<i>Likely</i>	4	B3	A2; B2; C1			
<i>Possible</i>	3	F1; F2	B4	F3; G1; G2	A3; B5; C4; D2; E2; F5; G3	
<i>Unlikely</i>	2			F4	C2	
<i>Rare</i>	1					

Dari hasil klasifikasi level risiko didapatkan tujuh risiko yang memiliki level *extreme* yaitu A3 (konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran pada proses *mixing*), B5 (konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran pada proses granulasi), C4 (konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran pada proses *rotary drying*), D2 (konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran pada proses *rotary cooling*), E2 (konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran pada proses *screening*), F5 (konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran pada proses *crushing*) dan G3 (konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran pada proses *packing*).

Selanjutnya terdapat 12 risiko yang masuk ke dalam level risiko *high* yaitu A1 (terpaparnya partikel-partikel pupuk sehingga dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan penglihatan pada proses *mixing*), A2 (proses pengangkutan bahan baku dari gudang ke *mixer* yang dapat menyebabkan nyeri otot dan kelelahan), B1 (terpaparnya partikel-partikel pupuk sehingga dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan penglihatan pada proses granulasi), B2 (gerakan yang berulang dan tidak ergonomi saat memindahkan campuran bahan baku ke mesin granulasi sehingga dapat menyebabkan nyeri punggung dan *musculoskeletal disorders* (MSDs)), C1 (Pekerja terkena luka bakar dan mengalami dehidrasi akibat terpapar api saat memasukkan bahan bakar ke dalam tungku), C2 (kandungan air pada pupuk tidak sesuai spesifikasi dan dapat

mengakibatkan kebakaran akibat kurangnya pengontrolan suhu api), C3 (terganggunya saluran pernapasan dan penglihatan akibat terhirupnya asap sisa pembakaran), D1 (terganggunya saluran pernapasan dan penglihatan akibat debu dan asap yang dihasilkan saat proses pendinginan), E1 (terganggunya saluran pernapasan dan penglihatan akibat debu dan asap yang dihasilkan saat proses *screening*), F3 (tangan terluka saat membersihkan mesin *crushing* yang macet), G1 (tangan terluka karena jarum mesin jahit) dan G2 (kaki terlindas roda saat mengangkut pupuk menggunakan gerobak sorong).

Selanjutnya terdapat tiga risiko yang masuk ke dalam level risiko *medium* yaitu B3 (penipisan *pan* sehingga sering dilakukan perbaikan dan mempengaruhi hasil produksi), B4 (pekerja dapat terpeleket karena lantai licin), dan F4 (tangan terluka akibat terkena mesin *gear* putar). Terakhir terdapat dua risiko yang masuk ke dalam level risiko *low* yaitu F1 (kebisingan akibat suara yang dihasilkan mesin *crushing*) dan F2 (mesin *crushing* macet sehingga mesin tidak dapat bekerja).

4.1.6 Job Safety Analysis (JSA)

Setelah dilakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko dengan metode HIRA, selanjutnya peneliti mengidentifikasi pengendalian risiko dari setiap aktivitas menggunakan JSA. Berikut merupakan hasil diskusi pembuatan JSA dengan pekerja di produksi:

Tabel 4. 5 Hasil JSA pada Bagian *Mixing*

Judul Pekerjaan		: <i>Mixing</i>			
Tanggal Pembuatan JSA		: 20 Maret 2024			
SOP Alat Pelindung Diri		: Masker, sarung tangan, <i>wearpack safety</i>			
No.	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Level Risiko	Pengendalian Risiko
1.	Partikel bahan baku yang berukuran mikro	Terpaparnya partikel-partikel pupuk sehingga dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan penglihatan	Bahan baku pupuk	<i>High</i>	Peningkatan APD dari masker medis biasa menjadi masker N95 dan kacamata <i>safety</i>
2.	Proses pengangkutan bahan baku dari gudang bahan baku ke mesin	Dapat menyebabkan nyeri otot dan kelelahan	Pengangkutan berulang	<i>High</i>	Menambah gerobak sorong untuk membantu membawa bahan

Judul Pekerjaan			: <i>Mixing</i>		
Tanggal Pembuatan JSA			: 20 Maret 2024		
SOP Alat Pelindung Diri			: Masker, sarung tangan, <i>wearpack safety</i>		
No.	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Level Risiko	Pengendalian Risiko
	<i>mixer</i> dengan bahu				baku ke mesin <i>mixer</i>
3.	Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	<i>Extreme</i>	Membersihkan dan melakukan perawatan panel listrik secara berkala, menambahkan <i>signage</i> di panel listrik sebagai bentuk kehati-hatian serta memastikan letak APAR dapat dijangkau dengan mudah apabila dibutuhkan

Tabel 4. 6 Hasil JSA pada Bagian Granulasi

Judul Pekerjaan			: Granulasi		
Tanggal Pembuatan JSA			: 20 Maret 2024		
SOP Alat Pelindung Diri			: Masker, sarung tangan, <i>wearpack safety</i>		
No.	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Level Risiko	Pengendalian Risiko
1.	Proses granulasi yang menghasilkan debu	Terpaparnya partikel-partikel debu sehingga dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan penglihatan	Bahan baku pupuk	<i>High</i>	Peningkatan APD dari masker medis biasa menjadi masker N95 dan kacamata <i>safety</i>
2.	Pemindahan bahan baku yang telah dicampur ke mesin granulasi dengan menggunakan sekop	Gerakan yang berulang dan tidak ergonomi sehingga dapat menyebabkan nyeri punggung dan	Pengangkutan berulang	<i>High</i>	Melakukan analisis ergonomi terkait waktu, gerakan kerja dan jenis sekop yang disesuaikan dengan pekerja

Judul Pekerjaan			: Granulasi		
Tanggal Pembuatan JSA			: 20 Maret 2024		
SOP Alat Pelindung Diri			: Masker, sarung tangan, <i>wearpack safety</i>		
No.	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Level Risiko	Pengendalian Risiko
		<i>musculoskeletal disorders (MSDs)</i>			sehingga postur kerja dapat diperbaiki
3.	Rotasi <i>pan</i> yang terus menerus dengan bahan baku yang bersifat korosif	Penipisan <i>pan</i> sehingga sering dilakukan perbaikan dan mempengaruhi hasil produksi	Proses granulasi	<i>Medium</i>	Memastikan tidak ada bahan yang tersisa saat proses granulasi serta melakukan pembersihan <i>pan</i> setelah proses produksi
4.	Lantai licin karena adanya genangan air	Pekerja dapat terpeleset	Pupuk	<i>Medium</i>	Mengontrol keluarnya air dari <i>pan</i> saat proses granulasi dan menambah APD sepatu pengaman
5.	Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	<i>Extreme</i>	Membersihkan dan melakukan perawatan panel listrik secara berkala, menambahkan <i>signage</i> di panel listrik sebagai bentuk kehati-hatian serta memastikan letak APAR dapat dijangkau dengan mudah apabila dibutuhkan

Tabel 4. 7 Hasil JSA pada Bagian *Rotary Drying*

Judul Pekerjaan		: <i>Rotary Drying</i>			
Tanggal Pembuatan JSA		: 20 Maret 2024			
SOP Alat Pelindung Diri		: Masker, sarung tangan, <i>wearpack safety</i>			
No.	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Level Risiko	Pengendalian Risiko
1.	Terpapar api saat memasukkan bahan bakar ke dalam tungku	Pekerja terkena luka bakar dan mengalami dehidrasi	Tungku pengeringan	<i>High</i>	Peningkatan APD sarung tangan biasa ke sarung tangan anti api
2.	Pengontrolan suhu api yang kurang baik	Kandungan air pada pupuk tidak sesuai spesifikasi dan dapat mengakibatkan kebakaran	Tungku pengeringan	<i>High</i>	Memastikan SOP pengontrolan tungku api berjalan dengan sesuai dan meletakkan APAR di dekat mesin yang berpotensi menyebabkan kebakaran
3.	Terhirupnya asap sisa pembakaran	Terganggunya saluran pernapasan dan penglihatan	Proses pembakaran	<i>High</i>	Peningkatan APD dari masker medis biasa menjadi masker KN95
4.	Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	<i>Extreme</i>	Membersihkan dan melakukan perawatan panel listrik secara berkala, menambahkan <i>signage</i> di panel listrik sebagai bentuk kehati-hatian serta memastikan letak APAR dapat dijangkau dengan mudah apabila dibutuhkan

Tabel 4. 8 Hasil JSA pada Bagian *Rotary Cooling*

Judul Pekerjaan		: <i>Rotary Cooling</i>			
Tanggal Pembuatan JSA		: 20 Maret 2024			
SOP Alat Pelindung Diri		: Masker, sarung tangan, <i>wearpack safety</i>			
No.	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Level Risiko	Pengendalian Risiko
1.	Debu dan asap yang dihasilkan saat proses pendinginan	Terganggunya saluran pernapasan dan penglihatan	Proses pendinginan	<i>High</i>	Peningkatan APD dari masker medis biasa menjadi masker N95 dan kacamata <i>safety</i>
2.	Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	<i>Extreme</i>	Membersihkan dan melakukan perawatan panel listrik secara berkala, menambahkan <i>signage</i> di panel listrik sebagai bentuk kehati-hatian serta memastikan letak APAR dapat dijangkau dengan mudah apabila dibutuhkan

Tabel 4. 9 Hasil JSA pada Bagian *Screening*

Judul Pekerjaan		: <i>Screening</i>			
Tanggal Pembuatan JSA		: 20 Maret 2024			
SOP Alat Pelindung Diri		: Masker, sarung tangan, <i>wearpack safety</i>			
No.	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Level Risiko	Pengendalian Risiko
1.	Debu yang dihasilkan pupuk yang keluar dari mesin <i>screening</i>	Terganggunya saluran pernapasan dan penglihatan	Pupuk	<i>High</i>	Peningkatan APD dari masker medis biasa menjadi masker N95 dan kacamata <i>safety</i>
2.	Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	<i>Extreme</i>	Membersihkan dan melakukan perawatan panel listrik secara berkala, menambahkan <i>signage</i> di panel listrik sebagai bentuk kehati-hatian serta memastikan

Judul Pekerjaan			: <i>Screening</i>		
Tanggal Pembuatan JSA			: 20 Maret 2024		
SOP Alat Pelindung Diri			: Masker, sarung tangan, <i>wearpack safety</i>		
No.	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Level Risiko	Pengendalian Risiko
					letak APAR dapat dijangkau dengan mudah apabila dibutuhkan

Tabel 4. 10 Hasil JSA pada Bagian *Crushing*

Judul Pekerjaan			: <i>Crushing</i>		
Tanggal Pembuatan JSA			: 20 Maret 2024		
SOP Alat Pelindung Diri			: Masker, sarung tangan, <i>wearpack safety</i>		
No.	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Level Risiko	Pengendalian Risiko
1.	Proses penghancuran pupuk <i>out size</i>	Kebisingan	Mesin <i>crusher</i>	<i>Low</i>	Menambahkan APD berupa pelindung pendengaran
2.	Hasil pupuk <i>out size</i> terlalu banyak	Mesin <i>crushing</i> macet sehingga mesin tidak dapat bekerja	Pupuk	<i>Low</i>	Memastikan pupuk hasil granulasi sesuai dengan spesifikasi sebelum dimasukkan ke mesin <i>rotary drying</i>
3.	Pembersihan mesin yang macet	Tangan terluka terkena mesin <i>crushing</i>	Mesin <i>crusher</i>	<i>High</i>	Menggunakan alat tambahan untuk membersihkan pupuk <i>out size</i> sehingga tangan tidak berkontak langsung dengan sumber bahaya
4.	Mesin <i>gear</i> putar tidak ada penutup	Tangan terluka akibat terkena mesin <i>gear</i> putar	Mesin <i>crusher</i>	<i>Medium</i>	Memastikan penutup mesin yang berputar selalu terpasang
5.	Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	<i>Extreme</i>	Membersihkan dan melakukan perawatan panel listrik secara berkala, menambahkan <i>signage</i> di panel listrik sebagai bentuk kehati-hatian serta memastikan letak APAR dapat dijangkau dengan mudah apabila dibutuhkan

Tabel 4. 11 Hasil JSA pada Bagian *Packing*

Judul Pekerjaan		: <i>Packing</i>			
Tanggal Pembuatan JSA		: 20 Maret 2024			
SOP Alat Pelindung Diri		: Masker, sarung tangan, <i>wearpack safety</i>			
No.	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	Level Risiko	Pengendalian Risiko
1.	Proses menjahit karung setelah pupuk dimasukkan	Tangan terluka karena jarum mesin jahit	Mesin jahit	<i>High</i>	Memastikan pekerja konsisten menggunakan APD serta menambahkan sumber penerang saat proses menjahit
2.	Proses pengangkutan pupuk ke gudang barang menggunakan gerobak sorong	Kaki terlindas roda	Gerobak sorong	<i>High</i>	Menambahkan APD sepatu pengaman
3.	Panel listrik yang kotor terkena debu	Konsleting listrik sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan kebakaran	Panel listrik	<i>Extreme</i>	Membersihkan dan melakukan perawatan panel listrik secara berkala, menambahkan <i>signage</i> di panel listrik sebagai bentuk kehati-hatian serta memastikan letak APAR dapat dijangkau dengan mudah apabila dibutuhkan

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 *Analytic Hierarchy Process (AHP)*

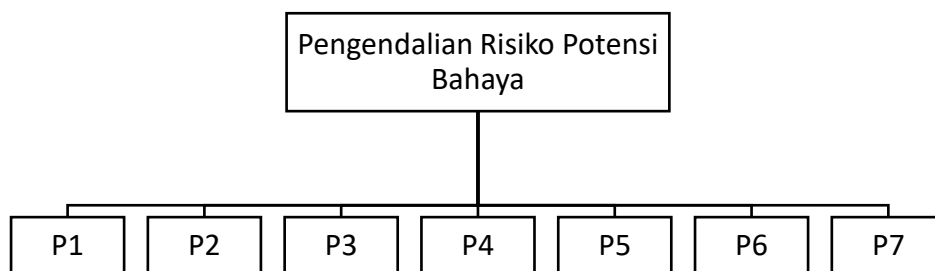
Setelah dilakukan identifikasi dan penilaian risiko, peneliti mendapatkan tujuh potensi bahaya yang masuk ke dalam level *extreme* dan *high* pada tabel 4.12 di bawah ini:

Tabel 4. 12 Potensi Bahaya Kategori *Extreme* dan *High*

Potensi Bahaya	Kategori	Kode
Konsleting Listrik	<i>Extreme</i>	P1
Gangguan Pernapasan dan Penglihatan	<i>High</i>	P2
Tangan yang Terluka Karena Mesin <i>Crushing</i>		P3

Potensi Bahaya	Kategori	Kode
Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit		P4
Kaki Terlindas Roda		P5
Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar <i>Musculoskeletal Disorders</i> (MSDs)		P6
Mengalami Luka Bakar		P7

Dari hasil potensi bahaya di atas akan dilakukan pembobotan kepentingan dengan metode AHP untuk mencari prioritas dilakukannya pengendalian risiko oleh perusahaan. Dalam pencarian prioritas pengendalian risiko ini, perusahaan menyusun struktur hierarki AHP dengan tujuh kriteria seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 4. 8 Struktur Hierarki AHP

4.2.2 Pembobotan Antar Kriteria

Setelah struktur hierarki AHP dibuat, peneliti memberikan kuesioner pembobotan antar kriteria kepada *expert* dimana dalam hal ini adalah direktur produksi PT. SAFA Agrotek Indonesia. Dengan skala perbandingan berpasangan menurut (Saaty, 1977) didapatkan hasil matriks pembobotan pada tabel 4.13 di bawah:

Tabel 4. 13 Matriks Pembobotan Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P1	1	1/3	1/9	1/2	1/7	1/3	1/9
P2	3	1	1/5	4	1/4	1	1/7
P3	9	5	1	7	7	8	1

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P4	2	1/4	1/7	1	1/4	2	1/6
P5	7	4	1/7	4	1	7	1/2
P6	3	1	1/8	1/2	1/7	1	1/4
P7	9	7	1	6	2	4	1
TOTAL	34	18,58	2,72	23	10,79	23,33	3,17

Dari matriks pada tabel 4. 13 di atas kemudian dilakukan normalisasi matriks untuk menyamakan rentang nilai antar 0 dan 1 dengan membagi nilai pembobotan dengan jumlah nilai pembobotan. Pada tabel 4. 14 di bawah terlampir hasil normalisasi matriks pembobotan.

Tabel 4. 14 Hasil Normalisasi Matriks Pembobotan

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P1	0,029	0,018	0,041	0,022	0,013	0,014	0,035
P2	0,088	0,054	0,073	0,174	0,023	0,043	0,045
P3	0,265	0,269	0,367	0,304	0,649	0,343	0,315
P4	0,059	0,013	0,052	0,043	0,023	0,086	0,053
P5	0,206	0,215	0,052	0,174	0,093	0,300	0,158
P6	0,088	0,054	0,046	0,022	0,013	0,043	0,079
P7	0,265	0,377	0,367	0,261	0,185	0,171	0,315
TOTAL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Setelah dilakukan normalisasi matriks, peneliti mendapatkan *eugen value* pada tabel 4. 15 di bawah dengan membagi hasil perkalian matriks masing-masing kriteria dengan *eugen vector* masing-masing kriteria.

Tabel 4. 15 *Eugen Value*

Kriteria	Total Weight Matrix	Eugen Vector	Perkalian Matriks	Eugen Value
P1	0,172	0,025	0,184	7,451
P2	0,501	0,072	0,537	7,514
P3	2,513	0,359	3,137	8,740
P4	0,330	0,047	0,353	7,495
P5	1,198	0,171	1,353	7,904
P6	0,345	0,049	0,357	7,248
P7	1,942	0,277	2,180	7,860
TOTAL	7,000	1,000	8,101	54,212

4.2.3 Perhitungan Rata-Rata *Vector Consistency* (λ Maks)

Setelah mendapatkan *eigen value* dari masing-masing kriteria, peneliti dapat menghitung nilai λ maks menggunakan persamaan 2.1 di bawah ini sehingga didapatkan nilai λ maks sebesar 7.745.

$$\lambda \text{ maks} = \frac{\sum \lambda}{n}$$

$$\lambda \text{ maks} = \frac{54.212}{7} = 7.745$$

4.2.4 Perhitungan Nilai *Consistency Index* (CI)

Selanjutnya peneliti menghitung nilai CI menggunakan persamaan di bawah ini sehingga didapatkan nilai CI sebesar 0.124.

$$CI = \frac{\lambda \text{ maks} - n}{n - 1}$$

$$CI = \frac{7,745 - 7}{7 - 1} = 0.124$$

4.2.5 Perhitungan Nilai *Consistency Ratio* (CR)

Setelah mendapatkan nilai CI, peneliti melakukan uji konsistensi menggunakan persamaan di bawah ini. Untuk nilai *Random Index* pada uji konsistensi ini adalah 1.32. Nilai ini didasarkan pada ketetapan nilai *Random Index* untuk tujuh kriteria.

$$CR = \frac{CI}{IR}$$

$$CR = \frac{0.124}{1.32} = 0.094$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai CR di atas, penilaian pembobotan antar kriteria potensi bahaya yang dilakukan oleh *expert* dapat dikatakan konsisten karena nilai $CR \ 0.094 \leq 0.1$.

4.2.6 Pengambilan Keputusan

Dari hasil pembobotan dan uji konsistensi pada di atas dapat dilakukan pengambilan keputusan urutan prioritas dilakukannya pengendalian risiko pada potensi-potensi bahaya dari nilai *eugen value* masing-masing kriteria. Pada tabel 4.16 di bawah terlampir hasil urutan prioritas pengendalian risiko terhadap potensi bahaya yang ada di bagian produksi PT. SAFA Agrotek Indonesia:

Tabel 4. 16 Urutan Prioritas Pengendalian Risiko pada Potensi Bahaya

Kode	Potensi Bahaya	<i>Eugen Value</i>
P3	Tangan yang Terluka Karena Mesin Crushing	8,7395
P5	Kaki Terlindas Roda	7,9042
P7	Mengalami Luka Bakar	7,86
P2	Gangguan Pernapasan dan Penglihatan	7,5138
P4	Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit	7,4954
P1	Konsleting Listrik	7,4509
P6	Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar <i>Musculoskeletal Disorders</i> (MSDs)	7,2483

4.2.7 Pengendalian risiko

Dari urutan prioritas pada tabel 4.16 di atas dapat dilakukan pengendalian-pengendalian risiko sebagai berikut:

Tabel 4. 17 Pengendalian Risiko

Kode	Potensi Bahaya	Sumber Bahaya	Jenis Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko
P3	Tangan yang Terluka Karena Mesin <i>Crushing</i>	Mesin <i>crusher</i> yang macet	Substitusi	Menggunakan alat tambahan untuk membersihkan pupuk <i>out size</i> sehingga tangan tidak berkontak langsung dengan sumber bahaya
			<i>Administrative Controls</i>	Membuat SOP baru terkait pembersihan pupuk pada mesin <i>crusher</i>
P5	Kaki Terlindas Roda	Proses pengangkutan pupuk ke gudang barang menggunakan gerobak sorong	APD	Menambahkan <i>safety shoes</i> sebagai alat pelindung diri pada pekerja
P7	Mengalami Luka Bakar	Terpapar api saat memasukkan bahan bakar ke dalam tungku pengeringan pada mesin <i>Rotary Drying</i>	Substitusi	Mengganti APD pekerja dari sarung tangan biasa ke sarung tangan anti api
			<i>Administrative Controls</i>	Memberikan pelatihan K3 kepada pekerja terkait pertolongan pertama ketika mengalami luka bakar akibat terpapar api

Kode	Potensi Bahaya	Sumber Bahaya	Jenis Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko
P2	Gangguan Pernapasan dan Penglihatan	Paparasi bahan baku pupuk yang berukuran mikro pada proses <i>mixing</i> , <i>granulasi</i> , <i>rotary drying</i> , <i>rotary cooling</i> , dan <i>screening</i>	Substitusi	Peningkatan APD dari masker medis biasa menjadi masker N95
			APD	Menambahkan APD kacamata <i>safety</i> pada pekerja
			<i>Administrative Controls</i>	Melakukan rotasi pekerja sehingga dapat mengurangi intensitas paparan potensi bahaya
			<i>Engineering Controls</i>	Menambahkan ventilasi di ruang produksi sehingga sirkulasi udara menjadi lebih baik
P4	Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit	Mesin jahit pada proses <i>packing</i>	APD	Menambahkan sumber penerangan di stasiun kerja <i>packing</i>
			<i>Administrative Controls</i>	Melakukan pengecekan dan memastikan pekerja untuk selalu menggunakan APD
P1	Konsleting Listrik	Panel listrik yang kotor terkena debu pada setiap stasiun kerja	<i>Administrative Controls</i>	Membuat jadwal pembersihan dan perawatan panel listrik secara berkala
			<i>Engineering Controls</i>	Menambahkan <i>signage</i> pada panel listrik Melakukan penataan ulang sistem kelistrikan yang ada di bagian produksi sehingga

Kode	Potensi Bahaya	Sumber Bahaya	Jenis Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko
				meminimalisir terpaparnya debu pada panel listrik Meletakkan APAR yang sudah ada ke tempat yang strategis dan mudah dijangkau apabila dibutuhkan
P6	Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar <i>Musculoskeletal Disorders</i> (MSDs)	Pengangkutan berulang bahan baku pada proses <i>mixing</i> dan granulasi	<i>Administrative Controls</i>	Melakukan analisis ergonomi terkait waktu, gerakan kerja dan jenis sekop pada proses granulasi
			Substitusi	Menambah gerobak sorong untuk membantu membawa bahan baku ke mesin <i>mixer</i>

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Identifikasi dan Penilaian Potensi Bahaya

Pada penelitian ini dilakukan identifikasi potensi bahaya yang ada pada bagian produksi PT. SAFA Agrotek Indonesia yang merupakan perusahaan manufaktur pupuk. Bagian produksi PT. SAFA Agrotek Indonesia memiliki beberapa stasiun kerja secara berurutan yaitu proses *mixing* yang di dalamnya dilakukan pencampuran bahan baku ke dalam mesin *mixer*. Kemudian proses granulasi yang merupakan proses pembentukan bahan campuran pupuk menjadi butiran-butiran yang lebih besar. Selanjutnya pupuk masuk ke dalam proses *rotary drying* yang merupakan proses pengeringan untuk mengurangi kadar air dalam pupuk. Kemudian dengan *conveyor* pupuk masuk ke dalam proses *rotary cooling* yaitu proses pendinginan pupuk yang dibantu dengan mesin *blower*. Setelah dingin, akan dilakukan proses *screening* ukuran butiran pupuk. Apabila butiran pupuk masuk ke dalam kategori *out size* maka butiran pupuk tersebut akan dihancurkan kembali ke dalam proses *crushing* sebelum dilakukan proses granulasi ulang bersama butiran pupuk yang masuk ke dalam kategori *under size*. Setelah didapatkan ukuran butiran pupuk yang sesuai, akan dilakukan proses *packing*.

Dalam melakukan identifikasi potensi bahaya, peneliti menggunakan metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) dan *Job Safety Analysis* (JSA). Dengan metode HIRA peneliti mengumpulkan data dengan melakukan pengamatan langsung proses produksi pupuk dan melakukan wawancara kepada para pekerja terkait kecelakaan kerja yang pernah terjadi selama proses produksi dan potensi bahaya apa saja yang memungkinkan terjadi saat proses produksi. Dari pengumpulan data tersebut didapatkan 24 potensi bahaya dalam tujuh proses produksi pupuk. Kemudian dilakukan penilaian risiko dari potensi-potensi bahaya tersebut dengan mengalikan tingkat *likelihood* dengan tingkat *severity* dan dengan matriks risiko dilakukan pengelompokan potensi bahaya ke dalam kategori *extreme*, *high*, *medium* dan *low*. Potensi bahaya yang masuk ke dalam kategori *extreme* adalah potensi terjadinya konsleting

listrik pada setiap stasiun kerja sehingga dapat menyebabkan arus listrik pendek dan berpotensi menyebabkan kebakaran. Potensi bahaya ini memang belum pernah terjadi selama proses produksi tapi peneliti memasukkan potensi bahaya ini ke dalam kategori *extreme* karena apabila potensi bahaya ini terjadi tingkat keparahan yang dihasilkan cukup besar dan sangat merugikan perusahaan. Kemudian untuk kategori *high* terdapat potensi gangguan pernapasan dan penglihatan pada pekerja akibat terpaparnya debu dan bahan baku pupuk pada proses *mixing*, granulasi, *rotary drying*, *rotary cooling*, dan *screening*, potensi bahaya tangan yang terluka karena mesin *crusher* dan alat jahit pada proses *packing*, potensi kaki terlindas roda gerobak sorong pada proses *packing*, potensi terjadinya nyeri punggung dan risiko terpapar *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada proses *mixing* dan granulasi, kemudian yang terakhir ada potensi terjadinya luka bakar karena kontak langsung dengan tungku pembakaran pada proses *rotary drying*. Peneliti memasukkan potensi-potensi bahaya tersebut ke dalam kategori *high* karena potensi-potensi bahaya tersebut pernah beberapa kali terjadi dan membutuhkan penanganan medis. Selanjutnya untuk kategori *medium* terdapat tiga potensi bahaya yaitu terjadinya penipisan *pan* pada mesin granulasi, potensi terplesetnya pekerja karena lantai yang licin pada proses granulasi dan potensi tangan terluka terkena mesin *gear* putar pada mesin *crusher*. Peneliti memasukkan potensi-potensi bahaya tersebut ke dalam kategori *medium* karena tingkat kemungkinan yang memungkinkan untuk terjadi dan tingkat keparahan yang tidak signifikan atau *minor*. Terakhir untuk kategori *low* terdapat dua potensi bahaya yaitu gangguan kebisingan di stasiun kerja *crushing* dan macetnya mesin *crusher* sehingga mesin tidak dapat digunakan. Potensi-potensi bahaya ini memungkinkan untuk terjadi tetapi dampak yang diberikan tidak signifikan.

Selanjutnya setelah dilakukan pengelompokan potensi bahaya ke dalam matriks risiko, penulis juga melakukan identifikasi menggunakan metode JSA. Dengan metode ini, penulis melakukan identifikasi potensi bahaya dan pemberian saran pengendalian risiko secara lebih rinci pada setiap stasiun kerja.

Pengidentifikasi dan penilaian potensi bahaya menggunakan metode HIRA dan JSA ini akan menjadi lebih rinci apabila perusahaan memiliki bagian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sendiri dalam struktur perusahaan dan memiliki dokumen historis kecelekaan kerja yang pernah terjadi selama proses produksi secara tertulis, sehingga dapat mendukung proses penilaian risiko yang dilakukan penulis. Dengan adanya pekerja yang fokus pada bagian penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di perusahaan, penulis juga dapat dengan

mudah mengkoordinasikan saran-saran perbaikan sehingga dapat diaplikasikan langsung ke dalam proses produksi dan dapat dilakukan perbandingan penilaian potensi bahaya sebelum dan sesudah dilakukannya pengendalian risiko.

5.2 Analytic Hierarchy Process (AHP)

Berdasarkan pengendalian-pengendalian risiko yang dapat dilakukan perusahaan dalam meminimalisir potensi bahaya yang ada, akan dilakukan pembobotan untuk mengambil keputusan urutan prioritas potensi bahaya mana yang dapat dilakukan pengendalian-pengendalian bahaya segera. Dengan metode AHP, penulis dapat memutuskan urutan prioritas pengendalian berdasarkan *eugen value* dari masing-masing kriteria potensi bahaya, dimana dalam hal ini penulis hanya memasukkan potensi bahaya kategori *extreme* dan *high* ke dalam kriteria tersebut karena peneliti menilai tingkat kemungkinan dan keparahan yang cukup tinggi dari kategori-kategori tersebut. Adapun potensi-potensi bahaya yang masuk ke dalam kategori *extreme* dan *high* adalah Konsleting Listrik (P1), Gangguan Pernapasan dan Penglihatan (P2), Tangan yang Terluka Karena Mesin *Crushing* (P3), Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit (P4), Kaki Terlindas Roda (P5), Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) (P6), dan Mengalami Luka Bakar (P7). Kriteria-kriteria ini juga terlampir pada tabel 4.12 di atas.

Setelah mendapatkan nilai pembobotan yang dianggap konsisten, pemilihan prioritas urutan potensi bahaya yang dilakukan pengendalian risiko dapat diurutkan berdasarkan *eugen value* masing-masing kriteria. Hasil urutan prioritas pengendalian potensi bahaya ini adalah Tangan yang Terluka Karena Mesin *Crushing* (P3), Kaki Terlindas Roda (P5), Mengalami Luka Bakar (P7), Gangguan Pernapasan dan Penglihatan (P2), Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit (P4), Konsleting Listrik (P1), Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) (P6).

5.3 Analisis Penyebab Bahaya dengan 5 Whys

Sebelum dilakukan perbaikan dan pengendalian potensi-potensi bahaya sesuai prioritas dari hasil metode pengambilan keputusan AHP, peneliti akan menjabarkan penyebab-penyebab potensi bahaya tersebut menggunakan pendekatan 5 *Whys*, dimana dengan pendekatan ini penulis akan mendapatkan akar penyebab dari masing-masing potensi bahaya.

5.3.1 Analisis Penyebab Bahaya Tangan yang Terluka Karena Mesin *Crushing* (P3)

Pada tabel 5.1 di bawah ini terlampir hasil analisis penyebab potensi bahaya tangan yang terluka pada mesin *crushing*.

Tabel 5. 1 Analisis 5 *Whys* pada Penyebab Bahaya Tangan yang Terluka Karena Mesin *Crushing* (P3)

Kenapa 1	Kenapa terdapat potensi bahaya tangan pekerja terluka pada mesin <i>crushing</i> ?
Kenapa 2	Kenapa pekerja melakukan kontak langsung dengan mesin <i>crusher</i> ?
Kenapa 3	Kenapa pekerja menggunakan tangan dalam membersihkan mesin <i>crushing</i> yang macet?
Kenapa 4	Kenapa pekerja tidak menggunakan alat dalam membersihkan mesin <i>crusher</i> ?
Kenapa 5	Kenapa perusahaan belum memfasilitasi dan membuat SOP pembersihan pada mesin <i>crusher</i> ?

Problem Statement

- a. Kenapa terdapat potensi bahaya tangan pekerja terluka pada mesin *crushing*?
 Karena pekerja melakukan kontak langsung dengan mesin *crushing*.
- b. Kenapa pekerja melakukan kontak langsung dengan mesin *crusher*?
 Karena pekerja harus membersihkan pupuk yang berukuran *out size* (lebih besar dari standar ukuran pupuk perusahaan) yang membuat mesin *crusher* macet menggunakan tangan.
- c. Kenapa pekerja menggunakan tangan dalam membersihkan mesin *crushing* yang macet?
 Karena belum ada alat yang dapat membantu pekerja dalam membersihkan mesin *crusher*.
- d. Kenapa pekerja tidak menggunakan alat dalam membersihkan mesin *crusher*?
 Karena perusahaan belum memfasilitasi dan menambahkan SOP pembersihan mesin *crusher*.
- e. Kenapa perusahaan belum memfasilitasi dan membuat SOP pembersihan pada mesin *crusher*?
 Karena potensi bahaya pada mesin *crusher* ini belum pernah terjadi sebelumnya.

Dari hasil analisis 5 *Whys* di atas akar penyebab terjadinya potensi bahaya tersebut adalah karena kurangnya kesadaran perusahaan dalam menganalisis potensi-potensi bahaya saat proses produksi. Untuk mengatasi potensi bahaya, perusahaan dapat melakukan pengendalian *administrative controls* dengan membuat SOP dalam membersihkan mesin *crusher* yang macet

serta pengendalian substitusi dengan menambahkan alat bantu untuk membersihkan pupuk sehingga pekerja tidak menggunakan tangan lagi.

5.3.2 Analisis Penyebab Bahaya Kaki Terlindas Roda (P5)

Pada tabel 5.2 di bawah ini terlampir hasil analisis penyebab potensi bahaya kaki yang terlindas roda saat memindahkan pupuk yang sudah dikemas ke dalam gudang dengan gerobak sorong (P5).

Tabel 5. 2 Analisis 5 *Whys* pada Penyebab Bahaya Kaki Terlindas Roda (P5)

Kenapa 1	Kenapa terdapat potensi bahaya bahaya kaki terlindas roda?
Kenapa 2	Kenapa pekerja tidak menggunakan alas kaki saat bekerja?
Kenapa 3	Kenapa pekerja merasa lebih nyaman untuk tidak menggunakan alas kaki ketika bekerja?
Kenapa 4	Kenapa pekerja tidak terbiasa menggunakan alas kaki saat bekerja?
Kenapa 5	Kenapa perusahaan perusahaan kurang bertindak tegas akan penggunaan APD <i>safety shoes</i> kepada pekerja?

Problem Statement

a. Kenapa terdapat potensi bahaya bahaya kaki terlindas roda?

Karena pekerja tidak menggunakan alas kaki saat bekerja.

b. Kenapa pekerja tidak menggunakan alas kaki saat bekerja?

Karena pekerja merasa lebih nyaman bekerja tanpa alas kaki.

c. Kenapa pekerja merasa lebih nyaman untuk tidak menggunakan alas kaki ketika bekerja?

Karena pekerja tidak membiasakan diri menggunakan alas kaki saat bekerja.

d. Kenapa pekerja tidak terbiasa menggunakan alas kaki saat bekerja?

Karena perusahaan kurang menindaktegaskan penggunaan APD berupa *safety shoes* kepada pekerja.

e. Kenapa perusahaan kurang bertindak tegas akan penggunaan APD *safety shoes* kepada pekerja?

Karena pekerja masih sering mengabaikan SOP penggunaan APD saat bekerja.

Dari hasil analisis 5 *Whys* di atas akar penyebab terjadinya potensi bahaya tersebut adalah karena kurangnya kesadaran pekerja dalam pentingnya penggunaan APD dalam bekerja. Untuk

mengatasi potensi bahaya tersebut, perusahaan dapat memberikan pelatihan K3 kepada para pekerja sebagai pengendalian *administrative controls*. Perusahaan juga harus selalu mengecek penggunaan APD saat bekerja dan bertindak tegas apabila pekerja tidak menggunakan APD tersebut. Selain itu, perusahaan dapat membeli *safety shoes* yang disesuaikan dengan ukuran kaki pekerja sehingga pekerja bisa lebih nyaman menggunakannya.

5.3.3 Analisis Penyebab Bahaya Mengalami Luka Bakar (P7)

Pada tabel 5.3 di bawah ini terlampir hasil analisis penyebab potensi bahaya pekerja yang mengalami luka bakar pada stasiun kerja *rotary drying* (P7).

Tabel 5. 3 Analisis 5 *Whys* pada Penyebab Bahaya Mengalami Luka Bakar (P7)

Kenapa 1	Kenapa terdapat potensi bahaya bahaya pekerja mengalami luka bakar?
Kenapa 2	Kenapa pekerja harus menggunakan tangan saat memasukkan bahan bakar kayu ke dalam tungku pembakaran?
Kenapa 3	Kenapa pekerja merasa lebih efektif saat menggunakan tangan dalam memasukkan bahan baku kayu ke dalam tungku pembakaran?
Kenapa 4	Kenapa perusahaan tidak menggunakan bahan baku kayu yang berukuran lebih besar?
Kenapa 5	Kenapa perusahaan tidak mencoba mencari alternatif lain yang dapat digunakan sebagai mesin pengering pupuk?

Problem Statement

a. Kenapa terdapat potensi bahaya bahaya pekerja mengalami luka bakar?

Karena pekerja harus memasukkan bahan bakar kayu ke dalam tungku pembakaran saat mengontrol suhu di mesin *rotary drying* menggunakan tangan.

b. Kenapa pekerja harus menggunakan tangan saat memasukkan bahan bakar kayu ke dalam tungku pembakaran?

Karena pekerja merasa lebih efektif dalam memasukkan bahan baku kayu ke dalam tungku apabila langsung menggunakan tangan.

c. Kenapa pekerja merasa lebih efektif saat menggunakan tangan dalam memasukkan bahan baku kayu ke dalam tungku pembakaran?

Karena bahan baku kayu yang digunakan berbentuk serbuk pelet.

- d. Kenapa perusahaan tidak menggunakan bahan baku kayu yang berukuran lebih besar?
 Karena bahan bakar kayu yang berbentuk serbuk lebih stabil penggunaannya dalam mengontrol suhu tungku pembakaran.
- e. Kenapa perusahaan tidak mencoba mencari alternatif lain yang dapat digunakan sebagai mesin pengering pupuk?
 Karena *production cost* mesin pengering berbahan baku kayu dinilai masih lebih murah dibandingkan dengan mesin pengering yang menggunakan sumber daya listrik.

Dari hasil analisis 5 *Whys* di atas akar penyebab terjadinya potensi bahaya tersebut adalah karena tidak adanya alternatif lain mesin pengering pupuk yang lebih murah dari mesin pengering yang berbahan bakar kayu. Apabila perusahaan merasa pengendalian risiko *engineering controls* berupa pergantian mesin pengering menjadi mesin pengering yang bersumber daya listrik seperti oven listrik masih mahal, perusahaan dapat melakukan substitusi penggunaan APD sarung tangan biasa menjadi sarung tangan tahan panas dan api sehingga meminimalisir terjadinya luka bakar pada pekerja. Selain itu, perusahaan juga dapat melakukan pengendalian *administrative controls* dengan memberikan pelatihan K3 kepada pekerja terkait pertolongan pertama ketika mengalami luka bakar akibat paparan api.

5.3.4 Analisis Penyebab Bahaya Gangguan Pernapasan dan Penglihatan (P2)

Pada tabel 5.4 di bawah ini terlampir hasil analisis penyebab potensi bahaya gangguan pernapasan dan penglihatan (P2).

Tabel 5. 4 Analisis 5 *Whys* pada Penyebab Bahaya Gangguan Pernapasan dan Penglihatan (P2)

Kenapa 1	Kenapa terdapat potensi bahaya gangguan pernapasan dan penglihatan kepada para pekerja?
Kenapa 2	Kenapa pekerja terpapar debu, partikel-partikel bahan baku pupuk yang berukuran mikro, dan asap hasil pembakaran kayu bakar secara langsung dengan intensitas yang tinggi?
Kenapa 3	Kenapa pekerja tidak menggunakan masker dan kacamata <i>safety</i> saat bekerja?
Kenapa 4	Kenapa pekerja merasa kurang nyaman apabila menggunakan APD yang sesuai dengan pedoman K3?
Kenapa 5	Kenapa bagian produksi memiliki suhu yang tinggi?

Problem Statement

- a. Kenapa terdapat potensi bahaya gangguan pernapasan dan penglihatan kepada para pekerja?
Karena pekerja di bagian produksi mengalami paparan debu, partikel-partikel bahan baku pupuk yang berukuran mikro, dan asap hasil pembakaran kayu bakar secara langsung dengan intensitas yang tinggi.
- b. Kenapa pekerja terpapar debu, partikel-partikel bahan baku pupuk yang berukuran mikro, dan asap hasil pembakaran kayu bakar secara langsung dengan intensitas yang tinggi?
Karena pekerja hanya menggunakan kain untuk menutup bagian mulut dan hidung serta tidak menggunakan kacamata *safety*.
- c. Kenapa pekerja tidak menggunakan masker dan kacamata *safety* saat bekerja?
Karena pekerja merasa sudah biasa menggunakan penutup kain dan merasa gerah apabila menggunakan masker medis yang sesuai dengan SOP.
- d. Kenapa pekerja merasa kurang nyaman apabila menggunakan APD yang sesuai dengan pedoman K3?
Karena kondisi bagian produksi yang cukup panas.
- e. Kenapa bagian produksi memiliki suhu yang tinggi?
Karena proses pengeringan pupuk yang menggunakan bahan bakar kayu berada di satu stasiun kerja yang sama dengan yang lain.

Dari hasil analisis 5 *Whys* di atas akar penyebab terjadinya potensi bahaya tersebut adalah kurangnya sirkulasi udara di dalam ruang produksi. Sehingga perusahaan dapat melakukan *engineering controls* dengan mendesain ulang stasiun kerja dan menambahkan ventilasi sehingga sirkulasi udara menjadi lebih baik. Selain itu, perusahaan juga dapat melakukan pengendalian *administrative controls* dengan memberikan pelatihan K3 kepada pekerja tentang pentingnya penggunaan APD dan perusahaan juga dapat melakukan rotasi pekerja sehingga intensitas paparan akan potensi bahaya dapat berkurang. Untuk pengendalian APD, perusahaan dapat mengganti penggunaan penutup kain dengan masker N95 yang lebih mampu dalam menahan paparan debu dan partikel-partikel mikro serta menambahkan penggunaan kacamata *safety*. Penerapan APD ini juga harus selalu diikuti dengan pengawasan yang intens oleh kepala produksi sehingga pekerja lebih disiplin dalam penggunaannya.

5.3.5 Analisis Penyebab Bahaya Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit (P4)

Pada tabel 5.5 di bawah ini terlampir hasil analisis penyebab tangan yang terluka karena mesin jahit (P4) pada proses *packing*.

Tabel 5. 5 Analisis 5 *Whys* pada Penyebab Bahaya Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit (P4)

Kenapa 1	Kenapa terdapat potensi bahaya tangan yang terluka karena mesin jahit?
Kenapa 2	Kenapa pekerja kurang berhati-hati saat menjahit kemasan pupuk?
Kenapa 3	Kenapa pekerja tidak menggunakan ruangan yang memiliki sumber penerangan yang lebih banyak saat proses <i>packing</i> ?
Kenapa 4	Kenapa faktor keefektifan <i>material handling</i> lebih penting daripada faktor K3 bagi pekerjaan yang berhubungan dengan benda tajam (jarum jahit)?
Kenapa 5	Kenapa tidak ada penambahan pekerja pada bagian <i>screening</i> dan <i>packing</i> ?

Problem Statement

a. Kenapa terdapat potensi bahaya tangan yang terluka karena mesin jahit?

Karena pekerja kurang berhati-hati saat menjahit kemasan pupuk secara manual.

b. Kenapa pekerja kurang berhati-hati saat menjahit kemasan pupuk?

Karena kurangnya sumber penerangan pada stasiun kerja *packing*.

c. Kenapa pekerja tidak menggunakan ruangan yang memiliki sumber penerangan yang lebih banyak saat proses *packing*?

Karena lokasi *packing* berada di tempat yang sama dengan mesin hasil *screening* pupuk yang tidak memerlukan banyak pencahayaan sehingga *material handling* pekerja juga lebih efektif.

d. Kenapa faktor keefektifan *material handling* lebih penting daripada faktor K3 bagi pekerjaan yang berhubungan dengan benda tajam (jarum jahit)?

Karena pekerja yang melakukan proses *screening* sama dengan pekerja yang melakukan proses *packing* sehingga dengan bekerja di stasiun kerja yang sama dapat meningkatkan produktivitas.

e. Kenapa tidak ada penambahan pekerja pada bagian *screening* dan *packing*?

Karena beban kerja fisik yang cukup tinggi dan lamanya *shift* kerja pada bagian produksi pupuk membuat proses penambahan pekerja tidak mudah.

Dari hasil analisis 5 *Whys* di atas akar penyebab terjadinya potensi bahaya tersebut adalah tingginya beban kerja fisik pekerja sehingga memungkinkan turunnya konsentrasi pekerja saat melakukan pekerjaannya. Selain itu dengan kondisi lingkungan kerja yang kurang pencahayaannya, perusahaan dapat melakukan *engineering controls* dengan mendesain ulang stasiun kerja. Perusahaan dapat menganalisis kebutuhan faktor lingkungan kerja fisik berupa cahaya sesuai dengan prinsip ergonomi. Selain itu, perusahaan juga dapat melakukan *administrative controls* dengan memberikan pelatihan K3 khususnya tentang pertolongan pertama apabila mengalami kecelakaan kerja akibat benda tajam.

5.3.6 Analisis Penyebab Bahaya Konsleting Listrik (P1)

Pada tabel 5.6 di bawah ini terlampir hasil analisis penyebab potensi bahaya konsleting listrik (P1) pada setiap proses kerja.

Tabel 5. 6 Analisis 5 *Whys* pada Penyebab Bahaya Konsleting Listrik (P1)

Kenapa 1	Kenapa terdapat potensi bahaya konsleting listrik pada setiap stasiun kerja?
Kenapa 2	Kenapa panel listrik mudah terpapar debu dari proses produksi?
Kenapa 3	Kenapa panel listrik yang ada di ruang produksi ada yang tidak dalam kondisi tertutup?
Kenapa 4	Kenapa penutup panel listrik ada yang rusak?
Kenapa 5	Kenapa tidak ada tindakan khusus sebagai bentuk perawatan terhadap panel-panel listrik?

Problem Statement

a. Kenapa terdapat potensi bahaya konsleting listrik pada setiap stasiun kerja?

Karena kondisi panel listrik pada setiap stasiun kerja terpapar debu dari proses produksi sehingga memungkinkan terjadinya konsleting listrik.

b. Kenapa panel listrik mudah terpapar debu dari proses produksi?

Karena kondisi beberapa panel listrik yang terbuka di ruang produksi.

c. Kenapa panel listrik yang ada di ruang produksi ada yang tidak dalam kondisi tertutup?

Karena ada beberapa penutup panel listrik yang rusak.

d. Kenapa penutup panel listrik ada yang rusak?

Karena kurangnya perawatan dan kehati-hatian saat membuka tutup penutup panel listrik.

e. Kenapa tidak ada tindakan khusus sebagai bentuk perawatan terhadap panel-panel listrik?

Karena belum ada penjadwalan khusus terkait perawatan dan pembersihan panel listrik secara rutin.

Dari hasil analisis 5 *Whys* di atas akar penyebab terjadinya potensi bahaya tersebut adalah kurangnya kesadaran akan pentingnya melakukan pengecekan dan perawatan panel listrik secara rutin untuk meminimalisir potensi bahaya konsleting yang dapat menyebabkan terjadinya arus pendek dan kebakaran. Pengendalian risiko yang dapat dilakukan perusahaan adalah dengan melakukan *administrative controls* berupa pelatihan K3, pembuatan SOP perawatan kelistrikan perusahaan, penjadwalan pembersihan panel listrik, dan menambahkan *signage* pada panel listrik terkait pentingnya memastikan pintu panel listrik tertutup sempurna setelah dibuka. Selain itu perusahaan juga dapat memberikan *engineering controls* dengan melakukan penataan ulang sistem kelistrikan di bagian produksi sehingga meminimalisir terpaparnya debu hasil produksi.

5.3.7 Analisis Penyebab Bahaya Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) (P6)

Pada tabel 5.7 di bawah ini terlampir hasil analisis penyebab potensi bahaya Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) (P6) saat proses *mixing* dan granulasi.

Tabel 5. 7 Analisis 5 *Whys* pada Penyebab Bahaya Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) (P6)

Kenapa 1	Kenapa terdapat potensi bahaya nyeri punggung dan risiko terpapar <i>musculoskeletal disorders</i> (MSDs) pada bagian <i>mixing</i> dan granulasi?
Kenapa 2	Kenapa pekerja tidak menggunakan alat bantu untuk memindahkan bahan baku dari gudang bahan baku ke mesin <i>mixer</i> dan melakukan gerakan berulang saat proses granulasi?
Kenapa 3	Kenapa pekerja merasa <i>material handling</i> menggunakan punggung lebih cepat daripada menggunakan gerobak sorong dan melakukan proses granulasi secara manual?
Kenapa 4	Kenapa tidak ada edukasi terkait <i>material handling</i> kepada para pekerja dan kenapa perusahaan tidak mencoba

mencari alternatif mesin granulasi lain yang lebih ergonomi?

Kenapa 5 Kenapa perusahaan belum memiliki bagian K3 secara khusus dan apabila masih membuat mesin granulasi sendiri belum sesuai dengan prinsip ergonomi?

Problem Statement

- a. Kenapa terdapat potensi bahaya nyeri punggung dan risiko terpapar *musculoskeletal disorders* (MSDs) pada bagian *mixing* dan granulasi?

Karena pekerja melakukan pengangkatan bahan baku dari gudang bahan baku ke mesin *mixing* menggunakan punggung dan pekerja melakukan gerakan berulang pemindahan bahan hasil *mixing* ke *pan* granulasi menggunakan sekop.

- b. Kenapa pekerja tidak menggunakan alat bantu untuk memindahkan bahan baku dari gudang bahan baku ke mesin *mixer* dan melakukan gerakan berulang saat proses granulasi?

Karena jarak gudang bahan baku yang cukup dekat dengan stasiun kerja *mixing* membuat pekerja merasa pengangkutan menggunakan punggung lebih cepat dan untuk gerakan berulang pada proses granulasi diperlukan karena proses ini masih dilakukan secara manual dengan menambahkan air ke dalam *pan* yang kemudian dilakukan pemutaran *pan* oleh pekerja sehingga terbentuk butiran-butiran pupuk yang lebih besar.

- c. Kenapa pekerja merasa *material handling* menggunakan punggung lebih cepat daripada menggunakan gerobak sorong dan melakukan proses granulasi secara manual?

Karena kurangnya edukasi akan *material handling* yang baik pada pekerja dan perusahaan belum memiliki mesin granulasi otomatis.

- d. Kenapa tidak ada edukasi terkait *material handling* kepada para pekerja dan kenapa perusahaan tidak mencoba mencari alternatif mesin granulasi lain yang lebih ergonomi?

Karena perusahaan belum memiliki bagian K3 yang secara spesifik bertugas memastikan proses produksi sesuai dengan pedoman K3 yang ditetapkan undang-undang dan perusahaan belum mencari alternatif mesin granulasi lain karena susah didapatkan sehingga *pan* granulasi yang ada di bagian produksi masih dibuat dan didesain sendiri oleh perusahaan.

- e. Kenapa perusahaan belum memiliki bagian K3 secara khusus dan apabila masih membuat mesin granulasi sendiri belum sesuai dengan prinsip ergonomi?

Karena perusahaan belum melihat urgensi diperlunya bagian khusus K3 di perusahaan sehingga penerapan K3 masih dikontrol langsung oleh bagian produksi sendiri. Terkait

pembuatan mesin granulasi yang belum sesuai dengan prinsip ergonomi dikarenakan belum adanya evaluasi terkait penerapan ergonomi dalam gerakan pekerja di bagian granulasi.

Dari hasil analisis 5 *Whys* di atas akar penyebab terjadinya potensi bahaya tersebut adalah kurangnya kesadaran akan pentingnya penerapan K3 dan prinsip ergonomi dalam menjalankan proses produksi. Sehingga dengan *administrative controls*, perusahaan dapat melakukan analisis ergonomi terkait gerakan-gerakan pekerja khususnya pada bagian *mixing* dan pemilihan jenis sekop pada bagian granulasi. Selain itu, perusahaan dapat melakukan pengendalian substitusi dengan menambah gerobak sorong untuk membantu *material handling* bahan baku dari gudang ke stasiun kerja *mixing*.

5.4 Pengendalian Risiko

Berdasarkan analisis bahaya penyebab potensi bahaya dengan metode 5 *Whys*, peneliti dapat menemukan akar penyebab dari masing-masing potensi bahaya. Sehingga bentuk pengendalian risiko yang dapat dilakukan perusahaan menjadi lebih tepat sasaran. Dengan menggunakan metode AHP, perusahaan juga dapat terbantu dalam menentukan prioritas pengendalian potensi bahaya mana yang harus segera dilakukan. Dalam penelitian ini pengendalian-pengendalian risiko yang dapat dilakukan perusahaan bisa berupa substitusi, penggunaan APD, *administrative controls* dan *engineering controls* yang telah dijabarkan di bagian analisis penyebab bahaya sebelumnya.

Adapun kekurangan dari penelitian ini adalah karena keterbatasan waktu, peneliti belum bisa menerapkan bentuk-bentuk pengendalian risiko yang peneliti sarankan sehingga belum bisa dilakukan penilaian apakah pengendalian-pengendalian risiko tersebut secara kualitatif dan kuantitatif dapat mengurangi potensi-potensi bahaya kategori *extreme* dan *high* yang ada di bagian produksi PT. SAFA Agrotek Indonesia.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

1. Dengan metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) didapatkan 24 potensi bahaya yang ada di proses produksi pupuk di PT. SAFA Agrotek Indonesia. Dimana secara rinci pada proses *mixing* terdapat satu potensi bahaya kategori *extreme* dan dua potensi bahaya kategori *high*. Pada proses granulasi terdapat satu potensi bahaya kategori *extreme*, dua potensi bahaya kategori *high*, dan dua potensi bahaya kategori *medium*. Pada proses *rotary drying* terdapat satu potensi bahaya kategori *extreme* dan tiga potensi bahaya kategori *high*. Pada proses *rotary cooling* terdapat satu potensi bahaya kategori *extreme* dan satu potensi bahaya kategori *high*. Pada proses *screening* terdapat satu potensi bahaya kategori *extreme* dan satu potensi bahaya kategori *high*. Pada proses *crushing* terdapat satu potensi bahaya kategori *extreme*, satu potensi bahaya kategori *high*, satu potensi bahaya kategori *medium* dan dua potensi bahaya kategori *low*. Pada proses *packing* terdapat satu potensi bahaya kategori *extreme* dan dua potensi bahaya kategori *high*.
2. Berdasarkan hasil identifikasi dan penilaian risiko potensi bahaya yang masuk ke dalam kategori *extreme* dan *high* adalah Konsleting Listrik (P1), Gangguan Pernapasan dan Penglihatan (P2), Tangan yang Terluka Karena Mesin *Crushing* (P3), Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit (P4), Kaki Terlindas Roda (P5), Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) (P6), dan Mengalami Luka Bakar (P7).
3. Dengan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) didapatkan bahwa urutan prioritas dilakukannya pengendalian risiko potensi bahaya berdasarkan *eugen value* secara urut yaitu Tangan yang Terluka Karena Mesin *Crushing* (P3), Kaki Terlindas Roda (P5), Mengalami Luka Bakar (P7), Gangguan Pernapasan dan Penglihatan (P2), Tangan yang Terluka Karena

Mesin Jahit (P4), Konsleting Listrik (P1), dan yang terakhir Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) (P6).

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh peneliti adalah perusahaan dapat menerapkan pengendalian risiko potensi bahaya sesuai dengan urutan prioritas yang dilakukan peneliti dengan metode AHP sehingga perusahaan dapat menurunkan jumlah potensi bahaya yang masuk ke dalam kategori *extreme* dan *high*. Selain itu, peneliti menyarankan kepada perusahaan untuk menambahkan bagian K3 ke dalam struktur perusahaan yang secara khusus bertanggung jawab dalam melakukan pengawasan, penilaian dan penerapan prinsip K3 kepada keseluruhan operasional perusahaan. Dengan penerapan K3 yang baik pada perusahaan maka potensi terjadinya kecelakaan kerja juga rendah sehingga dapat meningkatkan produktivitas perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajith, S., Arumugaprabu, V., Ajith, V., Naresh, K., & Sreekanth, P. S. R. (2022). Hazard Identification and Risk Assessment in Firework Industry. *Materials Today: Proceedings*, 56, 1083–1085. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.10.102>
- Albrechtsen, E., Solberg, I., & Svensli, E. (2019). The Application and Benefits of Job Safety Analysis. *Safety Science*, 113(October 2018), 425–437. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.12.007>
- Artsitella, C. R. (2021). *PENGENDALIAN POTENSI BAHAYA DAN KESELAMATAN KERJA MENGGUNAKAN METODE HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT & RISK CONTROL (HIRARC) DENGAN PENDEKATAN JOB SAFETY ANALYSIS (JSA) PADA BAGIAN BUFFING SMALL UP (Studi Kasus: Departemen Painting PT. Yamaha Indonesia)*.
<https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/38601/17522236.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Asl, M. M. (2017). Job Safety Analysis (Human & Equipment). *Universal Journal of Management*, 5(7), 355–363. <https://doi.org/10.13189/ujm.2017.050705>
- CCOHS. (2022). *Hazard and Risk - Hazard Control*. https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/hazard/hazard_control.html
- Ghasemi, F., Doosti-Irani, A., & Aghaei, H. (2023). Applications, Shortcomings, and New Advances of Job Safety Analysis (JSA): Findings from a Systematic Review. *Safety and Health at Work*, 14(2), 153–162. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.03.006>
- Goh, K.-J., Hardter, R., & Fairhurst, T. (2003). *Fertilizing for Maximum Return. Oil palm: Management for Large and Sustainable Yield* (pp. 279–306). Potash & Phosphate Institute (PPI).
- He, S., Xu, H., Zhang, J., & Xue, P. (2023). Risk assessment of oil and gas pipelines hot work based on AHP-FCE. *Petroleum*, 9(1), 94–100. <https://doi.org/10.1016/j.petlm.2022.03.006>
- Hidayat, M. C., & Nuruddin, M. (2021). *Analisis Identifikasi Bahaya Kecelakaan Kerja Menggunakan Job Safety Analysis (JSA) dengan Pendekatan Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) (STUDI KASUS PT. SMELTING PLAN REFINERY)*. 2(4), 557–571.
- Islam, M. A., Ali, M. M. N., Benitez, I. B., Sidi Habib, S., Jamal, T., Flah, A., Blazek, V., & El-Bayeh, C. Z. (2025). A comprehensive evaluation of photovoltaic simulation software: A decision-making approach using Analytic Hierarchy Process and performance analysis. *Energy Strategy Reviews*, 58. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2025.101663>
- Kour, R., Singh, A., & Ahire, N. (2020). An Implementation Study on Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) Technique in The Critical Care Unit of A Tertiary Care Hospital. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 14(4), 4018–4026. <https://doi.org/10.37506/ijfmt.v14i4.12270>
- Kusrini. (2007). *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Kusumah, S. P. (1976). *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. PT. Gunung Agung.
- Marhavilas, P. K., Filippidis, M., Koulinas, G. K., & Koulouriotis, D. E. (2020). An expanded HAZOP-study with fuzzy-AHP (XPA-HAZOP technique): Application in a sour crude-oil processing plant. *Safety Science*, 124. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.104590>
- NIOSH. (2022). *Safety Culture in Healthcare Settings*. <https://www.cdc.gov/niosh/learning/safetyculturehc/module-3/2.html>

- OSHA 3071. (2002). *Job Hazard Analysis*. U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration.
- OSHA 3885. (2016). *Recommended Practices for Safety and Health Programs*. <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA3885.pdf>
- Pasal 86 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan.
- Rajkumar, I., Subash, K., Pradeesh, T. R., Manikandan, R., & Ramaganesh, M. (2021). Job safety hazard identification and risk analysis in the foundry division of a gear manufacturing industry. *Materials Today: Proceedings*, 46, 7783–7788. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.326>
- Ramli, S. (2010). *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja OHSAS 18001*. Dian Rakyat.
- Saaty, T. L. (1977). A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. In *JOURNAL 01: MATHEMATICAL PSYCHOLOGY* (Vol. 15).
- Saaty, T. L. (1990). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 6(19-43), 9-26.
- Saaty, T. L. (1998). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority, Setting, Resource Allocation*. USA: RWS Publications.
- Serrat, O. (2017). The Five Whys Technique. In *Knowledge Solutions* (pp. 307–310). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9_32
- Simcoe Muskoka District Health Unit. (2017). *Emergency Management Hazard Identification Risk Assessment*. <https://www.simcoemuskokahealth.org/docs/default-source/topic-emergencyprep/smdhu---hira-2017.pdf?sfvrsn=2>
- Statistik, B. P. (2024). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2023*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Suryadi, K., & Ramdhani, A. (2000). *Sistem Pendukung Keputusan Suatu Wacana Struktural Idealisasi dan Implementasi Konsep Pengembangan Keputusan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Wang, R., & Wang, J. (2020). Risk Analysis of Out-drum Mixing Cement Solidification by HAZOP and Risk Matrix. *Annals of Nuclear Energy*, 147, 107679. <https://doi.org/10.1016/j.anucene.2020.107679>
- Yang, C., Zheng, X., Dai, C., Li, D., Liu, L., Fang, L., Tian, H., Shao, T., & Zhang, J. (2025). Risk assessment of coal supply chain based on analytic hierarchy process and fuzzy comprehensive evaluation. *Heliyon*, 11(4), e42629. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42629>
- Zheng, W., Shuai, J., & Shan, K. (2017). The Energy Source Based Job Safety Analysis and Application in The Project. *Safety Science*, 93, 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.11.009>
- Zheng, X., Liu, Q., Li, Y., Wang, B., & Qin, W. (2025). Safety risk assessment for connected and automated vehicles: Integrating FTA and CM-improved AHP. *Reliability Engineering and System Safety*, 257. <https://doi.org/10.1016/j.res.2025.110822>

LAMPIRAN

A-HASIL KUESIONER PERBANDINGAN BERPASANGAN

PEMBOBOTAN AMTAR KRITERIA																							
No	Kriteria	Skala																Kriteria					
1	Konleting Listrik	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gangguan Pernapasan dan Tangan yang Terluka Karena Mesin Crushing				
2	Konleting Listrik	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit				
3	Konleting Listrik	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit				
4	Konleting Listrik	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kaki Terlindas Roda				
5	Konleting Listrik	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar Musculoskeletal				
6	Konleting Listrik	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mengalami Luka Bakar				
7	Gangguan Pernapasan dan Penglihatan	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tangan yang Terluka Karena Mesin Crushing				
8	Gangguan Pernapasan dan Penglihatan	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit				
9	Gangguan Pernapasan dan Penglihatan	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kaki Terlindas Roda				
10	Gangguan Pernapasan dan Penglihatan	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar Musculoskeletal				
11	Gangguan Pernapasan dan Penglihatan	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mengalami Luka Bakar				
12	Tangan yang Terluka Karena Mesin Crushing	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit				
13	Tangan yang Terluka Karena Mesin Crushing	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kaki Terlindas Roda				
14	Tangan yang Terluka Karena Mesin Crushing	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar Musculoskeletal				
15	Tangan yang Terluka Karena Mesin Crushing	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mengalami Luka Bakar				
16	Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kaki Terlindas Roda				
17	Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar Musculoskeletal				
18	Tangan yang Terluka Karena Mesin Jahit	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mengalami Luka Bakar				
19	Kaki Terlindas Roda	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar Musculoskeletal				
20	Kaki Terlindas Roda	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mengalami Luka Bakar				
21	Nyeri Punggung dan Risiko Terpapar Musculoskeletal Disorders (MSDs)	3	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mengalami Luka Bakar				

B-HASIL PEMBOBOTAN DAN UJI KONSISTENSI

PEMBOBOTAN DAN UJI KONSISTENSI KRITERIA																						
Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Normalisasi Matriks							Total Weight Matrix	eugen vector	Perkalian Matriks	Eugen Value	λ maks	CI	IR	CR
								P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7								
P1	1	1/3	1/9	1/2	1/7	1/3	1/9	0,029	0,018	0,041	0,022	0,013	0,014	0,035	0,172	0,025	0,184	7,451	7,745	0,124	1,320	0,094
P2	3	1	1/5	4	1/4	1	1/7	0,088	0,054	0,073	0,174	0,023	0,043	0,045	0,501	0,072	0,537	7,514				
P3	9	5	1	7	7	8	1	0,265	0,269	0,367	0,304	0,649	0,343	0,315	2,513	0,359	3,137	8,740				
P4	2	1/4	1/7	1	1/4	2	1/6	0,059	0,013	0,052	0,043	0,023	0,086	0,053	0,330	0,047	0,353	7,495				
P5	7	4	1/7	4	1	7	1/2	0,206	0,215	0,052	0,174	0,093	0,300	0,158	1,198	0,171	1,353	7,904				
P6	3	1	1/8	1/2	1/7	1	1/4	0,088	0,054	0,046	0,022	0,013	0,043	0,079	0,345	0,049	0,357	7,248				
P7	9	7	1	6	2	4	1	0,265	0,377	0,367	0,261	0,185	0,171	0,315	1,942	0,277	2,180	7,860				
TOTAL	34,00	18,58	2,72	23,00	10,79	23,33	3,17	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	7,000	1,000	8,101	54,212				