

**Analisis Pengendalian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)
pada Proses Pembuatan dan Pengecoran Logam dengan Metode
Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada
PT Aneka Adhilogam Karya**

TUGAS AKHIR

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



Nama : Bisma Rahmad Saputra
No. Mahasiswa : 17522114

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Penulis menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah karya penulis sendiri dengan bimbingan dosen pembimbing tugas akhir. Kutipan dan ringkasan dari bacaan yang penulis gunakan seluruhnya sudah penulis jelaskan sumbernya dalam daftar pustaka. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan penulis ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka penulis bersedia ijazah yang telah penulis terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 22 Juni 2023



(Bisma Rahmad Saputra)

17522114

SURAT BUKTI PENELITIAN

PT. ANEKA ADHILOGAM KARYA
Casting Of Metals Part & Pipe Fitting Industries
Head Office / Factory : Batur, Cepur, Klaten 57465 Indonesia Telp (+62 272) 551199, 552821 Fax. (+62 272) 552188
e-mail : anekagrp@yahoo.com website : www.anekasadhilogam.com

**SURAT KETERANGAN KERJA PRAKTEK**

No : 022/SKKP/AAK/VI/2023

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

Nama : **BISMA RAHMAD SAPUTRA**
NIM : 17522114
Jurusan : **TEKNIK INDUSTRI**
Instansi : **UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Telah selesai melaksanakan **penelitian untuk Tugas Akhir** di Perusahaan PT. ANEKA ADHILOGAM KARYA pada tanggal 10 April - 20 Juni 2023.

Demikian surat ini dibuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Klaten, 21 Juni 2023

PT. ANEKA ADHILOGAM KARYA

PT. ANEKA ADHILOGAM KARYA

MUH. FAHMI ARDIANSYAH

Personalia

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**Analisis Pengendalian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada
Proses Pembuatan dan Pengecoran Logam dengan Metode *Failure Mode
and Effect Analysis (FMEA)*
PT Aneka Adhilogam Karya**



Yogyakarta, 28 Juni 2023

Dosen Pembimbing

(Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M. Eng.Sc.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Analisis Pengendalian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Proses
Pembuatan dan Pengecoran Logam dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis*
(FMEA)

PT Aneka Adhilogam Karya

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Bisma Rahmad Saputra

No. Mahasiswa : 17522114

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

Yogyakarta, 28 Agustus 2023

Tim Penguji

Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc.

Ketua

Dr. Dwi Handayani, S.T., M.Sc.

Anggota I

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

Anggota II

Mengetahui,

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


Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT, yang selalu mencurahkan rahmat, dan setitik ilmunya sehingga tugas akhir yang berjudul “Analisis Pengendalian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Proses Pembuatan dan Pengecoran Logam dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada PT Aneka Adhilogam Karya”. Tugas akhir ini dipersembahkan khusus untuk kedua orang tua, kakak, saudara, dan keluarga karenanya penulis dapat menyelesaikan studi di Universitas Islam Indonesia

Selain itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Islam Indonesia khususnya program studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, yang memfasilitasi penulis mengenyam pendidikan. Tidak luput penyelesaian tugas akhir ini juga saya persembahkan bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, dan berkontribusi bagi orang-orang yang membutuhkan. Aamiin. Demikian semoga dengan ucapan terima kasih ini dapat memberikan semangat dan kebahagiaan di hati kita semua, aamiin.

MOTTO

Motto hidup penulis:

“Tidak masalah jika kamu berjalan dengan lambat, asalkan kamu tidak pernah berhenti berusaha” Jadi sekecil apapun progress yang kamu miliki, itu merupakan sebuah perubahan dari hari kemarin.

“Berangkat dengan penuh keyakinan, berjalan dengan penuh keikhlasan, istiqomah dalam menghadapi skripsi” Tetap selesaikan kuliahmu, walau banyak halangan dan rintangan.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

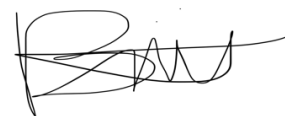
Sholawat serta salam semoga selalu tercurah pada Rasulullah Muhammad Saw teladan bagi umatnya. Penulisan tugas akhir ini memerlukan waktu, tenaga, perjuangan, proses yang panjang. Tidak lupa dalam penyusunannya penulis mendapatkan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana atas bantuan, bimbingan, dan dorongan sehingga penulis sampai pada tahap ini.
2. Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc, selaku bapak dosen pembimbing tugas akhir atas bimbingan, masukan, dan semangatnya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dr. Dwi Handayani, S.T., M.Sc dan Danang Setiawan, S.T., M.T, sebagai penguji skripsi yang memberikan masukan pada tugas akhir ini.
4. Bapak Muhammad Fahmi, selaku dosen pembimbing lapangan tempat penulis melakukan pengambilan data.
5. Orang tua penulis, sehingga penulis mampu dan bisa sampai pada tahap ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna, dengan besar hati penulis menerima kritik dan saran yang membangun. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi para pembaca.

Wassalamualaikum wr. Wb

Yogyakarta, 22 Juni 2023



Bisma Rahmad Saputra

ABSTRAK

PT. Aneka Adhilogam Karya (AAK) adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pengecoran logam seperti sambungan pipa air minum dan komponen drainase yang berkualitas. Pada proses produksinya melibatkan peralatan seperti pembuat pola dan cetakan pasir, tungku pemanas untuk pencairan dan pencetakan logam, serta berbagai peralatan mekanik seperti mesin las, mesin gurdi, mesin gerinda, dan lain sebagainya. Perusahaan memerlukan pengendalian risiko terhadap bahaya pada area produksi untuk memastikan produktivitas perusahaan terjaga hal ini dikarenakan berdasarkan data dalam kurun waktu tiga bulan terakhir masih terdapat data kecelakaan kerja. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi jenis atau sumber bahaya, mengetahui nilai risiko tinggi, dan tindakan pengendalian risiko yang sesuai. Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan dari fasilitas, sistem, ataupun peralatan yang berdampak pada kecelakaan kerja. Pada proses pengecoran logam diketahui terdapat 48 bahaya terdapat 5 bahaya bersumber bahaya kimia, 15 bahaya merupakan bahaya yang bersumber dari fisik, kemudian 26 bahaya merupakan bahaya bersumber mekanis proses permesinan, dan 2 bahaya bersumber dari listrik. Terdapat 7 risiko kecelakaan kerja sangat rendah, 48 risiko kecelakaan kerja rendah, 17 risiko kecelakaan kerja medium, 10 risiko kecelakaan kerja tinggi, dan tidak terdapat risiko kecelakaan kerja dengan kategori sangat tinggi. Kecelakaan kerja yang memiliki risiko tinggi yang terdapat pada proses pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya yakni pada stasiun kerja pembuatan cetakan, peleburan dan penuangan, pemotongan tepi kasar, dan finishing. Potensial risiko keselamatan kerja yakni berupa debu hasil pencampuran, tertimpa besi padat, terkena percikan api, terkena cairan lebur, tersengat listrik, serta terkena paparan bau dari cat. Tindakan pengendalian risiko diusulkan pada proses pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya dilakukan dengan *engineering control* dan penggunaan APD sesuai dengan sumber bahaya.

Kata Kunci: FMEA, Kecelakaan Kerja, Pengendalian Risiko, Pengecoran Logam

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kajian Literatur.....	8
2.2 Landasan Teori	16
2.2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	16
2.2.2 Kecelakaan Akibat Kerja	18
2.2.3 Penyebab Kecelakaan Kerja.....	18
2.2.4 Bahaya.....	19
2.2.5 Analisis Risiko	20
2.2.6 Manajemen Risiko	20
2.2.7 Perangkat Manejemen Risiko	21
2.2.8 <i>Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)</i>	23
2.2.9 Pengendalian Risiko.....	28
3 BAB III METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Lokasi dan Objek Penelitian.....	30
3.2 Waktu Penelitian.....	30

3.3	Proses Pengumpulan Data	30
3.4	Tahapan Penelitian.....	31
3.5	Metode Penelitian Dan Analisis Data.....	33
3.5.1	Metode Penelitian	33
3.5.2	Analisis Data	33
4	BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	35
4.1	Pengumpulan Data.....	35
4.1.1	Alur Proses Pekerjaan Pengecoran Logam	35
4.2	Pengolahan Data	46
4.2.1	Failure Mode Effect Analysis	46
	BAB V ANALISIS dan PEMBAHASAN	81
4.3	Analisis Risiko Pekerjaan	81
4.4	Pembahasan	95
4.5	Rekomendasi Pengendalian Risiko.....	100
4.6	Kelemahan Penelitian.....	103
	BAB VI PENUTUP	105
4.1	Kesimpulan	105
4.2	Saran	106
	DAFTAR PUSTAKA.....	107
	LAMPIRAN	4-A

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Kecelakaan Kerja	2
Tabel 2. 1 Daftar Kajian Literatur	8
Tabel 2. 2 <i>Rating Severity (S)</i>	25
Tabel 2. 3 <i>Rating Occurance (O)</i>	26
Tabel 2. 4 <i>Rating Detection (D)</i>	27
Tabel 3. 1 Nama Kepala Bagian	31
Tabel 4. 1 Proses Pengecoran Logam di PT. Aneka Adhilogam Karya.....	35
Tabel 4. 2 FMEA Pembuatan Cetakan	47
Tabel 4. 3 FMEA Pengambilan Bahan Baku Peleburan.....	51
Tabel 4. 4 FMEA Peleburan dan Penuangan.....	55
Tabel 4. 5 FMEA Pembongkaran dan Penyortiran.....	60
Tabel 4. 6 FMEA Pemotongan Tepi Kasar.....	63
Tabel 4. 7 FMEA Pembubutan	68
Tabel 4. 8 FMEA Finishing	74
Tabel 4. 9 Identifikasi Sumber Bahaya.....	77
Tabel 5. 1 Kategorisasi RPN	81
Tabel 5. 2 Kategorisasi RPN FMEA	82
Tabel 5. 3 Rekapitulasi Kategorisasi RPN FMEA	87
Tabel 5. 4 Rekapitulasi Kategorisasi Kejadian Risiko Tinggi.....	88
Tabel 5. 5 Rekapitulasi Sumber Bahaya Risiko Tinggi.....	89
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Pengendalian Risiko Tinggi.....	89
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Pengendalian Risiko	92
Tabel 5. 8 Recommended action eliminasi.....	93
Tabel 5. 9 Rekapitulasi Pengendalian Risiko dengan Rekomendasi	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hierarki Pengendalian Risiko	28
Gambar 3. 1 Alur penelitian	32
Gambar 4. 1 Pencampuran tanah dengan semen	37
Gambar 4. 2 Penumbukan campuran agar padat	37
Gambar 4. 3 Pembuatan pola dengan besi	38
Gambar 4. 4 Mengambil besi bekas dari gudang.....	38
Gambar 4. 5 Mengangkat besi menggunakan crane	39
Gambar 4. 6 Mengoperasikan mesin oven.....	40
Gambar 4. 7 Memeriksa temperature mesin oven	40
Gambar 4. 8 Mengangkat tungku oven dengan crane	40
Gambar 4. 9 Menuangkan cairan ke dalam cetakan	41
Gambar 4. 10 Memisahkan besi coran dari pasir cetakan	41
Gambar 4. 11 Memindahkan besi coran	42
Gambar 4. 12 Proses pengerindaan.....	42
Gambar 4. 13 Proses pemindahan ke pembubutan	43
Gambar 4. 14 Pemasangan besi coran ke mesin bubut.....	43
Gambar 4. 15 Pemasangan pahat bubut.....	44
Gambar 4. 16 Proses Pembubutan	44
Gambar 4. 17 Proses Pengeboran	44
Gambar 4. 18 Memindahkan hasil pembubutan ke ruang <i>finishing</i>	45
Gambar 4. 19 Proses <i>Finishing</i>	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada perusahaan jasa dan manufaktur telah banyak yang menerapkan dan mengenal metode keselamatan dan kesehatan kerja yang bertujuan untuk meminimalisir dan menghilangkan risiko bahaya pada pekerjaan. Berdasarkan peraturan regional dan internasional telah diatur bahwa seluruh bidang pekerjaan perlu menjamin keamanan, kesehatan, dan keselamatan kerja untuk pekerjanya tanpa terkecuali. Selain itu, dikenal istilah zero accident yang menjadi target dari perusahaan dan menjadi faktor penting kesuksesan penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Oleh karena itu, berkembang istilah Keselamatan dan Kesehatan Kerja atau yang kemudian disingkat menjadi K3 dengan tujuan sebagai landasan bagi setiap bidang pekerjaan dalam melakukan perlindungan bagi semua aspek yang terlibat dalam bidang pekerjaan tersebut (Hughes & Ferrett, 2015).

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) berperan untuk menjaga keamanan dan melindungi pekerja dari berbagai risiko kecelakaan kerja berdasarkan potensi bahaya aktivitas kerja. Bahaya merupakan segala sesuatu meliputi tindakan atau situasi yang berpotensi menyebabkan cedera ataupun kecelakaan pada manusia, kerusakan, ataupun gangguan lainnya (Natarisa et al., 2016). Bahaya yang terjadi membutuhkan upaya pengendalian agar dampak yang ditimbulkan bahaya tidak besar dan merugikan.

Potensi bahaya ini dapat berdampak pada fisik, emosional, ataupun mental pekerja. Pengendalian risiko dilakukan pada berbagai sumber bahaya untuk mengurangi maupun meminimalisir dampak terjadinya penyakit dan kecelakaan selama proses kerja. Sehingga sumber bahaya harus ditemukan melalui identifikasi sumber bahaya yang potensial pada aktivitas kerja.

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 1 tahun 1970 mengenai keselamatan kerja mengatur bahwa tenaga kerja memiliki hak untuk memperoleh perlindungan atas keselamatan selama melakukan pekerjaan (Aprilliani, 2022). Tujuan lain dari peraturan ini juga membahas pentingnya keselamatan kerja untuk menjaga prouktivitas nasional terpenuhi. Pada setiap tempat kerja juga memiliki risiko yang berbeda-beda tergantung dari jenis industri, peralatan, teknologi yang digunakan, serta aktivitas proses yang dilakukan. Kecelakaan kerja tidak hanya berakibat pada pekerja tetapi juga dapat

berdampak pada perusahaan melalui kerusakan material, lingkungan, ataupun peralatan. Utamanya, perusahaan harus memberikan perhatian lebih pada potensi kecelakaan kerja yang dapat mengakibatkan korban jiwa. Identifikasi bahaya sebelum ataupun setelah proses menjadi hal penting yang harus dilakukan perusahaan untuk tujuan melakukan pencegahan.

PT. Aneka Adhilogam Karya (AAK) adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pengecoran logam seperti sambungan pipa air minum dan komponen drainase yang berkualitas. Sebagai spesialis dalam industri perpipaan, produk perusahaan telah digunakan oleh banyak perusahaan swasta dan BUMN yang menjadi pelanggan utama. Pada proses produksinya perusahaan melibatkan berbagai faktor seperti manusia, metode kerja, dan mesin. Kondisi ini menciptakan berbagai potensi bahaya dapat ditemukan dalam lingkungan kerjanya, khususnya pada aktivitas pengecoran logam. Sistem penjualan perusahaan yang fokus pada order dari customer membuat karyawan dituntut untuk lebih memberikan dedikasi lebih karena fokus utama keberlangsungan perusahaan terletak pada sumber daya manusianya yang mampu untuk menyelesaikan produk dan memberikan produk yang berkualitas dan handal.

Pada proses produksinya melibatkan peralatan seperti pembuat pola dan cetakan pasir, tungku pemanas untuk pencairan dan pencetakan logam, serta berbagai peralatan mekanik seperti mesin las, mesin gurdi, mesin gerinda, dan lain sebagainya. Perusahaan memerlukan pengendalian risiko terhadap bahaya pada area produksi untuk memastikan produktivitas perusahaan terjaga hal ini dikarenakan berdasarkan data dalam kurun waktu tiga bulan terakhir masih terdapat data kecelakaan kerja.

Tabel 1. 1 Data Kecelakaan Kerja

No	Jenis kecelakaan	Bulan			Total
		Oct'22	Nov'22	Dec'22	
1	Jari terjepit	1	2	1	4
2	Terkena cairan panas		1	1	2
3	Tersetrum listrik		1		1
4	Mata terkena pasir dan debu	1		1	2
Total					9

Sumber: Internal Perusahaan (2022)

Hasil observasi yang dilakukan selama penelitian diketahui sejak bulan Oktober 2022 hingga Desember 2022 terdapat 9 kasus kecelakaan kerja yang terjadi baik yang menyebabkan cedera ringan hingga cedera berat yang mengganggu aktivitas produksi. Masih tingginya kasus kecelakaan kerja dari yang seharusnya target *zero accident*

mendasari perlu dilakukannya pengendalian risiko sebagai bagian dari penerapan sistem kesehatan dan keselamatan kerja. Banyaknya sebab dari terjadinya kecelakaan kerja, membuat pihak perusahaan perlu untuk melakukan identifikasi potensi bahaya kemudian menanggulangi dampaknya. Selain itu, diketahui bahwa pada perusahaan belum dilakukan implementasi K3 secara rutin, khususnya untuk melakukan identifikasi sumber bahaya dan pencegahannya. Perusahaan hanya berfokus pada penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) selama proses produksinya. Penyebab dari adanya kecelakaan dari bulan Oktober 2022 – Desember 2022 yaitu karena kurangnya pelatihan kesadaran keselamatan kerja di antara pekerja, kurangnya pengimplementasian sistem K3 yang komprehensif dan rutin, termasuk identifikasi potensi bahaya dan pencegahannya, kurangnya memberikan evaluasi ulang terhadap kondisi lingkungan kerja dan memastikan semua peralatan yang digunakan aman dan berfungsi dengan baik, serta dapat memastikan bahwa perubahan dalam proses kerja dievaluasi dengan cermat untuk potensi risiko baru.

Pengkajian mengenai aktivitas selama proses produksi pengeceoran logam perlu dilakukan untuk memastikan upaya dan solusi yang tepat sehingga kasus kecelakaan kerja dapat menurun. Disisi lain, hal ini juga berdampak pada pengurangan kerugian dari perusahaan, peningkatan efektivitas kerja, dan produktivitas kerja. Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan metode analisis risiko sirkulatif yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan dari fasilitas, sistem, ataupun peralatan yang berdampak pada kecelakaan kerja. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menghasikan rekomendasi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kehandalan dari aktivitas proses kerja. Pada ruang lingkup Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), kegagalan yang terjadi merupakan bahaya yang timbul dari aktivitas yang dilakukan oleh pekerja. Pencegahan perlu dilakukan dengan melakukan pengontrolan kecelakaan kerja yang memiliki penilaian risiko tinggi pada dampaknya, kemungkinan terjadi, dan kemudahan dalam mendeteksi. Berikut yang dapat dideteksi mengapa selama 3 bulan masih terjadi kecelakaan kerja:

1. Kurangnya Kesadaran Keselamatan: Salah satu alasan utama mungkin adalah kurangnya kesadaran keselamatan di antara pekerja dan manajemen perusahaan. Jika pekerja tidak memahami pentingnya keselamatan kerja atau jika manajemen tidak memberikan perhatian yang cukup pada aspek keselamatan dan kesehatan kerja, maka kecelakaan dapat terus terjadi.

2. Tidak Adanya Sistem K3 yang Efektif: Seperti yang disebutkan dalam observasi, perusahaan belum melakukan implementasi K3 secara rutin, terutama dalam hal identifikasi potensi bahaya dan pencegahan. Tanpa sistem K3 yang efektif dan terintegrasi, risiko kecelakaan dapat tetap tinggi.
3. Kondisi Lingkungan Kerja yang Tidak Aman: Kecelakaan kerja dapat terjadi jika kondisi lingkungan kerja tidak aman. Ini bisa termasuk kekurangan peralatan pelindung diri yang sesuai, kurangnya pemeliharaan peralatan, atau desain fasilitas yang berpotensi berbahaya serta kebersihan lingkungan kerja.
4. Kurangnya Pelatihan dan Pendidikan: Pekerja mungkin tidak cukup dilatih atau diberikan pendidikan yang memadai tentang risiko kerja dan tindakan pencegahannya. Pelatihan yang kurang dapat menyebabkan pekerja tidak tahu bagaimana menghindari potensi bahaya.
5. Masalah dalam Budaya Keselamatan: Budaya kerja yang tidak mementingkan keselamatan dapat menjadi faktor penting dalam terus terjadinya kecelakaan. Jika budaya perusahaan tidak mendukung komunikasi terbuka tentang risiko dan keselamatan, pekerja mungkin merasa enggan melaporkan masalah atau bahaya yang mereka temui.
6. Kelelahan atau Stres Kerja: Jika pekerja merasa terlalu lelah atau stres selama pekerjaan, ini dapat mengurangi konsentrasi dan respons mereka terhadap situasi berbahaya.
7. Perubahan dalam Proses Kerja: Jika ada perubahan dalam proses produksi atau peralatan yang digunakan tanpa evaluasi risiko yang memadai, ini dapat menyebabkan kecelakaan. Akan ada kecelakaan yang terjadi secara berskala jika tidak segera di evaluasi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Kardos et al., 2021) diketahui bahwa FMEA menghasilkan penilaian risiko yang jelas, salah satunya berhasil menangkap data history tahun sebelumnya untuk dimasukkan ke dalam bagian perencanaan sistem. FMEA tidak hanya membantu mengidentifikasi dan menilai risiko, tetapi juga memengaruhi keseluruhan organisasi, peraturan internal, dan prosedur. Hasil dari penerapan metode FMEA menunjukkan keamanan dan kualitas acara telah terjaga dan meningkat secara sistematis dalam penilaian risiko beserta penerapan langkah-langkah perbaikan. Pada penelitian (Ullah et al., 2022) didapatkan bahwa FMEA diterapkan dalam mengidentifikasi kegagalan sehingga diketahui wilayah kritis yang harus diberikan

perhatian lebih pada perusahaan untuk kemudian memutuskan kegagalan akan dihilangkan atau dikurangi.

Oleh karena itu, FMEA menjadi metode yang tepat karena tahapannya dilakukan penilaian tingkat risiko kerja berdasarkan tiga parameter yakni tingkat keparahan, frekuensi kejadian, serta deteksi. Hasilnya perusahaan Aneka Adhilogam Karya dapat melakukan pengendalian risiko perusahaan untuk mengurangi tingkat kecelakaan kerja. Berdasarkan uraian latar belakang di atas mendorong penulis untuk melakukan penelitian dengan judul Analisis Pengendalian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proses Pengecoran Logam dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) PT Aneka Adhilogam Karya.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang yang sudah disebutkan, setiap perusahaan diharuskan memiliki dokumen dalam pengelolaan manajemen risikonya, dalam mencapai tujuan yang efektif dan efisien sehingga dapat meningkatkan produktivitas kerja serta menekan angka kecelakaan kerja. Oleh karena itu, dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja jenis atau sumber bahaya pada proses produksi pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya yang dapat menimbulkan risiko kecelakaan kerja?
2. Apa saja potensi bahaya yang memiliki risiko tinggi pada proses produksi pengecoran logam?
3. Bagaimana usaha pengendalian risiko pada proses pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian untuk menjawab rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis atau sumber bahaya yang dapat menimbulkan risiko kecelakaan kerja pada proses pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya.
2. Mengetahui nilai risiko tinggi yang terdapat pada proses pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya.
3. Mengetahui tindakan pengendalian risiko yang sesuai pada proses pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Dapat memberikan manfaat bagi peneliti untuk menambah wawasan dan menerapkan teori-teori yang telah dipelajari dalam perkuliahan serta mengaplikasikannya pada suatu kasus atau permasalahan pada suatu perusahaan, khususnya mengenai kesehatan dan keselamatan kerja dan analisis risiko serta potensi bahaya menggunakan metode *FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)*

2. Bagi Institusi

Dapat menjadi salah satu tambahan referensi bagi civitas akademika Universitas Islam Indonesia, terutama dalam kajian kesehatan dan keselamatan kerja pada analisis risiko bahaya menggunakan metode *FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)*.

3. Bagi Perusahaan

Dapat menjadi informasi maupun rekomendasi kepada PT Aneka Adhilogam Karya dalam menganalisis potensi bahaya yang terdapat pada proses pengecoran logam menggunakan metode *FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)*.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan dalam penelitian yang dilakukan, sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan mengacu pada kegiatan produksi pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya pada periode Januari hingga Maret 2023.
2. Pengambilan data yang mendasari penilaian FMEA dilakukan hanya pada proses produksi pengecoran logam.
3. Penelitian tidak sampai implementasi tindak lanjut untuk pengendalian risiko bahaya.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini dilakukan kajian terhadap penelitian terdahulu.

BAB III	METODE PENELITIAN
	Menjelaskan metode penelitian yang diuraikan berdasarkan sub-sub fokus kajian dalam penelitian
BAB IV	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA
	Bab ini menjelaskan berupa gambaran objek penelitian, data data hasil penelitian yang diolah menggunakan metode penelitian yang digunakan.
BAB V	PEMBAHASAN
	Pemaparan hasil pengolahan data yang dikaikkkan dengan teori penelitian kemudian digunakan sebagai jawaban dari rumusan masalah penelitian, juga berisi usulan perbaikan penelitian, dan kelemahan penelitian
BAB VI	PPENUTUP
	Kesimpulan dan saran yang didasarkan dari hasil pembahasan penelitian guna penyempurnaan dan pengembangan penelitian.
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur merupakan salah satu tahapan penelitian dengan melakukan identifikasi dan analisis penelitian yang terdahulu dengan topik yang sama untuk mendukung penelitian. Berikut merupakan kajian literatur penelitian terdahulu dengan menggunakan metode FMEA:

Tabel 2. 1 Daftar Kajian Literatur

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
Jurnal internasional					
1	(Nie et al., 2022)	2022	Diagnosis of Critical Risk Sources in the Operation Safety of the Central Route Project of South-to-North Water Diversion Based on the Improved FMEA Method	FMEA	Metode FMEA dapat ditingkatkan dengan melibatkan metode lain seperti TOPSIS untuk mengidentifikasi risiko kunci yang membantu meningkatkan akurasi dari penilaian risiko.
2	(Čička et al., 2022)	2022	Risk Assessment Using the PFDA-FMEA Integrated Method	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Pythagorean Fuzzy Dimensional Analysis (PFDA)	Penilaian risiko dengan integrasi FMEA dengan fuzzy logic dapat meminimalkan ketidakpastian dalam evaluasi akhir FMEA dan perbaikan dalam proses pengambilan keputusan berdasarkan risiko yang telah diidentifikasi dalam proses pengembangan produk baru.

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
3	(Wang et al., 2022)	2022	A dynamic failure mode and effects analysis for train systems failures risk assessment using FCM and prospect theory	FMEA, FCM, prospect theory	Teori prospek dinamis dibangun untuk menentukan prioritas risiko dari setiap kegagalan dengan mempertimbangkan preferensi risiko pembuat keputusan, di mana fungsi bobot dinamis diturunkan berdasarkan matriks risiko.
4	(Li et al., 2022)	2022	Operational safety risk assessment of water diversion infrastructure based on FMEA with fuzzy inference system	FMEA dan fuzzy inference system	Hasilnya menunjukkan bahwa risiko hujan badai, banjir, dan kegagalan pondasi diperhitungkan sebagai prioritas tinggi. Validitas dan penerapan metode yang diusulkan diuji melalui perbandingan dengan FMEA tradisional. Temuan ini memberikan informasi berharga untuk keselamatan operasional infrastruktur pengalihan air.
5	(Fithri et al., 2021)	2021	Risk analysis of production process for food	FMEA	Hasil dari penelitian ini adalah 12 potensi bahaya teridentifikasi

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
			SMEs using FMEA method: a case study		dalam proses produksi roti di IKM Heppy Bakery menggunakan metode FMEA yang terdiri dari tiga variable yaitu tingkat keparahan, kejadian, deteksi, dan perhitungan tingkat risiko kritis (RPN) yaitu diprioritaskan dalam perbaikan. Hasil pengolahan data yang telah diperoleh urutan nilai RPN dari yang paling banyak nilai cukup besar hingga Nilai terkecil.
6	(Siregar & Hamonangan, 2020)	2020	Risk Analysis for Occupational Safety and Health In Manufacturing Company Using FMEA And FTA Methods: A Case Study Risk Analysis for Occupational Safety and Health In Manufacturing Company Using	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)	Berdasarkan metode FMEA, faktor penyebab terjadinya resiko kecelakaan yaitu metode FTA yang terlebih dahulu mengidentifikasi top event kemudian intermediate event dan basic event dan dihubungkan dengan gerbang logika yang menunjukkan tiga kejadian yaitu manusia,

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
			FMEA And FTA Methods: A		lingkungan dan material.
7	(Can et al., 2019)	2019	Evaluating Inputs of Failure Modes and Effects Analysis in Identifying Patient Safety Risks	FMEA	Penggunaan FMEA untuk penilaian risiko dapat mengidentifikasi dan meramalkan risiko baru bagi keamanan pasien baru serta pengaturan yang diperlukan.
8	(Madarsara et al., 2019)	2019	Health and Safety Risk Assessment Using a Combined FMEA and JSA Method in a Manufacturing Company	FMEA, dan JSA	Penilaian risiko dilakukan pada 4 aspek yaitu lokasi, peralatan, utama dan sub-unit serta kegiatan yang mengarah pada penyusunan tabel terkait panduan penilaian risiko. Hasil menunjukkan terdapat beberapa bahaya menjadi prioritas yang kemudian diberikan rekomendasi perbaikan.
9	(Szkoda & Satora, 2019)	2019	The Application of Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) For The Risk Assessment of Changes In The Maintenance	FMEA	Tindakan pencegahan yang diusulkan selama identifikasi bahaya dan penilaian risiko dengan metode FMEA telah berhasil untuk mengidentifikasi risiko dan harus digunakan

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
			System Of Railway Vehicles		sebagai data masukan untuk program peningkatan keselamatan.
10	(Ardeshir et al., 2018)	2018	A Prioritization Model for HSE Risk Assessment Using Combined Failure Mode and Effect Analysis and Fuzzy Inference System: A Case Study in Iranian Construction Industry	FMEA dan Fuzzy Inference System	Faktor risiko HSE yang dianalisis dikelompokkan dalam tiga kategori sebagai berikut: (a) risiko kesehatan; (b) keselamatan risiko dan (c) risiko lingkungan. Berdasarkan model yang diusulkan, pengelompokan pekerja jatuh dan terpeleset dengan risiko keselamatan menduduki peringkat pertama risiko serius dengan angka prioritas risiko 0,7938 dan cedera kulit yang diklasifikasikan dengan risiko kesehatan dianggap sebagai risiko yang tidak penting dengan prioritas risiko terendah jumlah 0,0223.
Jurnal Nasional					

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
1	(Zuniawan, 2020)	2020	A Systematic Literature Review of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Implementation in Industries Akhyar	FMEA	Industri otomotif dan manufaktur mendominasi penerapan FMEA. Untuk produksi industri: barang dan jasa, sebagian besar didominasi oleh kepentingan penerapan FMEA di industri mereka. Semoga temuan ini bermanfaat bagi industri barang dan jasa yang ingin mengimplementasikan FMEA, khususnya industri jasa.
2	(Prisilia & Purnomo, 2022)	2022	Manajemen Risiko K3 Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Mengidentifikasi Potensi Dan Penyebab Kecelakaan Kerja	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)	Penerapan metode FMEA telah dilakukan pada proyek dan ditemukan 6 potensi kecelakaan kerja hingga didapatkan RPN yang paling tinggi. Metode FTA berhasil digunakan untuk menentukan penyebab utama dan upaya perbaikan.
3	(Widi Astuti et al., 2022)	2022	Efforts To Prevent Work Accidents with The Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Method	FMEA	Analisis risiko dengan metode FMEA menunjukkan bahwa risiko longsor dinding galian pada kegiatan galian menempati urutan tertinggi pada

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
					pekerjaan jalan dengan total nilai RPN sebesar 460,8. Tertabrak dan tertabrak alat berat pada saat kegiatan penggalian merupakan resiko tertinggi pada pekerjaan Instalasi Geotekstil, dengan total RPN sebesar 405,5, sedangkan pada pekerjaan Instalasi Kanal Precast, Resiko tertabrak kereta api yang melintas pada saat marka dan pancang adalah yang tertinggi. risiko dengan RPN 344.
4	(Wahyuni et al., 2021)	2021	Risk Assessment and Mitigation Strategy in The Halal Food Supply Chain in The Covid-19 Pandemic	FMEA	Hasil penelitian menunjukkan 26 aktivitas berisiko pada rantai pasok kerupuk ikan, terdiri dari 9 risiko dari pemasok, 7 risiko dari proses, dan 10 risiko dari distributor. Risiko tertinggi ada pada proses pengiriman kerupuk dari perusahaan ke distributor. Strategi

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
					mitigasi disiapkan dengan melibatkan pemerintah, pemasok, perusahaan, dan distributor. Perumusan strategi mitigasi difokuskan pada aspek teknologi, sumber daya manusia, dan infrastruktur.
5	(Putra, 2019)	2019	Risk Assessment Alat Produksi Gula Cane Knife Pada Stasiun Gilingan Di PT. X	FMEA	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 6 (enam) mode kegagalan yang terjadi pada alat pisau tebu. Berdasarkan Risk Priority Number (RPN), mode kegagalan tertinggi yang terjadi adalah putusnya tali kopling. Sedangkan untuk pengendalian risiko, cukup. Hal ini dikarenakan telah dilakukan upaya pengendalian risiko meliputi pengendalian teknis yaitu pemasangan safety valve, pengendalian administratif berupa penerapan SOP pekerja

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
					<p>dan alat pelindung diri. Namun untuk alat pelindung diri hanya helm safety saja, untuk perusahaan lain tidak menyediakan.</p> <p>Kesimpulan yang dapat diambil adalah perlunya pengendalian resiko yang lebih baik terutama pada kerusakan yang terjadi pada alat tali kopling putus pisau tebu</p>

Penelitian ini mengadopsi metode FMEA dan peruntukannya sesuai dengan literatur review yang telah dilakukan yakni untuk penilaian risiko sehingga risiko dapat lebih dikendalikan khususnya dalam bidang kesehatan dan keselamatan kerja pada perusahaan. Pembaruan penelitian yang membedakan penelitian ini dibandingkan penelitian lainnya adalah pada integrasi penilaian risiko dengan FMEA kemudian hasilnya akan dibuatkan rekomendasi perbaikan yang lebih komprehensif dengan berdasarkan hierarki pengendalian risiko dan *fishbone*. Untuk risiko yang memiliki nilai tinggi akan ditandai sebagai proses kritis yang perlu diperhatikan lebih lanjut. Selain itu, objek penelitian yang merupakan proses pengecoran logam memiliki karakteristik risiko yang lebih kompleks.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori membahas mengenai teori, istilah, dan formulasi yang berkaitan dengan topik penelitian. Berikut merupakan landasan teori yang telah disusun berdasarkan pada jurnal bereputasi serta buku.

2.2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan kondisi yang bebas dari risiko yang berhubungan dengan bahaya yang terjadi pada lingkungannya. Secara keilmuan K3 memiliki pengertian sebagai upaya ilmu pengetahuan dan penerapan dalam pencegahan terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat pekerjaan dan lingkungan kerja.

Sedangkan secara filosofis K3 merupakan upaya yang dilakukan untuk memastikan keutuhan dan kesempurnaan rohani serta jasmani menuju masyarakat yang makmur (Setyawan, 2020). Sedangkan menurut *America Society of Safety and Engineering* (ASSE), K3 memiliki pengertian sebagai bidang kegiatan yang bertujuan untuk mencegah seluruh jenis kecelakaan yang terkait dengan situasi maupun lingkungan kerja.

Keselamatan kerja memiliki prinsip untuk menjamin keselamatan semua orang yang berada di lingkungan kerja, mengelola dan memelihara sumber produksi untuk digunakan secara efisien dan aman, serta memberikan perlindungan bagi pekerja dari berbagai faktor yang membahayakan keselamatan dan kesehatan (Redjeki, 2016).

Kesehatan kerja merupakan fokus dari pemeliharaan kesehatan fisik, mental, dan sosial dari pekerja atas pekerjaan yang dilakukan dalam area lingkungan kerjanya. Sehingga tujuan umum dari kesehatan kerja adalah untuk mencegah dan membrantas penyakit dan kecelakaan akibat kerja, pemeliharaan dan peningkatan kesehatan dan gizi kerja, serta perawatan dan meningkatkan efisiensi dan produktivitas tenaga kerja (Hughes & Ferrett, 2015).

Keselamatan dan kesehatan kerja diatur pula dalam regulasi Undang-undang Ketenagakerjaan No.13 Tahun 2003 pasal 87. Pada peraturan pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 diatur mengenai sistem manajemen K3 yang menjelaskan bahwa K3 merupakan segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja (PAK) (Setyawan, 2020). Saat ini standar yang paling baru terkait dengan keamanan dan kesehatan kerja yakni ISO 45001 yang merupakan pengganti OHSAS 18001. ISO 45001 mulai diterapkan sejak tahun 2018. Pembaruan lebih kepada cara pengendalian risiko K3 dan organisasi harus bisa mengidentifikasi dan mengendalikan risiko terkait dengan kelangsungan organisasi.

Keselamatan dan kesehatan kerja memiliki ruang lingkup yang harus diperhatikan perusahaan menurut (Setyawan, 2020) antara lain,

1. Lingkungan kerja

Lingkungan kerja merujuk pada lokasi dimana pekerja melakukan aktivitas pekerjaan. Kondisi lingkungan diharuskan memadai seperti suhu, penerangan, situasi, dan ventilasi untuk meminimalisir terjadinya potensi kecelakaan dan penyakit kerja.

2. Alat kerja dan bahan

Alat dan bahan merujuk pada seluruh alat kerja dan bahan yang digunakan selama melakukan pekerjaan untuk memproses barang dan jasa. Alat kerja dan bahan menjadi penentu dalam proses produksi. Dalam hal ini kelengkapan dan kondisi kerja harus diperhatikan.

3. Metode kerja

Metode kerja merujuk pada standar atau tata cara kerja yang telah ditentukan agar sesuai dengan tujuan pekerjaan tersebut. Standar dapat membantu pelaksanaan pekerjaan secara efektif dan efisien untuk menjaga keselamatan dan kesehatan kerja. Contoh adalah penerapan cara pengoperasian mesin dan alat pelindung diri yang digunakan sesuatu dengan standar.

2.2.2 Kecelakaan Akibat Kerja

Kecelakaan kerja merupakan peristiwa yang tidak diharapkan dan tidak diduga. Disebut sebagai tidak terduga karena peristiwa yang terjadi tidak terdapat unsur perencanaan dan kesengajaan, sedangkan tidak diharapkan karena peristiwa yang terjadi berpotensi menyebabkan kerugian material ataupun non-material dari skala ringan ataupun hingga paling berat (Ningsih & Hati, 2019). Kecelakaan akibat kerja dapat terjadi diakibatkan adanya interaksi atau kontak antara manusia dengan bahan, peralatan, lingkungan, ataupun sumber energi seperti bahan kimia, kebisingan, suhu tinggi, mesin, listrik, dan lain sebagainya yang memiliki tingkatan diluar nilai ambang kemampuan tubuh manusia untuk menerima. Sehingga kecelakaan dapat terjadi seperti terpotong, luka lecet, patah tulang, terbakar, dan berbagai gangguan fungsi fisiologis tubuh.

2.2.3 Penyebab Kecelakaan Kerja

Pada setiap kecelakaan kerja terdapat empat faktor yang dapat mempengaruhi dan saling berinteraksi yakni faktor lingkungan, bahaya, peralatan dan perlengkapan, serta faktor manusia. Sehingga secara umum dapat dikelompokkan kecelakaan kerja yang disebabkan karena dua penyebab antara lain (Triyono, 2014)

1. Tindakan yang tidak aman (*Unsafe action*)

Unsafe action merupakan perilaku yang membahayakan atau tidak aman sehingga berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja yang menimbulkan kerugian, cedera, hingga kematian. Unsafe action dikatakan sebagai hasil dari perilaku manusia saat melakukan pekerjaan. Terdapat berbagai contoh tindakan yang tidak aman seperti tidak mematuhi prosedur, tidak menggunakan APD, melakukan operasi tanpa

otorisasi, tidak serisu dalam melakukan pekerjaan dan lain sebagainya. Unsafe action merupakan kesalahan manusia dalam bersikap dan bertindak.

2. Kondisi yang tidak aman (*Unsafe condition*)

Lingkungan kerja merupakan segala sesuatu yang berada di sekitar lingkungan pekerja dalam menjalankan berbagai tugas yang dibebankan. Keadaan yang tidak aman adalah kondisi dari lingkungan kerja yang berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan. Sebagian besar kondisi tidak aman dapat tercipta dari perencanaan pekerjaan yang kurang efektif, perlengkapan kerja yang tidak memadai, penataan kondisi lingkungan kerja yang buruk, kurang memperhatikan aspek kesehatan, pencahayaan, dan lain sebagainya.

2.2.4 Bahaya

Bahaya merupakan segala sesuatu meliputi tindakan atau situasi yang berpotensi menyebabkan cedera ataupun kecelakaan pada manusia, kerusakan, ataupun gangguan lainnya (Natarisa et al., 2016). Bahaya yang terjadi membutuhkan upaya pengendalian agar dampak yang ditimbulkan bahaya tidak besar dan merugikan. Bahaya menjadi sifat yang melekat dari sistem, kondisi, peralatan, maupun zat. Contohnya pada api yang secara alami memiliki sifat panas apabila mengenai manusia ataupun benda dapat menyebabkan cedera dan kerusakan.

Pada berbagai tempat terdapat berbagai sumber bahaya. Bahaya tidak dapat dicegah akan tetapi dapat dikenadalikan jika dikenali jenisnya. Berikut merupakan klasifikasi jenis bahaya menurut (Aprilliani dkk., 2022)

1. Bahaya mekanis

Bahaya mekanis merupakan bahaya yang bersumber dari gerakan mekanis pada benda ataupun peralatan. Gaya mekanis dapat tercipta dari gerakan manual maupun yang digerakan penggerak. Contohnya pada mesin bubut, gerinda, mesin potong, mesin press, dan berbagai mesin lainnya.

2. Bahaya listrik

Bahaya listrik merupakan sumber bahaya yang tercipta dari energi listrik. Energi listrik dapat ditemukan diberbagai lingkungan kerja karena seluruh peralatan dan alat yang digunakan secara umum terhubung dengan jaringan listrik sebagai pasokan energinya. Bahaya listrik yang terjadi seperti kebakaran, tersetrum, sengatan listrik, dan lain sebagainya.

3. Bahaya kimiawi

Bahaya kimia berasal dari sifat dan kandungan dari bahan kimia. Pada berbagai industri bahan kimia digunakan secara lazim untuk mendukung prosesnya. Tidak jarang bahan kimia memiliki sifat keras yang berbahaya bagi manusia. Selain itu juga dari uap kimia yang tercipta dapat berdampak pada fisiologis pernafasan manusia. Diluar dampak pada tumbuh, bahan kimia juga berpotensi menyebabkan kebakaran karena reaksi yang diciptakan. Oleh karena itu, bahan kimia harus ditangani secara khusus sesuai sifat zatnya.

4. Bahaya Fisik

Bahaya fisik merupakan bahaya yang berasal dari faktor fisik seperti gas, kebisingan, suhu, cahaya penerangan, radiasi bahan radiaktif, getaran, dan lain sebagainya.

2.2.5 Analisis Risiko

Risiko merupakan kemungkinan terjadinya suatu kejadian. Risiko pada K3 berkaitan dengan risiko terjadinya kejadian berbahaya yang berdampak pada gangguan kesehatan dan keselamatan. Sehingga diperlukan pengelolaan risiko yang disebut sebagai manajemen risiko (Triyono, 2014).

Risiko merupakan perwujudan dari potensi bahaya yang mungkin terjadi dan memiliki tingkat keparahan dan frekuensi yang berbeda-beda. Dampak yang tercipta tergantung dari pengelolaan yang dilakukan. Tingkat risiko dapat berbeda-beda dari yang paling ringan hingga yang paling berat. Sehingga analisis dan evaluasi potensi bahaya dan risiko diperlukan sebagai tindakan minimalisir dan pengendalian agar dampak tidak semakin besar dan menyebabkan kerugian.

Risiko dapat diukur berdasarkan kecenderungan terjadinya kejadian dan dampak yang ditimbulkan apabila risiko tersebut terjadi. Sehingga risiko perlu diperhitungan yang disebut sebagai nilai dari risiko. Akan tetapi, selain berdampak negative risiko juga dapat berdampak positif.

2.2.6 Manajemen Risiko

Manajemen risiko K3 merupakan upaya yang dilakukan untuk pengelolaan risiko K3 bertujuan untuk mencegah terjadinya kecelakaan yang tidak diinginkan melalui sistem yang lebih terencana dan sistematis dengan baik (Setyawan, 2020).

Manajemen risiko merupakan kegiatan yang dilakukan sebagai bentuk tanggapan atas risiko yang telah diketahui untuk meminimalisir konsekuensi yang mungkin muncul. Sehingga risiko harus diidentifikasi secara jelas untuk kemudian diatnggulangi melalui

rencana dan prosedur aktif. Manajemen risiko meliputi seluruh rangkaian kegiatan yang berhubungan dengan risiko seperti perencanaan, identifikasi dan analisis, penilaian, penanganan, dan pemantauan risiko.

Manajemen risiko memiliki tujuan antara lain,

1. Membantu meminimalisir dampak yang tidak diinginkan.
2. Memaksimalkan proses mencapai tujuan organisasi dengan meminimalisir kejadian yang dapat menghambat.
3. Pelaksanaan program manajemen secara efisien untuk lebih berorientasi pada keuntungan bukan kerugian.
4. Membantu dalam pengambilan keputusan terbaik pada semua level.
5. Penyusunan program yang tepat untuk meminimalisir kegagalan.
6. Menciptakan manajemen yang proaktif.

Manajemen risiko menjadi hal penting untuk kelangsungan bisnis dan melindungi perusahaan dari seluruh aspek yang menyebabkan kemungkinan kerugian. Sehingga melalui manajemen risiko akan diperoleh berbagai manfaat antara lain,

1. Menjamin kelangsungan usaha dengan risiko yang berkurang dari setiap kegiatan yang berpotensi berbahaya
2. Mengurangi biaya yang dikeluarkan untuk penganggulan kejadian yang tidak diinginkan.
3. Menciptakan rasa aman dari kalangan investor dan juga dari karyawan terhadap kelangsungan dan keamanan usaha.
4. Meningkatkan kesadaran dan pemahaman mengenai risiko operasi dari setiap unsur organisasi.
5. Memenuhi persyaratan regulasi dan perundangan yang berlaku.

2.2.7 Perangkat Manajemen Risiko

Manajemen risiko memiliki perangkat untuk membantu pelaksanaan dalam identifikasi bahaya, penilaian, dan pengendalian. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi bahaya antara lain (Aprilliani et al., 2022),

1. Preliminary Hazard Analysis (PHA)

Preliminary Hazard Analysis (PHA) adalah analisis semi-kuantitatif yang dilakukan untuk mengidentifikasi, pada tahap awal desain dan definisi sistem, semua potensi bahaya dan kejadian berbahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan, mengklasifikasikan kejadian berbahaya yang teridentifikasi sesuai dengan tingkat

keparahannya dan mengidentifikasi pengendalian bahaya yang diperlukan dan tindakan tindak lanjutnya masing-masing.

2. *Hazard and Operability Study (HAZOPS)*

Studi bahaya dan pengoperasian (HAZOP) adalah pemeriksaan terstruktur dan sistematis dari rencana atau operasi yang kompleks untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi masalah yang mungkin menimbulkan risiko bagi personel atau peralatan. Tujuan melakukan HAZOP adalah untuk meninjau desain untuk mengambil masalah desain dan rekayasa yang mungkin belum ditemukan. Teknik ini didasarkan pada pemecahan desain proses yang kompleks secara keseluruhan menjadi beberapa bagian yang lebih sederhana yang disebut 'simpul' yang kemudian ditinjau secara individual. Hal ini dilakukan oleh tim multi-disiplin yang berpengalaman (HAZOP) selama serangkaian pertemuan. Teknik HAZOP bersifat kualitatif, dan bertujuan untuk merangsang imajinasi peserta untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan masalah pengoperasian.

3. *Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)*

Kegagalan diprioritaskan menurut seberapa serius konsekuensinya, seberapa sering terjadi, dan seberapa mudah dapat dideteksi. Tujuan dari FMEA adalah mengambil tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi kegagalan, dimulai dari prioritas tertinggi. Mode kegagalan dan analisis efek juga mendokumentasikan pengetahuan dan tindakan saat ini tentang risiko kegagalan, untuk digunakan dalam perbaikan berkelanjutan. FMEA digunakan selama desain untuk mencegah kegagalan. Kemudian digunakan untuk kontrol, sebelum dan selama operasi proses yang sedang berlangsung. Idealnya, FMEA dimulai selama tahap desain konseptual paling awal dan berlanjut sepanjang umur produk atau layanan.

4. *Job Safety Analysis (JSA)*

Job Safety Analysis (JSA) adalah prosedur yang membantu mengintegrasikan prinsip dan praktik keselamatan dan kesehatan kerja yang diterima ke dalam tugas atau operasi pekerjaan tertentu. Dalam *JSA*, setiap langkah dasar pekerjaan adalah mengidentifikasi potensi bahaya dan merekomendasikan cara teraman untuk melakukan pekerjaan itu. Istilah lain yang digunakan untuk menjelaskan prosedur ini adalah *Job Hazard Analysis (JHA)* dan *Job Hazard Breakdown*. Beberapa individu lebih suka memperluas analisis ke dalam semua aspek pekerjaan, bukan hanya keselamatan. Pendekatan ini dikenal sebagai analisis pekerjaan total. Metodologi

didasarkan pada gagasan bahwa keselamatan merupakan bagian integral dari setiap pekerjaan dan bukan entitas yang terpisah. Dalam dokumen ini, hanya aspek kesehatan dan keselamatan yang akan dipertimbangkan.

5. *What If*

Merupakan pemeriksaan yang dilakukan sekelompok individu yang berpengalaman dan dilakukan dair proses atau operasi dengan mengajukan pertanyaan mengenai peristiwa yang tidak diinginkan. Teknik ini memberikan pertanyaan untuk mengidentifikasi kecelakaan kerja yang mungkin terjadi, konsekuensi, dan tingkat keselamatan sehingga bisa didapatkan alternatif untuk pengurangan risikonya.

6. *Fault Tree Analysis*

Analisis pohon kesalahan (FTA) adalah alat grafis untuk mengeksplorasi penyebab kegagalan tingkat sistem. FTA menggunakan logika boolean untuk menggabungkan serangkaian kejadian tingkat rendah dan pada dasarnya merupakan pendekatan top-down untuk mengidentifikasi kegagalan tingkat komponen (kejadian dasar) yang menyebabkan kegagalan tingkat sistem (kejadian atas) terjadi. Analisis pohon kesalahan terdiri dari dua elemen "peristiwa" dan "gerbang logika" yang menghubungkan peristiwa untuk mengidentifikasi penyebab peristiwa yang tidak diinginkan teratas.

7. *Task Risk Assessment*

Kajian analisis risiko untuk mengetahui apa yang mungkin terjadi, potensi bahaya yang timbul dan dilakukan pencatatan.

8. *HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control)*

HIRARC adalah metode penilaian risiko yang diawali dengan identifikasi jenis kegiatan kerja yang kemudian dikaitkan dengan identifikasi sumber bahaya sehingga didapatkan penilaian risiko yang kemudian dilakukan pengendalian untuk mengurangi paparan bahaya yang terdapat pada setiap jenis pekerjaan

2.2.8 Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)

Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) merupakan rangkaian proses yang dilakukan untuk meminimalisir terjadinya risiko kegagalan yang dapat terjadi. *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) adalah sebuah metode digunakan untuk menganalisis kegagalan dan dampak kegagalan sistematis untuk meningkatkan keamanan dan keandalan dari sistem ataupun proses (Madarsara et al., 2019). FMEA umumnya digunakan dalam militer sistem, industri seperti dirgantara, otomotif, dan sistem perawatan kesehatan.

FMEA membantu memahami efek dari kegagalan proses. Cara di mana suatu proses bisa gagal disebut mode kegagalan. Setiap mode kegagalan mungkin memiliki satu atau lebih efek kegagalan. Setiap efek memiliki efeknya sendiri risiko dan potensi keparahan yang, jika tidak dicegah, bisa menyebabkan kesalahan.

Terdapat skala keparahan, kejadian, dan deteksi yang umum digunakan sebagai standar FMEA. Skala peringkat yang ditemukan dalam standar AIAG dan SAE ditampilkan di bawah. Meskipun kata-katanya berlaku untuk industri otomotif, akan tetapi pada industri lain dapat memodifikasi untuk digunakan di sektor lain. FMEA memiliki beberapa tujuan antara lain,

1. Memahami dan mengidentifikasi mode kegagalan, penyebabnya, serta tingkat keparahan dari efek yang ditimbulkan pada pengguna atau sistem dari proses atau produk tertentu.
2. Melakukan penilaian risiko dari mode kegagalan yang telah teridentifikasi, efek, serta menentukan prioritas permasalahan untuk melakukan Tindakan perbaikan sehingga meminimalisir terjadinya masalah.
3. Memberikan usulan rekomendasi tindakan korektif berdasarkan permasalahan yang memiliki nilai tinggi.

Berikut merupakan beberapa tahapan dari FMEA,

1. Meninjau aktivitas pekerjaan pada proses produksi
2. Identifikasi mode kegagalan pada proses produksi
3. Identifikasi efek mode kegagalan pada proses produksi
4. Menentukan peringkat metode deteksi proses pada proses produksi
5. Menentukan nilai keparahan dari setiap efek yang berpotensi
6. Menentukan peringkat nilai terjadinya untuk setiap efek yang berpotensi
7. Menentukan risk priority number dari setiap efek
8. Menentukan skala prioritas mode kegagalan yang akan diberikan rekomendasi perbaikan
9. Melakukan aktivitas untuk menghilangkan atau mengurangi kegagalan yang memiliki prioritas tinggi
10. Melakukan evaluasi hasil risk priority number setelah mode kegagalan berhasil dihilangkan atau dikurangi

FMEA mengidentifikasi potensi kegagalan, dampak kegagalan dan resiko dari suatu proses yang dapat terjadi dengan menggunakan nilai *Risk Priority Number* (RPN). RPN memberikan hasil numerik, dan oleh karena itu, menawarkan pendekatan risiko yang intuitif dengan penilaian semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi risikonya. Hal ini memudahkan untuk perusahaan untuk mengembangkan proses penanganan risiko. Misalnya, sebuah organisasi mungkin menetapkan aturan bahwa tidak ada RPN yang dapat berada di atas level tertentu sebelum rilis produk. Di dalam dengan cara ini, RPN memberikan cara mudah untuk menilai risiko dan membantu mengembangkan rencana mitigasi risiko dari perusahaan (Kardos et al., 2021). RPN ditentukan berdasarkan tiga faktor (Rahadiyan & Adi, 2018):

1. Keparahan/ *Severity* (S)

Menandakan keseriusan masalah jika terjadi dengan fokus pada konsekuensinya. Skala yang digunakan merujuk pada *incident severity scale*. Semakin tinggi angkanya, semakin besar tingkat keparahannya.

Tabel 2. 2 *Rating Severity (S)*

Rating	Dampak	Kriteria
1	Tidak ada	Tidak terdampak
2	Dampak sangat kecil	Tergigit serangga, terkena serpihan, terkena debu
3	Dampak yang diterima kecil	Memar, tergores, uap panas
4	Dampak yang diterima sangat rendah	terpeleset/tergelincir, terjepit
5	Dampak yang didapat rendah	Terkilir, patah ringan/retak, keram, Tertimpa besi, Tersayat/tergores dalam
6	Dampak yang diterima sedang	Tersengat listrik, Patah tulang/tulang bergeser, Luka bakar, Susah bernafas, jatuh, Lupa ingatan sementara
7	Dampak yang diterima tinggi	Perawatan lebih dari 12 jam, terdapat luka dengan pembuluh darah, kerugian

Rating	Dampak	Kriteria
		yang besar, hilang ingatan/kesadaran
8	Dampak yang diterima sangat tinggi	Perawatan serius yang berdampak pada cacat permanen, kematian

2. Kejadian/ Occurance (O)

Menandakan seberapa besar kemungkinan masalah akan terjadi. Untuk menentukan kadar frekuensi dari kejadian, perusahaan ingin melihat semua potensi penyebab kegagalan dan kemungkinan penyebab tersebut akan terjadi. Semakin tinggi angkanya, semakin besar kemungkinan terjadinya.

Tabel 2. 3 *Rating Occurance (O)*

Rating	Probabilitas kejadian	Kriteria
1	Tidak mungkin terjadinya kecelakaan	Hampir tidak pernah terjadi
2	Kecelakaan sangat jarang terjadi	Kecelakaan mungkin terjadi satu kali dalam 5 – 10 tahun terakhir
3	Kecelakaan hanya terjadi sesekali	Kecelakaan mungkin terjadi satu kali dalam 3-4 tahun terakhir
4	Kecelakaan terjadi secara berulang diarea yang sama	Kecelakaan mungkin terjadi satu kali dalam satu tahun terakhir
5	Kecelakaan selalu berulang	Kecelakaan mungkin terjadi sering dalam jangka waktu enam bulan terakhir

3. Deteksi

Menandakan betapa mudah atau sulitnya mengidentifikasi masalah. Peringkat yang lebih tinggi menandakan masalah cenderung tidak terdeteksi baik oleh perusahaan selama fase uji pengembangan produk atau oleh pelanggan setelah rilis produk. Oleh karena itu, semakin tinggi angkanya, semakin kecil kemungkinan kegagalan terdeteksi.

Tabel 2. 4 *Rating Detection (D)*

Rating	Kategori	Tingkat Deteksi
1	Hampir pasti	Kemampuan untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti
2	Sangat tinggi	Kemampuan untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat tinggi
3	Tinggi	Kemampuan untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi
4	Agak tinggi	Kemampuan untuk mendeteksi bentuk dan penyebab agak tinggi
5	Sedang	Kemampuan untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang
6	rendah	Kemampuan untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah
7	Sangat rendah	Kemampuan untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah
8	Jarang	Kemampuan untuk mendeteksi bentuk dan penyebab jarang
9	Sangat jarang	Kemampuan untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat jarang
10	Hampir tidak	Kemampuan untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir tidak

Berikut merupakan perhitungan dari severity, occurrence, dan detection untuk menentukan risk priority number,

$$RPN = S \times O \times D$$

Keterangan :

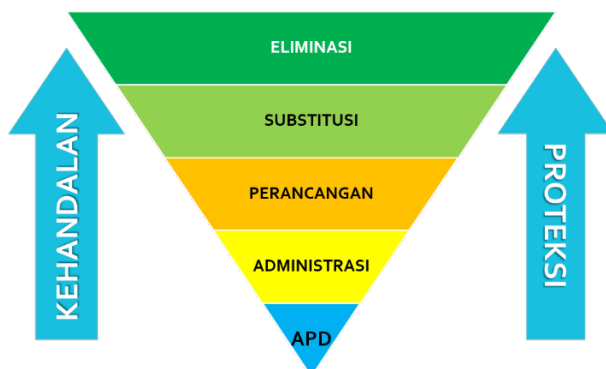
S = *Severity* (tingkat keparahan)

O = *Occurrence* (tingkat kejadian)

D = *Detection* (Deteksi)

2.2.9 Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko merupakan tindakan yang diambil untuk meminimalisir dampak risiko bahaya yang terjadi melalui beberapa rangkaian yang tergambar dari hierarki pengendalian risiko seperti terdapat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 1 Hierarki Pengendalian Risiko

Sumber. (Setyawan, 2020)

1. Eliminasi

Eliminasi berada pada hierarki di atas yang menunjukkan bahaya yang ada dihilangkan sebagai bentuk pengendalian. Tujuannya adalah untuk menghilangkan adanya kemungkinan kesalahan manusia dalam menjalankan sistem karena kekurangan desain. Penghilangan bahaya amnejadi cara efektif pengendalian karena tidak harus mengendalkan perilaku manusia dalam menghindari risiko. Akan tetapi eliminasi sulit untuk dilakukan.

2. Substitusi

Substitusi merupakan pengendalian yang dilakukan dengan penggantian bahan, proses, operasi, ataupun peralatan yang berbahaya jika digunakan menjadi yang tidak berbahaya. Pengendalian ini menurunkan bahaya dan risiko melalui sistem ulang atau desain ulang. Contohnya pada proses pembersihan penggunaan bahan kimia berbahaya, maka akan dipilih cara lain untuk pembersihan.

3. *Engineering control*

Pengendalian bertujuan untuk memisahkan bahaya dengan pekerja kemudian mencegah adanya kesalahan manusia yang dapat timbul. Contohnya pengendalian dapat terpasang pada unit sistem atau peralatan.

4. Administrasi

Pengendalian administrasi dilakukan dengan modifikasi interaksi pekerja dengan lingkungan seperti melakukan pelatihan, pengembangan standar kerja, shift kerja, rotasi kerja, dan lain sebagainya.

5. APD

APD atau alat pelindung diri merupakan alat yang dirancang untuk melindungi diri dari bahaya lingkungan agar tetap sehat dan meminimalisir dampak apabila risiko terjadi. APD dapat digunakan menyesuaikan dengan kondisi bahaya yang terjadi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Objek Penelitian

Lokasi pada penelitian yakni pada PT Aneka Adhilogam Karya yang beralamat pada Jl. Kop. Batur Jaya, Batur, Tegalrejo, Kec. Ceper, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah 57465. PT Aneka Adhilogam Karya adalah perusahaan logam dengan spesialisasi pengecoran logam yang menghasilkan produk perpipaan dan komponen drainase. Perusahaan memiliki proses produksi yang terbagi menjadi bagian proses peleburan, pengecoran logam, bagian permesinan, terakhir adalah bagian *finishing*. Objek penelitian focus pada area pengecoran logam.

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan dengan kurun waktu bulan Januari 2023 hingga Mei 2023.

3.3 Proses Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa metode seperti observasi langsung di lapangan, wawancara yang mendalam dengan perwakilan perusahaan, dan juga analisis terhadap prosedur operasional. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing metode penelitian,

1. Observasi

Penelitian observasional adalah teknik penelitian di mana peneliti mengamati peserta dan fenomena dalam pengaturan yang paling alami. Hal ini memungkinkan peneliti untuk melihat subjek dalam kondisi normal yang terjadi. Observasi menyangkut pengamatan, pencatatan, analisis, dan interpretasi yang terencana atas perilaku, tindakan, atau kegiatan (Sekaran & Bougie, 2016). Pengamatan dilakukan langsung oleh peneliti di PT Aneka Adhilogam Karya bertujuan untuk mengidentifikasi risiko di lokasi kerja. Hasil observasi akan menjadi dasar informasi yang berguna bagi peneliti untuk kemudian dilakukan analisis dan perbandingan dengan dokumen-dokumen yang tersedia.

2. Wawancara

Wawancara digunakan untuk memandu peneliti saat dia mengajukan pertanyaan dan pilihan jawaban kepada responden. Wawancara dilakukan dengan panduan daftar pertanyaan yang akan peneliti bacakan kepada responden. Dalam wawancara kuantitatif, konsistensi dalam cara pertanyaan dan opsi jawaban disajikan sangat penting. Tujuannya adalah untuk mengajukan setiap opsi tanya jawab dengan cara yang sama kepada setiap responden. Pada penelitian ini dilakukan wawancara terhadap setiap bagian produksi:

Tabel 3. 1 Nama Kepala Bagian

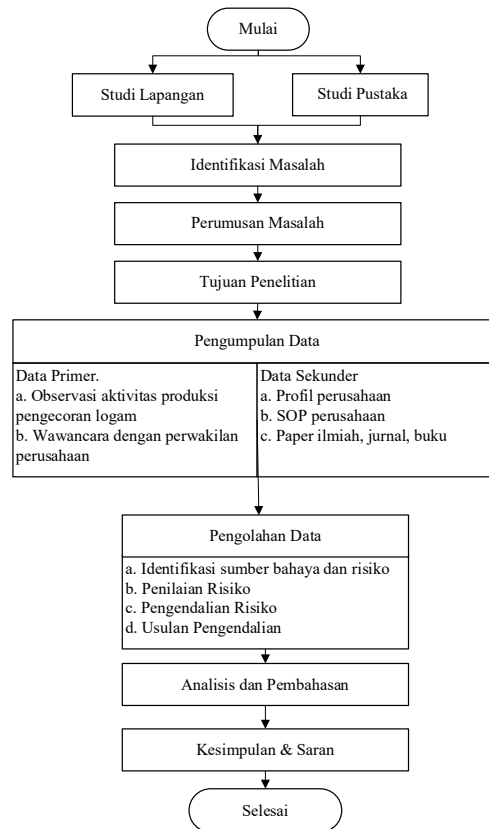
Nama	Divisi	Lama Bekerja
Bapak Jinu	Pembuatan cetakan	20 Tahun
Bapak Suryadi	Bahan baku dan Peleburan	19 Tahun
Bapak Aziz	Peleburan dan Penuangan	12 Tahun
Bapak Mustakim	Pemotongan tepi kasar	14 Tahun
Bapak Komarudin	Pembubutan	23 Tahun
Bapak Fauzi	Pengecatan	22 Tahun

3. Analisis Dokumen

Dokumen yang diperlukan pada penelitian merupakan dokumen resmi PT Aneka Adhilogam Karya yang memuat gambaran umum perusahaan, kemudian juga dokumen standar operasional procedure (SOP) dan juga identifikasi potensi bahaya dan risiko, data rekam kecelakaan kerja dan berbagai dokumen lainnya. Dokumen ini termasuk pada data sekunder sebagai data yang telah tersedia sebelumnya dan dimiliki oleh karyawan yang berwenang di PT Aneka Adhilogam Karya.

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis risiko kecelakaan kerja merujuk pada aktivitas kerja di PT Aneka Adhilogam Karya dengan menggunakan metode FMEA. Berikut tahapan penelitian yang dilakukan, terdapat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Alur penelitian

1. Studi Lapangan

Studi lapangan menjadi tahap awal penelitian yang memiliki tujuan untuk memperoleh gambaran kondisi pada objek penelitian. Pemetaan permasalahan dapat dilakukan pada tahap ini merujuk pada studi pustaka yang terkait, Studi lapangan penelitian ini dilakukan pada PT Aneka Adhilogam Karya khususnya aktivitas produksi pengecoran logam

2. Studi Pustaka

Setelah tahapan identifikasi dan perumusan masalah, penulis mencari referensi berupa jurnal, buku dan referensi lain untuk menemukan teori-teori yang berhubungan dengan masalah yang ada berkaitan dengan metode FMEA untuk analisis dan penilaian risiko keselamatan dan kesehatan kerja.

3. Identifikasi Masalah

Di awal penelitian, tahapan pertama yang penulis lakukan adalah melakukan observasi di PT Aneka Adhilogam Karya pada aktivitas produksi pengecoran logam atau survei secara langsung untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi di perusahaan dan metode apa yang akan digunakan dalam menyelesaikan masalah.

4. Perumusan Masalah

Hasil dari identifikasi masalah akan dirumuskan menjadi permasalahan yang akan menjadi fokus penelitian.

5. Tujuan Penelitian

Penetapan tujuan sebagai panduan mengenai apa yang ingin dicapai dari penelitian.

6. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode sesuai dengan jenis data yang dibutuhkan. Untuk detail dari pengumpulan data yang dilakukan akan dijelaskan pada subbab berikutnya.

7. Pengolahan Data

Analisis data dan pengolahan data dilakukan terhadap hasil dari pengumpulan data dengan metode yang dibutuhkan.

8. Kesimpulan dan Saran

Tahap yang terakhir adalah kesimpulan dari penelitian untuk menjawab rumusan masalah dan saran yang dapat diambil sebagai perbaikan terhadap penelitian selanjutnya.

3.5 Metode Penelitian Dan Analisis Data

3.5.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang sesuai dengan topik penelitian yakni penelitian kualitatif deskriptif. Penelitian kualitatif melibatkan pengumpulan dan analisis data non-numerik (misalnya, teks, video, atau audio) untuk memahami konsep, opini, atau pengalaman (Fauzy, 2019). Ini dapat digunakan untuk mengumpulkan wawasan mendalam tentang suatu masalah atau menghasilkan ide-ide baru untuk penelitian. Penelitian kualitatif digunakan untuk memahami dan menjelaskan fenomena keselamatan dan kesehatan kerja pada aktivitas pengecoran logam PT Aneka Adhilogam Karya dan gambarannya sesuai dengan identifikasi, penilaian, dan analisis risiko.

3.5.2 Analisis Data

Analisis data menggunakan form penelitian FMEA (*Hazard Identification Risk Assesment and Determining Control*) serta matriks penilaian risiko mengacu pada Manajemen Risiko K3 dengan sedikit modifikasi. Pada penelitian akan dilakukan studi evaluasi dari kondisi yang ada saat ini kemudian dibandingkan dengan observasi yang

dilakukan dengan mengidentifikasi risiko hingga pengendalian risiko yang diperlukan. Berikut merupakan tahapan yang dilakukan,

1. Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko dilakukan untuk menganalisis risiko K3 yang terjadi pada aktivitas pengecoran logam dengan berdasarkan FMEA perusahaan dan membandingkan dengan aktual aktivitas produksi kemudian hasilnya juga didukung oleh kepustakaan yang ada.

2. Penilaian Risiko

Bahaya yang telah teridentifikasi maka akan dikumpulkan dan dilakukan pengecekan dari wawancara, pengamatan, dan dokumen yang diperoleh. Setelahnya akan disusun dalam bentuk laporan dengan menggunakan metode FMEA sesuai dengan standar yang ada.

3. Pengendalian Risiko

Selanjutnya bagi risiko yang memiliki tingkatan penilaian tinggi akan dikendalikan merujuk pada hierarki pengendalian risiko.

4. Usulan Perbaikan

Peneliti akan memberikan usulan perbaikan yang dirasa masih kurang dan dapat dikembangkan lebih jauh dari yang ada saat ini.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Alur Proses Pekerjaan Pengecoran Logam

Identifikasi proses produksi diperlukan untuk mengetahui runtutan aktivitas yang dilakukan pada aktivitas produksi pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya, dari aktivitas produksi inilah dapat dianalisis jenis bahaya yang terdapat di dalamnya, maka identifikasi proses produksi penting untuk dilakukan. Proses pengumpulan data identifikasi proses produksi didapat dari hasil pengamatan dan wawancara yang dilakukan dengan beberapa pekerja yang bertugas. Berikut merupakan alur proses aktivitas pengecoran logam,

Tabel 4. 1 Proses Pengecoran Logam di PT. Aneka Adhilogam Karya

No	Stasiun	Aktivitas Pekerjaan
1	Pembuatan cetakan	Pencampuran tanah dengan semen Penumbukan campuran agar padat Pembuatan pola dengan menggunakan besi
2	Pengambilan bahan baku peleburan	Mengambil besi bekas dari gudang Mengangkat besi bekas menggunakan crane Memasukkan besi bekas ke dalam oven
3	Peleburan dan penuangan	Mengoperasikan mesin oven Memeriksa temperatur mesin oven Mengangkat tungku oven dengan crane untuk dituangkan Mempersiapkan ember besi tempat cairan lebur Menuangkan cairan ke dalam cetakan
4	Pembongkaran dan penyortiran	Memisahkan besi coran dari pasir cetakan Memindahkan besi coran ke tempat sortir
5	Pemotongan tepi kasar	Mempersiapkan mesin gerinda yang akan digunakan

No	Stasiun	Aktivitas Pekerjaan
		Proses penggerindaan
		Memindahkan hasil penggerindaan ke ruang pembubutan
6	Pembubutan	<p>Mempersiapkan alat bubut yang akan dipakai</p> <p>Memasang besi coran ke atas mesin bubut</p> <p>Memasang pahat bubut</p> <p>Memasang mata bor</p> <p>Proses pembubutan</p> <p>Proses pengeboran</p> <p>Memindahkan hasil pembubutan ke ruang <i>finishing</i></p>
7	<i>Finishing</i>	Pengecatan

Berikut merupakan uraian dari detail setiap stasiun kerja beserta dengan aktivitas yang terkait,

1. Pembuatan cetakan

Cetakan dibuat dengan mencampurkan tanah dengan semen, kemudian ditumbuk agar menjadi padat. Cetakan adalah rongga atau ruang di dalam pasir cetak yang akan diisi dengan logam cair. Pembuatan cetakan dari pasir cetak dilakukan pada sebuah rangka cetak. Cetakan terdiri dari kup dan drag. Kup adalah cetakan yang terletak di atas, dan drag cetakan yang terletak di bawah. Hal yang perlu diperhatikan pada kup dan drag adalah penentuan permukaan pisah yang tepat. Pada pengecoran logam, dibutuhkan pola yang merupakan tiruan dari benda yang hendak dibuat dengan pengecoran. Pola yang digunakan perusahaan terbuat dari besi. Pola mempunyai ukuran sedikit lebih besar dari ukuran benda yang akan dibuat dengan maksud untuk mengantisipasi penyusutan selama pendinginan dan pengerjaan *finishing* setelah pengecoran. Selain itu, pada pola juga dibuat kemiringan pada sisinya supaya memudahkan pengangkatan pola dari pasir cetak.

- a. Pencampuran tanah dengan semen



Gambar 4. 1 Pencampuran tanah dengan semen

- b. Penumbukan campuran agar padat



Gambar 4. 2 Penumbukan campuran agar padat

c. Pembuatan pola dengan menggunakan besi



Gambar 4. 3 Pembuatan pola dengan besi

2. Pengambilan bahan baku peleburan

Sebelum dilakukan proses peleburan maka diperlukan pengambilan bahan baku dari gudang menuju ke ruangan untuk proses produksi. Pengambilan bahan baku peleburan termasuk pada aktivitas material handling yang terbagi menjadi tiga aktivitas yakni mengambil besi bekas dari gudang, mengangkat besi bekas menggunakan crane, dan memasukkan besi bekas ke dalam oven.

a. Mengambil besi bekas dari Gudang



Gambar 4. 4 Mengambil besi bekas dari gudang

b. Mengangkat besi bekas menggunakan crane



Gambar 4. 5 Mengangkat besi menggunakan crane

c. Memasukkan besi bekas ke dalam oven

3. Peleburan dan penuangan

Pengecoran logam adalah proses di mana logam cair panas dituangkan ke dalam cetakan yang berisi potongan berlubang atau rongga dengan bentuk jadi yang diinginkan. Cetakan ini bisa terbuat dari pasir, logam atau pun keramik. Logam tersebut dibiarkan mendingin dan mengeras menjadi bentuk yang diberikan oleh cetakan tersebut dan kemudian dikeluarkan dari cetakan dengan cara memecahkan atau memisahkan cetakan. Peleburan dilakukan dengan memanaskan logam hingga temperature lelehnya. Pada proses peleburan harus memperhatikan kekentalan logam. Kekentalan logam tergantung temperaturnya, semakin tinggi temperature kekentalannya semakin rendah.

a. Mengoperasikan mesin oven



Gambar 4. 6 Mengoperasikan mesin oven

- b. Memeriksa temperatur mesin oven



Gambar 4. 7 Memeriksa temperature mesin oven

- c. Mengangkat tungku oven dengan crane untuk dituangkan



Gambar 4. 8 Mengangkat tungku oven dengan crane

- d. Mempersiapkan ember besi tempat cairan lebur
e. Menuangkan cairan ke dalam cetakan



Gambar 4. 9 Menuangkan cairan ke dalam cetakan

4. Pembongkaran dan penyortiran

Setelah hasil peleburan besi cor dingin dan membeku kembali, langkah selanjutnya adalah membongkar produk dari cetakannya. Pada proses pembongkaran dan penyortiran akan dilakukan material handling pemindahan hasil cor dan selama prosesnya dilakukan penyortiran untuk memastikan standar yang ditentukan terpenuhi. Aktivitas yang terlibat antara lain,

- a. Memisahkan besi coran dari pasir cetakan



Gambar 4. 10 Memisahkan besi coran dari pasir cetakan

- b. Memindahkan besi coran ke tempat sortir



Gambar 4. 11 Memindahkan besi coran

5. Pemotongan tepi kasar

Proses *pemotongan logam* (cutting process) adalah memotong *logam* untuk mendapatkan bentuk dan ukuran serta kualitas permukaan *potong* yang di rencanakan. Proses pemotongan dilakukan dengan mesin gerinda. Hasil dari proses pengecoran tidak jarang ditemukan tepian yang masih kasar. Sehingga perlu dilakukan pemotongan. Aktivitas yang terlibat antara lain,

- a. Mempersiapkan mesin gerinda yang akan digunakan
- b. Proses penggerindaan



Gambar 4. 12 Proses penggerindaan

- c. Memindahkan hasil penggerindaan ke ruang pembubutan



Gambar 4. 13 Proses pemindahan ke pembubutan

6. Pembubutan

Pembubutan dilakukan untuk menghasilkan permukaan yang rata di ujung benda kerja. Dalam operasi Pembubutan, ini menghilangkan material dari permukaan benda kerja atau mengurangi diameter benda kerja dan kemudian menghasilkan permukaan *finishing* yang halus.

- a. Mempersiapkan alat bubut yang akan dipakai
- b. Memasang besi coran ke atas mesin bubut



Gambar 4. 14 Pemasangan besi coran ke mesin bubut

c. Memasang pahat bubut



Gambar 4. 15 Pemasangan pahat bubut

d. Memasang mata bor

e. Proses pembubutan



Gambar 4. 16 Proses Pembubutan

f. Proses pengeboran



Gambar 4. 17 Proses Pengeboran

- g. Memindahkan hasil pembubutan ke ruang *finishing*



Gambar 4. 18 Memindahkan hasil pembubutan ke ruang *finishing*

7. *Finishing*

Finishing logam adalah sebuah proses yang menggambarkan penempatan beberapa jenis lapisan pada permukaan bagian logam tersebut, dan biasanya disebut sebagai substrat. Proses *finishing* pengecoran logam dilakukan dengan pengecatan.



Gambar 4. 19 Proses *Finishing*

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Failure Mode Effect Analysis

Failure Mode Effect Analysis menjadi metode yang digunakan untuk menganalisis potensi dan penyebab kecelakaan kerja berdasarkan aktivitas kerja yang dilakukan pada proses produksi pengecoran logam. Penelitian ini akan melakukan proses penilaian risiko dengan harapan keluaran masukkan pengendalian risiko pada PT Aneka Adhilogam Karya. Proses analisis penilaian risiko menggunakan metode FMEA akan berdasarkan pada tiga aspek penilaian yakni dampak risiko (severity), tingkat frekuensi kejadian (occurrence) dan deteksi risiko (detection). Aspek tersebut akan dihitung totalnya berdasarkan perkalian untuk menghasilkan Risk Priority Number (RPN). Risk Priority Number akan menjadi dasar dalam penentuan level risiko. Sehingga berikut akan dijabarkan tabel dari Failure Mode Effect Analysis (FMEA) pada Aneka Adhilogam Karya sesuai dengan aktivitas pekerjaan pada proses produksi pengecoran logam.

1. Pembuatan cetakan

Pada proses pembuatan cetakan ini yaitu membuat pola pola yang sesuai dengan pesanan dari pelanggan. Media dalam pembuatan cetakan ini berupa pasir dicampurrkan dengan semen kemudian dimasukkan kedalam cetakan untuk dipadattkan dengan menumbuuk pasir dengan besii padatt.

Tabel 4. 2 FMEA Pembuatan Cetakan

Activity	Potential Failure Mode(s)	Caution / Penyebab	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Current design controls	D
Pencampuran tanah dengan semen	Debu hasil pencampuran	Debu semen	Iritasi mata	Tidak memakai APD kaca mata	5	Petugas tidak rutin mengontrol	4
		Debu semen	Iritasi kulit	Tidak memakai baju lengan panjang	5	Petugas tidak rutin mengontrol	4
	Tertimpa besi padat	Debu semen	Gangguan pernapasan	Tidak memakai APD masker	5	Petugas tidak rutin mengontrol	3
		Besi tumbukan	Luka memar	Tidak memakai APD	5	Petugas tidak rutin mengontrol	3

Activity	Potential Failure Mode(s)	Caution / Penyebab	Potential Effect(s) of Failure	S	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Current design controls	D
Penumbukan campuran			Patah tulang		Standar kerja tidak memadai	4	Petugas tidak rutin mengontrol	5
agar padat	Debu dari penumbukan	Debu tanah	Gangguan pernapasan	4	Tidak memakai APD masker	5	Petugas tidak rutin mengontrol	3
		Debu tanah	Iritasi mata		Tidak memakai APD kacamata	5	Petugas tidak rutin mengontrol	3
Pembuatan pola dengan menggunakan besi	Tertimpa besi cetak	Besi cetakan	Luka memar	4	Tidak memakai APD	5	Petugas tidak rutin mengontrol	3
		Besi cetakan	Luka sobek		Tidak memakai APD	5	Petugas tidak rutin mengontrol	3

Pada proses pembuatan cetakan diketahui bahwa RPN yang paling tinggi yakni pencampuran tanah dengan semen. Aktivitas tersebut memiliki nilai tinggi karena berdasarkan wawancara dengan perwakilan perusahaan tingkat occurrence atau probabilitas kejadian sering terjadi dengan nilai 5 dimana kejadian terjadi secara berulang di area yang sama kecelakaan mungkin terjadi satu kali dalam enam bulan terakhir. Tingkat severity menunjukkan nilai 6 dikarenakan dampak yang diterima sedang yang diakibatkan karena iritasi mata yang mengganggu pengelihatannya sehingga tidak bisa bekerja dengan baik. Deteksi memiliki nilai 4 dikarenakan kategori deteksi agak tinggi, besar kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak. Deteksi dilakukan pengendalian inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja.

Didalam tabel FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) diatas terdapat sejumlah kolom yang memberikan informasi penting tentang analisis risiko. Mari kita jelaskan arti dari setiap kolom dalam konteks ini:

- a. *Activity*: Ini adalah deskripsi dari aktivitas atau proses yang sedang dievaluasi dalam FMEA. Dalam kasus ini, aktivitas termasuk pencampuran tanah dengan semen, penumbukan campuran agar padat, dan pembuatan pola dengan menggunakan besi.
- b. *Potential Failure Mode(s)*: Ini mengacu pada kemungkinan cara atau kondisi di mana sesuatu bisa menjadi cacat atau gagal. Contohnya dalam tabel, potensi mode kegagalan mencakup "Debu hasil pencampuran," "Tertimpa besi padat," dan "Tertimpa besi cetak."
- c. *Potential Effect(s) of Failure*: Ini adalah efek yang mungkin terjadi jika kegagalan atau mode kegagalan terjadi. Misalnya, dalam tabel Anda, potensi dampak kegagalan termasuk "Iritasi mata," "Luka memar," "Gangguan pernapasan," dan lainnya.
- d. *S (Severity)*: Ini adalah penilaian terhadap sejauh mana dampak atau konsekuensi dari kegagalan tersebut dapat berdampak pada pekerjaan, keselamatan, atau kualitas. Penilaian dilakukan pada skala tertentu, dalam tabel Anda, sekitar 1 hingga 8. Semakin tinggi angka, semakin parah dampaknya.
- e. *O (Occurrence)*: Ini adalah penilaian terhadap seberapa sering atau seberapa mungkin potensi mode kegagalan tersebut terjadi. Dalam tabel Anda, penilaian dilakukan dengan skala tertentu, dari 1 hingga 5, dengan 5 menunjukkan kemungkinan terjadi yang paling tinggi.
- f. *Current design controls*: Ini mengacu pada langkah-langkah atau kontrol yang saat ini ada dalam desain atau proses untuk mencegah atau mendeteksi kegagalan. Dalam tabel

Anda, ini mencakup "Tidak memakai APD," "Standar kerja tidak memadai," dan sebagainya.

- g. *D (Detection)*: Ini adalah penilaian terhadap sejauh mana kemungkinan kegagalan atau mode kegagalan dapat dideteksi sebelum mengakibatkan dampak. Dalam tabel Anda, penilaian dilakukan pada skala tertentu, dari 1 hingga 10, dengan 10 menunjukkan kemampuan deteksi yang paling tinggi.
- h. *RPN (Risk Priority Number)*: RPN adalah hasil perkalian dari Keparahan (S), Kemunculan (O), dan Deteksi (D). Ini adalah cara untuk memberikan prioritas pada risiko berdasarkan tingkat keparahan, kemungkinan terjadi, dan kemampuan deteksi. Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi risiko yang dihadapi.

Dengan menggunakan tabel FMEA ini, peneliti dapat mengidentifikasi risiko-risiko utama dalam proses Anda dan menilai tingkat keparahan, kemunculan, dan kemampuan deteksi mereka.

2. Pengambilan bahan baku peleburan

Mengambil bahan baku dari gudang yang diangkut menggunakan crane. Bahan baku yang digunakan dalam proses ini berupa besi bekas yang berasal dari rosok yang telah bekerjasama dengan perusahaan, Kemudian besi dimasukkan kedalam oven.

Tabel 4. 3 FMEA Pengambilan Bahan Baku Peleburan

Activity	Potential Failure Mode(s)	Caution/ Penyebab	Potential Effect(s) of Failure	S	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Current Design Controls	D
Mengambil besi bekas dari gudang	Tertimpa besi	Besi bekas	Luka memar	6	Tidak memakai APD	5	Petugas tidak rutin mengontrol	3
		Besi bekas	Patah tulang		Standar kerja tidak memadai	3	Petugas tidak rutin mengontrol	5
		Besi bekas	Luka sobek		Standar kerja tidak memadai	3	Petugas tidak rutin mengontrol	5
Mengangkat besi bekas menggunakan crane	Besi terlempar	Besi bekas	Luka memar	4	Tidak memakai APD	4	Petugas tidak rutin mengontrol	3
			Luka lecet		Tidak memakai APD	4	Petugas tidak rutin mengontrol	3
Mengangkat besi bekas menggunakan crane	Besi terlempar	Besi bekas	Luka memar	4	Tidak memakai APD	4	Petugas tidak rutin mengontrol	3
			Luka lecet		Standar kerja tidak memadai	4	Petugas tidak rutin mengontrol	5
	Tertimpa besi	Besi bekas	Luka memar	6	Tidak memakai APD	4	Petugas tidak rutin mengontrol	3

Activity	Potential Failure Mode(s)	Caution/ Penyebab	Potential Effect(s) of Failure	S	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Current Design Controls	D
		Besi bekas	Patah tulang		Standar kerja tidak memadai	3	Petugas tidak rutin mengontrol	5
			Luka sobek		Tidak memakai APD	3	Petugas tidak rutin mengontrol	3
Memasukkan besi bekas ke dalam oven	Terkena uap panas oven	Uap panas dan percikan api	Luka bakar	4	Tidak memakai APD	3	Petugas tidak rutin mengontrol	4
	Tertimpa besi	Besi bekas	Luka memar	4	Tidak memakai APD	4	Petugas tidak rutin mengontrol	4
			Luka sobek		Standar kerja tidak memadai	4	Petugas tidak rutin mengontrol	3

Pada proses pembuatan cetakan diketahui bahwa RPN yang paling tinggi yakni pada aktivitas mengangkat besi bekas menggunakan crane. Aktivitas tersebut memiliki nilai tinggi karena dapat menyebabkan patah tulang dari pekerja yang tertimpa besi. Berdasarkan wawancara dengan perwakilan perusahaan tingkat occurrence atau probabilitas kejadian sesekali terjadi dengan nilai 3 dimana kejadian kecelakaan mungkin terjadi satu kali dalam 3-4 tahun terakhir (Rahadiyan & Adi, 2018). Tingkat severity menunjukkan nilai 6 dikarenakan dampak yang diterima sedang dampak yang diakibatkan karena iritasi mata yang mengganggu pengelihatannya sehingga tidak bisa bekerja dengan baik. Deteksi memiliki nilai 5 dikarenakan kategori deteksi sedang dimana kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak. Pengendalian saat ini dilakukan dengan pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja secara berkala.

Dalam tabel FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) yang Anda berikan, berikut adalah penjelasan mengenai setiap kolom dan maknanya dalam konteks evaluasi risiko:

- a. Activity: Ini adalah deskripsi singkat dari aktivitas atau tugas yang sedang dievaluasi dalam analisis risiko FMEA. Dalam contoh ini, aktivitas tersebut termasuk "Mengambil besi bekas dari gudang," "Mengangkat besi bekas menggunakan crane," dan "Memasukkan besi bekas ke dalam oven."
- b. Potential Failure Mode(s): Ini mengacu pada cara atau kondisi di mana sesuatu bisa gagal atau menjadi cacat dalam aktivitas tersebut. Misalnya, potensi mode kegagalan termasuk "Tertimpa besi," "Besi terlempar," dan "Terkena uap panas oven."
- c. Potential Effect(s) of Failure: Efek yang mungkin terjadi jika kegagalan atau mode kegagalan terjadi. Dalam contoh ini, potensi dampak kegagalan mencakup "Luka memar," "Patah tulang," "Luka sobek," dan "Luka bakar."
- d. S (Severity): Ini adalah penilaian terhadap sejauh mana dampak atau konsekuensi dari kegagalan tersebut dapat berdampak pada pekerjaan atau keselamatan. Dalam skala Anda, semakin tinggi angka, semakin serius dampaknya. Misalnya, dampak seperti "patah tulang" memiliki tingkat keparahan 6, yang mengindikasikan bahwa ini adalah kondisi yang cukup serius.
- e. O (Occurrence): Ini adalah penilaian terhadap seberapa sering atau seberapa mungkin potensi mode kegagalan tersebut terjadi. Penilaian dilakukan pada skala tertentu, di mana 1 menunjukkan kemungkinan terjadi yang sangat rendah dan 5 menunjukkan kemungkinan terjadi yang sangat tinggi.

- f. Current Design Controls: Ini mengacu pada kontrol atau langkah-langkah yang saat ini ada dalam desain atau proses untuk mencegah atau mendeteksi kegagalan. Misalnya, dalam tabel Anda, kontrol desain yang saat ini ada termasuk "Tidak memakai APD," "Standar kerja tidak memadai," dan "Petugas tidak rutin mengontrol."
- g. D (Detection): Ini adalah penilaian terhadap sejauh mana potensi kegagalan atau mode kegagalan dapat dideteksi sebelum mengakibatkan dampak. Semakin tinggi angka penilaian, semakin baik kemampuan deteksinya. Dalam contoh ini, penilaian berkisar dari 3 hingga 10, menunjukkan tingkat kemampuan deteksi yang berbeda-beda.
- h. RPN (Risk Priority Number): RPN adalah hasil perkalian dari Keparahan (S), Kemunculan (O), dan Deteksi (D). Ini digunakan untuk memberikan prioritas pada risiko berdasarkan tingkat keparahan, kemungkinan terjadi, dan kemampuan deteksi. Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi prioritas risiko tersebut untuk tindakan pencegahan.

Dengan menggunakan tabel FMEA ini, agar dapat mengidentifikasi dan menilai risiko-risiko yang mungkin terjadi dalam aktivitas yang dievaluasi dan menentukan prioritas tindakan pencegahan yang perlu diambil untuk mengurangi risiko.

3. Peleburan dan penuangan

Proses peleburan ini proses untuk mencairkan besi dengan memanasskan besi tersebut didalam sebuah oven listrik yang, kemudian besi cair hasil dari proses peleburan dituangkan kedalam ember besi untuk dilakukan penuangan kedalam cetakan yang sudah dibuat.

Tabel 4. 4 FMEA Peleburan dan Penuangan

Activity	Potential Failure Mode(s)	Caution/ Penyebab	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s)/ S Mechanism(s) of Failure	O	Current Design Controls	D
Mengoperasik an mesin oven	Terkena uap panas oven	Uap panas oven	Mata iritasi	Tidak memakai APD	3	Petugas tidak rutin mengontrol	5
		Percikan api dari oven	Kulit melepuh	Tidak memakai APD	5		
	Kebisingan	Percikan api dari oven	Luka bakar	Tidak memakai APD	5	Petugas tidak rutin mengontrol	5
		Suara mesin oven	Sakit kepala	Standar kerja tidak memadai	3	Petugas tidak rutin mengontrol	5
		Suara mesin oven	Gangguan pendengaran	Standar kerja tidak memadai	3	Petugas tidak rutin mengontrol	5
Memeriksa temperatur mesin oven	Terkena panas oven	Percikan api dari oven	Kulit melepuh	Standar kerja tidak memadai	3	Petugas tidak rutin mengontrol	5

Activity	Potential Failure Mode(s)	Caution/ Penyebab	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s)/ S Mechanism(s) of Failure	O	Current Design Controls	D
Mengangkat tungku oven dengan crane untuk dituangkan	Terkena percikan api	Percikan api dari tungku	Luka bakar	Standar kerja tidak memadai	5	Petugas tidak rutin mengontrol	5
	Tertimpa tungku oven	Panas dari tungku	Kulit melepuh	Tidak memakai APD	3	Petugas tidak rutin mengontrol	4
		Tertimpa tungku	Luka memar	Tidak memakai APD	3	Petugas tidak rutin mengontrol	4
		Tertimpa tungku	Luka sobek	Tidak memakai APD	3	Petugas tidak rutin mengontrol	4
	Tersambar tali pengikat oven	Tali pengikat putus	Luka gores	Tidak memakai APD	2	Petugas tidak rutin mengontrol	4
Mempersiapkan ember besi tempat cairan lebur	Terkena percikan api	Percikan api saat pemindahan	Kulit melepuh	Kurang hati hati	3	Petugas tidak rutin mengontrol	6
	Tertimpa ember besi panas	Percikan api	Luka bakar	Tidak memakai APD	5	Petugas tidak rutin mengontrol	6
		Terkena ember cairan lebur	Luka memar	Kurang hati hati	3	Petugas tidak rutin mengontrol	4

Activity	Potential Failure Mode(s)	Caution/ Penyebab	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s)/ S Mechanism(s) of Failure	O	Current Design Controls	D
		Percikan api	Kulit melepuh	Standar kerja tidak memadai	3	Petugas tidak rutin mengontrol	4
		Percikan api	Luka bakar	Tidak memakai APD	3	Petugas tidak rutin mengontrol	4
	Terkena cairan lebur	Cairan lebur tumpah	Kulit melepuh	Kurang hati hati	4	Petugas tidak rutin mengontrol	6
Menuangkan cairan ke dalam cetakan	Terkena percikan api	Percikan api	Luka bakar	Standar kerja tidak memadai	5	Petugas tidak rutin mengontrol	7
		Percikan api	Kulit melepuh	Standar kerja tidak memadai	4	Petugas tidak rutin mengontrol	7
	Terkena cairan lebur	Cairan lebur tumpah	Kulit melepuh	Standar kerja tidak memadai	3	Petugas tidak rutin mengontrol	5
		Cairan lebur tumpah	Luka bakar	Tidak memakai APD	8	Petugas tidak rutin mengontrol	5

Pada proses peleburan dan penuangan diketahui bahwa RPN yang paling tinggi yakni pada aktivitas menuangkan cairan ke dalam cetakan dengan sumber bahaya dari terkena percikan api. Aktivitas tersebut memiliki nilai tinggi karena dapat menyebabkan luka bakar dan kulit melepuh. Berdasarkan wawancara dengan perwakilan perusahaan tingkat occurrence atau probabilitas kejadian sering terjadi dengan nilai 5 dimana kejadian kecelakaan mungkin terjadi sering dalam jangka waktu enam bulan terakhir (Rahadiyan & Adi, 2018). Tingkat severity menunjukkan nilai 4 dikarenakan dampak yang diterima sangat rendah. Adanya luka bakar dan kulit melepuh dari percikan akan membuat individu mengalami kesakitan dan kesulitan untuk beraktivitas secara normal. Deteksi memiliki nilai 7 dikarenakan kecil kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak. Pengendalian saat ini dilakukan dengan pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja secara berkala.

Dalam tabel FMEA diatas berisi tentang analisis risiko untuk berbagai aktivitas yang terkait dengan pengoperasian mesin oven dan proses terkait lainnya. Berikut adalah penjelasan tentang setiap kolom dan artinya dalam konteks evaluasi risiko:

- a. Activity: Ini adalah deskripsi singkat dari aktivitas atau tugas yang sedang dievaluasi dalam analisis risiko FMEA. Contoh aktivitas termasuk "Mengoperasikan mesin oven," "Memeriksa temperatur mesin oven," "Mengangkat tungku oven dengan crane untuk dituangkan," dan lainnya.
- b. Potential Failure Mode(s): Ini mengacu pada cara atau kondisi di mana sesuatu bisa gagal atau menjadi cacat dalam aktivitas tersebut. Misalnya, potensi mode kegagalan termasuk "Terkena uap panas oven," "Percikan api," "Kebisingan," dan sebagainya.
- c. Potential Effect(s) of Failure: Ini adalah efek yang mungkin terjadi jika kegagalan atau mode kegagalan terjadi. Dalam contoh ini, potensi dampak kegagalan mencakup "Mata iritasi," "Kulit melepuh," "Sakit kepala," "Luka bakar," dan lainnya.
- d. S (Severity): Ini merupakan penilaian terhadap sejauh mana dampak atau konsekuensi dari kegagalan tersebut dapat berdampak pada pekerjaan atau keselamatan. Semakin tinggi angka penilaian, semakin serius dampaknya.
- e. O (Occurrence) (Kemunculan): Ini adalah penilaian terhadap seberapa sering atau seberapa mungkin potensi mode kegagalan tersebut terjadi.
- f. Current Design Controls: Ini mengacu pada kontrol atau langkah-langkah yang saat ini ada dalam desain atau proses untuk mencegah atau mendeteksi kegagalan.

- g. D (Detection): Ini adalah penilaian terhadap sejauh mana potensi kegagalan atau mode kegagalan dapat dideteksi sebelum mengakibatkan dampak.
- h. RPN (Risk Priority Number): RPN adalah hasil perkalian dari Keparahan (S), Kemunculan (O), dan Deteksi (D). Ini digunakan untuk memberikan prioritas pada risiko berdasarkan tingkat keparahan, kemungkinan terjadi, dan kemampuan deteksi. Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi prioritas risiko tersebut untuk tindakan pencegahan.

Dalam konteks FMEA, tentu ini akan menjadi prioritas tindakan pencegahan untuk risiko yang memiliki nilai RPN yang tinggi, karena risiko-risiko ini memiliki dampak serius dan kemungkinan terjadi yang tinggi.

4. Pembongkaran dan penyortiran

Proses pembongkaran serta penyortiran ini dilakukan untuk memisahkan besi hasil pengecoran dengan pasir kemudian dilakukan pemilihan hasil pengecoran apakah terdapat produk yang cacat atau tidak. Produk yang tidak ada cacat dipindahkan dengan menggunakan crane ke dalam ruang pemotongan tepi kasar.

Tabel 4. 5 FMEA Pembongkaran dan Penyortiran

Activity	Potential Failure Mode(s)	Caution/ Penyebab	Potential Effect(s) of Failure	S	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Current Design Controls	D
Memisahkan besi coran dari pasir cetakan	Terkena panas	Panas dari hasil cetakan	Luka bakar	3	Tidak memakai APD	5	Petugas tidak rutin mengontrol	4
	Tertimpa pasir padat cetakan	Pasir padat cetakan	Luka memar	2	Tidak memakai APD sepatu	2	Petugas tidak rutin mengontrol	4
	Tertimpa besi coran	Besi coran	Luka memar	2	Tidak memakai APD sepatu	4	Petugas tidak rutin mengontrol	4
		Besi coran	Luka gores		Tidak memakai APD sepatu	3	Petugas tidak rutin mengontrol	4
Memindahkan besi coran ke tempat sortir	Tertimpa besi coran	Besi coran	Luka memar	2	Tidak memakai APD	2	Petugas tidak rutin mengontrol	3
		Besi coran	Luka gores		Tidak memakai APD	2	Petugas tidak rutin mengontrol	3
	Terkena tepi kasar besi coran	Hasil pengecoran	Luka gores	2	Tidak memakai APD	2	Petugas tidak rutin mengontrol	3

Pada proses pembongkaran dan penyortiran diketahui bahwa mayoritas RPN rendah atau sangat rendah. Sedangkan untuk RPN yang paling tinggi yakni pada aktivitas memisahkan besi coran dengan efek terkena panas yang menyebabkan luka bakar. Berdasarkan wawancara dengan perwakilan perusahaan tingkat occurrence atau probabilitas kejadian sering terjadi dengan nilai 5 dimana kecelakaan mungkin terjadi sering dalam waktu enam bulan terakhir (Rahadiyan & Adi, 2018). Tingkat severity menunjukkan nilai 4 dikarenakan dampak yang diterima sangat rendah. Adanya luka bakar akan membuat individu mengalami kesakitan dan kesulitan untuk beraktivitas secara normal. Deteksi memiliki nilai 4 dikarenakan besar kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak. Pengendalian saat ini dilakukan dengan pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja secara berkala.

Tabel FMEA diatas berisi tentang analisis risiko untuk berbagai aktivitas yang terkait dengan pemisahan besi coran dari pasir cetakan dan pemindahan besi coran ke tempat sortir. Berikut adalah penjelasan tentang setiap kolom dan artinya dalam konteks evaluasi risiko:

- a. Activity: Ini adalah deskripsi singkat dari aktivitas atau tugas yang sedang dievaluasi dalam analisis risiko FMEA. Dalam contoh ini, aktivitas termasuk "Memisahkan besi coran dari pasir cetakan" dan "Memindahkan besi coran ke tempat sortir."
- b. Potential Failure Mode(s): Ini mengacu pada cara atau kondisi di mana sesuatu bisa gagal atau menjadi cacat dalam aktivitas tersebut. Misalnya, potensi mode kegagalan termasuk "Terkena panas," "Tertimpa pasir padat cetakan," "Tertimpa besi coran," dan sebagainya.
- c. Potential Effect(s) of Failure (Potensi Dampak Kegagalan): Ini adalah efek yang mungkin terjadi jika kegagalan atau mode kegagalan terjadi. Dalam contoh ini, potensi dampak kegagalan mencakup "Luka bakar," "Luka memar," "Luka gores," dan sebagainya.
- d. S (Severity): Ini adalah penilaian terhadap sejauh mana dampak atau konsekuensi dari kegagalan tersebut dapat berdampak pada pekerjaan atau keselamatan. Semakin tinggi angka penilaian, semakin serius dampaknya. Misalnya, dampak seperti "Luka bakar" memiliki tingkat keparahan 4, yang menunjukkan bahwa ini adalah kondisi yang serius.
- e. O (Occurrence): Ini merupakan penilaian terhadap seberapa sering atau seberapa mungkin potensi mode kegagalan tersebut terjadi. Semakin tinggi angka penilaian, semakin tinggi kemungkinan terjadi.

- f. Current Design Controls: Ini mengacu pada kontrol atau langkah-langkah yang saat ini ada dalam desain atau proses untuk mencegah atau mendeteksi kegagalan. Contohnya termasuk "Tidak memakai APD sepatu" dan "Petugas tidak rutin mengontrol."
- g. D (Detection): Ini adalah penilaian terhadap sejauh mana potensi kegagalan atau mode kegagalan dapat dideteksi sebelum mengakibatkan dampak. Semakin tinggi angka penilaian, semakin baik kemampuan deteksinya.
- h. RPN (Risk Priority Number): RPN adalah hasil perkalian dari Keparahan (S), Kemunculan (O), dan Deteksi (D). Ini digunakan untuk memberikan prioritas pada risiko berdasarkan tingkat keparahan, kemungkinan terjadi, dan kemampuan deteksi. Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi prioritas risiko tersebut untuk tindakan pencegahan.

Dalam konteks FMEA, tentu peneliti akan memprioritaskan tindakan pencegahan untuk risiko yang memiliki nilai RPN yang tinggi, karena risiko-risiko ini memiliki dampak serius dan kemungkinan terjadi yang tinggi.

5. Pemotongan tepi kasar

Proses membersihkan bagian tepi dari produk yang biasanya masih terdapat bagian yang kasar yang membuat produk tidak rapi dengan menggunakan mesin grinda.

Tabel 4. 6 FMEA Pemotongan Tepi Kasar

Activity	Potential Failure Mode(s)	Cautin / penyebab	Potential Effect(s) of Failure	S	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Current Design Controls	D
Mempersiapkan mesin gerinda yang akan digunakan	Teresengat listrik	Kulit kabel terkelupas	Luka bakar	8	Standar kerja tidak memadai	1	Petugas tidak rutin mengontrol	7
		Kulit kabel terkelupas	Cedera berat		Standar kerja tidak memadai	2	Petugas tidak rutin mengontrol	7
		Kulit kabel terkelupas	Meninggal		Standar kerja tidak memadai	1	Petugas tidak rutin mengontrol	7
Proses penggerindaan	Terkena mata gerinda	Mata gerinda	Luka sobek	8	Tidak memakai APD	2	Petugas tidak rutin mengontrol	6

Activity	Potential Failure Mode(s)	Cautin / penyebab	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Current Design Controls	D
		yang tajam					
	Terkena percikan api dari penggerindaan	Percikan api penggerindaan	Luka bakar	Tidak memakai APD	3	Petugas tidak rutin mengontrol	5
			Iritasi mata	Tidak memakai APD	3	Petugas tidak rutin mengontrol	5
	Kebisingan	Suara mesin gerinda	Sakit kepala	Standar kerja tidak memadai	5	Petugas tidak rutin mengontrol	5
		Suara mesin gerinda	Gangguan pendengaran	Standar kerja tidak memadai	5	Petugas tidak rutin mengontrol	5
Memindahkan hasil	Tertimpa besi coran	Besi coran jatuh	Luka memar	Tidak memakai APD	4	Petugas tidak rutin mengontrol	3

Activity	Potential Failure Mode(s)	Cautin / penyebab	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Current Design Controls	D
penggerindaan ke ruang pembubutan		Besi coran jatuh	Patah tulang	Standar kerja tidak memadai	2	Petugas tidak rutin mengontrol	3

Pada proses pemotongan tepi kasar diketahui bahwa RPN yang paling tinggi yakni pada aktivitas mempersiapkan mesin gerinda yang akan digunakan dengan potensi bahaya tersengat listrik. Dampaknya dapat menyebabkan cedera berat bagi karyawan. Berdasarkan wawancara dengan perwakilan perusahaan tingkat occurrence atau probabilitas kejadian sering terjadi dengan nilai 2 dimana kejadian tidak mungkin terjadinya kecelakaan sekali terjadi sejak perusahaan beroperasi Tingkat severity menunjukkan nilai 9 dikarenakan dampak yang diterima dapat menyebabkan kematian. Deteksi memiliki nilai 7 dikarenakan kecil kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak. Pengendalian saat ini dilakukan dengan investigasi peralatan kerja yang dipakai pekerja.

Tabel FMEA diatas berisi analisis risiko untuk beberapa aktivitas yang terkait dengan persiapan mesin gerinda, proses penggerindaan, dan pemindahan hasil penggerindaan. Di bawah ini adalah penjelasan lebih lanjut tentang kolom-kolom yang ada dalam tabel tersebut:

- a. Activity: Ini adalah deskripsi singkat dari aktivitas atau tugas yang sedang dievaluasi dalam analisis risiko FMEA. Dari aktivitas diatas meliputi "Mempersiapkan mesin gerinda yang akan digunakan," "Proses penggerindaan," dan "Memindahkan hasil penggerindaan ke ruang pembubutan."
- b. Potential Failure Mode(s): Ini mengacu pada cara atau kondisi di mana sesuatu bisa gagal atau menjadi cacat dalam aktivitas tersebut. Contoh potensi mode kegagalan termasuk "Teresengat listrik," "Terkena mata gerinda," "Terkena debu dari penggerindaan," dan sebagainya.
- c. Potential Effect(s) of Failure: Ini adalah efek yang mungkin terjadi jika kegagalan atau mode kegagalan terjadi. Dalam tabel diatas, potensi dampak kegagalan mencakup "Luka bakar," "Luka sobek," "Sakit kepala," dan lainnya.
- d. S (Severity): Ini adalah penilaian terhadap sejauh mana dampak atau konsekuensi dari kegagalan tersebut dapat berdampak pada pekerjaan atau keselamatan. Semakin tinggi angka penilaian, semakin serius dampaknya. Misalnya, dampak seperti "Luka bakar" memiliki tingkat keparahan 9, yang menunjukkan bahwa ini adalah kondisi yang sangat serius.
- e. O (Occurrence): Ini adalah penilaian terhadap seberapa sering atau seberapa mungkin potensi mode kegagalan tersebut terjadi. Semakin tinggi angka penilaian, semakin tinggi kemungkinan terjadi.

- f. Current Design Controls: Ini mengacu pada kontrol atau langkah-langkah yang saat ini ada dalam desain atau proses untuk mencegah atau mendeteksi kegagalan. Contoh termasuk "Standar kerja tidak memadai" dan "Petugas tidak rutin mengontrol."
- g. D (Detection): Ini adalah penilaian terhadap sejauh mana potensi kegagalan atau mode kegagalan dapat dideteksi sebelum mengakibatkan dampak. Semakin tinggi angka penilaian, semakin baik kemampuan deteksinya.
- h. RPN (Risk Priority Number): RPN adalah hasil perkalian dari Keparahan (S), Kemunculan (O), dan Deteksi (D). Ini digunakan untuk memberikan prioritas pada risiko berdasarkan tingkat keparahan, kemungkinan terjadi, dan kemampuan deteksi. Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi prioritas risiko tersebut untuk tindakan pencegahan.

Dalam konteks FMEA, peneliti akan memprioritaskan tindakan pencegahan untuk risiko yang memiliki nilai RPN yang tinggi, karena risiko-risiko ini memiliki dampak serius dan kemungkinan terjadi yang tinggi.

6. Pembubutan

Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan komponen dengan bentuk yang sesuai dengan keinginan. Proses ini dikerjakan dengan menggunakan Mesin Bubut. Pada proses ini biasanya lebih kearah untuk menghaluskan sisa dari proses pengerindaan.

Tabel 4. 7 FMEA Pembubutan

Activity	Potential Failure Mode(s)	Caution/ penyebab	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Current Design Controls	D
Mempersiapkan alat bubut yang akan dipakai	Tersengat listrik	Konsleting listrik	Cedera berat	Standar kerja tidak memadai	2	Petugas tidak rutin mengontrol	6
		Konsleting listrik	Luka bakar	Tidak memakai APD	1	Petugas tidak rutin mengontrol	5
	Terbawa putaran mesin	Baju tersangkut kepala mesin bubut	Patah tulang	Standar kerja tidak memadai	1	Petugas tidak rutin mengontrol	7
		Baju tersangkut kepala mesin bubut	Luka sobek	Standar kerja tidak memadai	1	Petugas tidak rutin mengontrol	7

Activity	Potential Failure Mode(s)	Caution/ penyebab	Potential Effect(s) of Failure	S	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Current Design Controls	D
Memasang besi coran ke atas kepala mesin bubut	Tertimpa besi coran	Besi coran terlepas	Luka memar	2	Tidak memakai APD	4	Petugas tidak rutin mengontrol	4
		Besi coran terlepas	Luka sobek		Tidak memakai APD			
	Tergores besi coran	Besi coran tajam	Luka sobek	2	Kurang hati hati	4	Petugas tidak rutin mengontrol	4
Memasang pahat bubut	Tergores pahat bubut	Pahat bubut tajam	Luka sobek	2	Kurang hati hati	4	Petugas tidak rutin mengontrol	3
Memasang mata bor	Terkena mata bor yang lancip	Mata bor	Luka sobek	2	Kurang hati hati	4	Petugas tidak rutin mengontrol	3
Proses pembubutan	Terkena gram saat pembubutan	Gram terlempar keluar	Luka bakar	4	Tidak memakai APD	4	Petugas tidak rutin mengontrol	4
			Luka gores		Tidak memakai APD			
	Besi coran yang	Kurang kuat saat	Luka memar	4	Kurang hati hati	1	Petugas tidak rutin mengontrol	5

Activity	Potential Failure Mode(s)	Caution/ penyebab	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Current Design Controls	D
	terlepas dari penjepitan	pemasangan besi coran	Luka sobek	Standar kerja tidak memadai	1	Petugas tidak rutin mengontrol	5
	Terkena mata potong bubut		Luka sobek	Kurang hati hati	2	Petugas tidak rutin mengontrol	3
Proses pengeboran	Terkena gram ulir pengeboran	Gram ulir terlempar keluar	Luka memar	Tidak memakai APD	5	Petugas tidak rutin mengontrol	3
			Luka sobek	Tidak memakai APD	5	Petugas tidak rutin mengontrol	4
	Terkena panas mata bor	Tersenggol	Luka bakar	Kurang hati hati	2	Petugas tidak rutin mengontrol	4

Activity	Potential Failure Mode(s)	Caution/ penyebab	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Current Design Controls	D
Memindahkan hasil pembubutan ke ruang <i>finishing</i>	Tertimpa besi coran	Besi coran terlepas dari mesin bubut	Luka memar	Tidak memakai APD	2	Petugas tidak rutin mengontrol	3
			Luka sobek	Tidak memakai APD	2	Petugas tidak rutin mengontrol	4

Pada proses pembubutan diketahui bahwa RPN tertinggi yakni pada aktivitas mempersiapkan alat bubut yang akan dipakai. Potensi bahaya yang dapat terjadi yakni tersengat listrik yang mengakibatkan cedera berat. Berdasarkan wawancara dengan perwakilan perusahaan tingkat occurrence atau probabilitas kejadian sering terjadi dengan nilai 2 dimana tidak mungkin terjadinya kegagalan kecelakaan sekali terjadi sejak perusahaan beroperasi (Rahadiyan & Adi, 2018). Tingkat severity menunjukkan nilai 8 dikarenakan perlu perawatan seirus dan menimbulkan cacat permanen. Deteksi memiliki nilai 6 dikarenakan sedang kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak. Pengendalian saat ini dilakukan dengan pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja secara berkala.

Berikut adalah penjelasan mengenai tabel FMEA diatas:

- a. Activity: Tabel ini mencakup berbagai aktivitas yang terkait dengan proses pembubutan, termasuk persiapan alat bubut, pemasangan besi coran, pemasangan pahat bubut, pemasangan mata bor, proses pembubutan itu sendiri, dan pemindahan hasil pembubutan ke ruang finishing.
- b. Potential Failure Mode(s): Ini adalah potensi kegagalan atau kondisi yang bisa menyebabkan masalah dalam setiap aktivitas. Contoh potensi mode kegagalan mencakup "Tersengat listrik," "Terbawa putaran mesin," "Tertimpa besi coran," dan sebagainya.
- c. Potential Effect(s) of Failure: Ini adalah efek yang mungkin terjadi jika kegagalan atau mode kegagalan terjadi. Misalnya, potensi dampak kegagalan mencakup "Cedera berat," "Luka bakar," "Luka sobek," dan lainnya.
- d. S (Severity): Ini adalah penilaian terhadap sejauh mana dampak atau konsekuensi dari kegagalan tersebut dapat berdampak pada pekerjaan atau keselamatan. Semakin tinggi angka penilaian, semakin serius dampaknya.
- e. O (Occurrence): Ini adalah penilaian terhadap seberapa sering atau seberapa mungkin potensi mode kegagalan tersebut terjadi. Semakin tinggi angka penilaian, semakin tinggi kemungkinan terjadi.
- f. Current Design Controls: Ini mengacu pada kontrol atau langkah-langkah yang saat ini ada dalam desain atau proses untuk mencegah atau mendeteksi kegagalan. Contoh termasuk "Standar kerja tidak memadai" dan "Tidak memakai APD."

- g. D (Detection): Ini adalah penilaian terhadap sejauh mana potensi kegagalan atau mode kegagalan dapat dideteksi sebelum mengakibatkan dampak. Semakin tinggi angka penilaian, semakin baik kemampuan deteksinya.
- h. RPN (Risk Priority Number): RPN adalah hasil perkalian dari Keparahan (S), Kemunculan (O), dan Deteksi (D). Ini digunakan untuk memberikan prioritas pada risiko berdasarkan tingkat keparahan, kemungkinan terjadi, dan kemampuan deteksi. Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi prioritas risiko tersebut untuk tindakan pencegahan.

Dalam konteks FMEA, Anda akan ingin memprioritaskan tindakan pencegahan untuk risiko yang memiliki nilai RPN yang tinggi, karena risiko-risiko ini memiliki dampak serius dan kemungkinan terjadi yang tinggi.

7. *Finishing*

Tahapan *finishing* biasanya untuk melakukan pengecatan terhadap produk yang telah sesuai dengan keinginan pelanggan dan juga telah lolos dalam proses *quality control* oleh perusahaan.

Tabel 4. 8 FMEA Finishing

Activity	Potential Failure Mode(s)	Caution/ penyebab	Potential Effect(s) of Failure	S	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Current Design Controls	D
Pengecatan	Terkena paparan bau dari cat	Aroma cat	Gangguan pernapasan	6	Standar kerja tidak memadai	4	Petugas tidak rutin mengontrol	7
			Sakit kepala		Standar kerja tidak memadai	3	Petugas tidak rutin mengontrol	7
	Anggota tubuh terkena cat	Zat kimia dari cat	Iritasi kulit	4	Tidak memakai APD	4	Petugas tidak rutin mengontrol	6

Pada proses *finishing* diketahui bahwa RPN tertinggi yakni pada aktivitas pengecatan. Potensi bahaya yang dapat terjadi yakni terkena paparan bau dari cat yang menyebabkan gangguan pernapasan. Berdasarkan wawancara dengan perwakilan perusahaan tingkat occurrence atau probabilitas kejadian sering terjadi dengan nilai 4 dimana kecelakaan sangat jarang terjadi kecelakaan mungkin terjadi satu kali dalam 5 tahun terakhir (Rahadiyan & Adi, 2018). Tingkat severity menunjukkan nilai 6 dikarenakan Dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tulang bergeser, radang dingin, luka bakar, susah bernafas dan lupa ingatan sementara, jatuh/terpeleset. Deteksi memiliki nilai 7 dikarenakan kecil kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak. Pengendalian saat ini dilakukan dengan pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja secara berkala.

Tabel FMEA diatas terkait dengan aktivitas pengecatan dan risiko yang terkait. Berikut adalah penjelasan mengenai tabel tersebut:

- a. Activity: Ini adalah aktivitas yang dievaluasi, yaitu "Pengecatan."
- b. Potential Failure Mode(s): Ini mengacu pada potensi kegagalan atau kondisi yang bisa menyebabkan masalah dalam aktivitas tersebut. Dalam kasus ini, potensi mode kegagalan mencakup "Terkena paparan bau dari cat," "Sakit kepala," dan "Anggota tubuh terkena cat."
- c. Potential Effect(s) of Failure: Ini adalah efek yang mungkin terjadi jika kegagalan atau mode kegagalan terjadi. Misalnya, potensi dampak kegagalan mencakup "Gangguan pernapasan," "Sakit kepala," dan "Iritasi kulit."
- d. S (Severity): Ini adalah penilaian terhadap sejauh mana dampak atau konsekuensi dari kegagalan tersebut dapat berdampak pada pekerjaan atau keselamatan. Semakin tinggi angka penilaian, semakin serius dampaknya. Contohnya, "Gangguan pernapasan" memiliki tingkat keparahan 6, yang menunjukkan bahwa ini adalah masalah yang cukup serius.
- e. O (Occurrence): Ini adalah penilaian terhadap seberapa sering atau seberapa mungkin potensi mode kegagalan tersebut terjadi. Semakin tinggi angka penilaian, semakin tinggi kemungkinan terjadi.
- f. Current Design Controls: Ini mengacu pada kontrol atau langkah-langkah yang saat ini ada dalam desain atau proses untuk mencegah atau mendeteksi kegagalan. Contoh termasuk "Standar kerja tidak memadai" dan "Tidak memakai APD."

- g. D (Detection): Ini adalah penilaian terhadap sejauh mana potensi kegagalan atau mode kegagalan dapat dideteksi sebelum mengakibatkan dampak. Semakin tinggi angka penilaian, semakin baik kemampuan deteksinya.
- h. RPN (Risk Priority Number): RPN adalah hasil perkalian dari Keparahan (S), Kemunculan (O), dan Deteksi (D). Ini digunakan untuk memberikan prioritas pada risiko berdasarkan tingkat keparahan, kemungkinan terjadi, dan kemampuan deteksi. Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi prioritas risiko tersebut untuk tindakan pencegahan.

Dalam kasus ini, risiko tertinggi adalah "Paparan bau dari cat" dengan RPN 168, yang disebabkan oleh dampak yang serius (Keparahan tinggi) dan kontrol yang tidak memadai dalam hal standar kerja dan pemantauan rutin. Untuk mengurangi risiko ini, perlu dilakukan tindakan seperti meningkatkan standar kerja dan memastikan pemantauan rutin oleh petugas yang terlatih.

Selanjutnya akan dilakukan pengelompokan berdasarkan jenis bahaya dari sumber sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Identifikasi Sumber Bahaya

No	Stasiun	Activity	Potential Failure Mode(s)	Sumber Bahaya
1	Pembuatan cetakan	Pencampuran tanah dengan semen	Debu hasil pencampuran	Kimia
		Penumbukan campuran agar padat	Tertimpa besi padat Debu dari penumbukan	Mekanis Kimia
		Pembuatan pola dengan menggunakan besi	Tertimpa besi cetak	Mekanis
2	Pengambilan bahan baku peleburan	Mengambil besi bekas dari gudang	Tertimpa besi Besi terlempar	Mekanis Mekanis
		Mengangkat besi bekas menggunakan crane	Besi terlempar Tertimpa besi	Mekanis Mekanis
		Memasukkan besi bekas ke dalam oven	Terkena uap panas oven Tertimpa besi	Fisik Mekanis
		Mengoperasikan mesin oven	Terkena uap panas oven Percikan api Kebisingan	Fisik Fisik Fisik
3	Peleburan dan penuangan	Memeriksa temperatur mesin oven	Terkena panas oven	Fisik

No	Stasiun	Activity	Potential Failure Mode(s)	Sumber Bahaya
4	Pembongkaran dan penyortiran	Mengangkat tungku oven dengan crane untuk dituangkan	Terkena percikan api	Fisik
			Tertimpa tungku oven	Mekanis
			Tersambar tali pengikat oven	Mekanis
		Mempersiapkan ember besi tempat cairan lebur	Terkena percikan api	Fisik
			Tertimpa ember besi panas	Mekanis
			Terkena cairan lebur	Fisik
		Menuangkan cairan ke dalam cetakan	Terkena percikan api	Fisik
			Terkena cairan lebur	Fisik
			Terkena panas	Fisik
		Memisahkan besi coran dari pasir cetakan	Tertimpa pasir padat cetakan	Mekanis
			Tertimpa besi coran	Mekanis
			Terkena tepi kasar besi coran	Mekanis
5	Pemotongan tepi kasar	Mempersiapkan mesin gerinda yang akan digunakan	Teresengat listrik	Listrik
		Proses penggerindaan	Terkena mata gerinda	Mekanis
			Terkena debu dari penggerindaan	Kimia
			Kebisingan	Fisik
		Memindahkan hasil penggerindaan ke ruang pembubutan	Tertimpa besi coran	Mekanis

No	Stasiun	Activity	Potential Failure Mode(s)	Sumber Bahaya
6	Pembubutan	Mempersiapkan alat bubut yang akan dipakai	Tersengat listrik	Listrik
			Terbawa putaran mesin	Mekanis
		Memasang besi coran ke atas mesin bubut	Tertimpa besi coran	Mekanis
			Tergores besi coran	Mekanis
		Memasang pahat bubut	Tergores pahat bubut	Mekanis
		Memasang mata bor	Terkena mata bor yang lancip	Mekanis
		Proses pembubutan	Terkena gram saat pembubutan	Mekanis
			Besi coran yang terlepas dari penjepitan	Mekanis
			Terkena mata potong bubut	Mekanis
		Proses pengeboran	Terkena gram ulir pengeboran	Mekanis
	Terkena panas mata bor	Fisik		
	Memindahkan hasil pembubutan ke ruang <i>finishing</i>	Tertimpa besi coran	Mekanis	
7	<i>Finishing</i>	Pengecatan	Terkena paparan bau dari cat	Kimia
			Anggota tubuh terkena cat	Kimia

Berikut merupakan hasil rekapitulasi pengelompokan *potential failure* berdasarkan sumber bahaya yang terjadi,

Jenis Bahaya	Jumlah
Kimia	5
Fisik	15
Mekanis	26
Listrik	2
Total	48

Berdasarkan hasil rekapitulasi diketahui terdapat 48 jenis bahaya dari 7 stasiun kerja proses pengecoran logam. Sebanyak 5 bahaya bersumber bahaya kimia, 15 bahaya merupakan bahaya yang bersumber dari fisik, kemudian 26 bahaya merupakan bahaya bersumber mekanis proses permesinan, dan 2 bahaya bersumber dari listrik. Mayoritas bahaya yang terdapat pada proses pengecoran logam PT Aneka Adhilogam Karya adalah bahaya mekanis. Hal ini disebabkan banyaknya aktivitas permesinan dan pemindahan material yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja.

BAB V

ANALISIS dan PEMBAHASAN

4.3 Analisis Risiko Pekerjaan

Berdasarkan hasil pengolahan data maka kemudian dapat dikategorisasi risiko kecelakaan kerja yang dapat terjadi pada proses produksi pengecoran logam. Metode FMEA memberikan metode perhitungan risiko dengan cara membuat nilai prioritas risiko, Risk Priority Number (RPN) berdasarkan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*.

Contoh untuk perhitungan RPN pada aktivitas pencampuran tanah dengan semen dengan potensi kejadian bersumber dari debu hasil pencampuran yang berdampak pada iritasi mata.

$$RPN = S \times O \times D$$

$$RPN = 6 \times 7 \times 4$$

$$RPN = 168$$

Selanjutnya hasil perhitungan RPN akan ditentukan penentuan level risikonya. Berikut ini merupakan penentuan level risiko berdasarkan nilai RPN:

Tabel 5. 1 Kategorisasi RPN

No	Nilai RPN	Kategori
1	$x < 20$	Sangat rendah
2	$20 \leq x < 80$	Rendah
3	$80 \leq x < 120$	Medium
4	$120 \leq x < 200$	Tinggi
5	$X > 200$	Sangat Tinggi

Sumber. (Cahyabuana & Pribadi, 2018)

Dengan adanya pengkategorian RPN, maka dapat diketahui risiko yang memiliki nilai RPN tinggi masuk pada kategori *very high* sehingga dapat dijadikan prioritas dalam menentukan tindakan antisipasi, mitigasi dan strategi terhadap risiko yang memiliki tingkatan paling tinggi, sehingga operasional bisnis perusahaan dapat tetap berjalan dengan optimal meskipun terjadi gangguan atau bencana. Dari kategori resiko tersebut

kemudian dilakukan pengkategorian resiko yang terjadi pada data FMEA yang telah didapat sebelumnya. Berikut penentuan kategori resiko yang terjadi:

Tabel 5. 2 Kategorisasi RPN FMEA

No	Stasiun	Activity	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	RPN	Kategori
1	Pembuatan cetakan	Pencampuran tanah dengan semen	Debu hasil pencampuran	Iritasi mata	168	Tinggi
				Iritasi kulit	144	Tinggi
				Gangguan pernapasan	90	Medium
		Penumbukan campuran agar padat	Tertimpa besi padat	Luka memar	90	Medium
				Patah tulang	120	Tinggi
				Gangguan pernapasan	60	Rendah
				Iritasi mata	60	Rendah
		Pembuatan pola dengan menggunakan besi	Tertimpa besi cetak	Luka memar	72	Rendah
				Luka sobek	60	Rendah
2	Pengambilan bahan baku peleburan	Mengambil besi bekas dari gudang	Tertimpa besi	Luka memar	90	Medium
				Patah tulang	90	Medium
				Luka sobek	90	Medium
				Besi terlempar	48	Rendah
		Mengangkat besi bekas menggunakan crane	Besi terlempar	Luka lecet	48	Rendah
				Luka	48	Rendah
				Luka lecet	80	Medium
				Luka	72	Rendah

No	Stasiun	Activity	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	RPN	Kategori
		tempat cairan		Luka bakar	90	Medium
		lebur	Tertimpa ember besi panas	Luka memar Kulit melepuh	48	Rendah
				Luka bakar Kulit melepuh	48	Rendah
			Terkena cairan lebur	Kulit melepuh	72	Rendah
		Menuangkan cairan ke dalam cetakan	Terkena percikan api	Luka bakar Kulit melepuh	140	Tinggi
				Kulit melepuh	140	Tinggi
			Terkena cairan lebur	Kulit melepuh	120	Tinggi
				Luka bakar	120	Tinggi
4	Pembongkaran dan penyortiran	Memisahkan besi coran dari pasir cetakan	Terkena panas Tertimpa pasir padat cetakan Tertimpa besi coran	Luka bakar Luka memar Luka memar	80	Medium
				Luka gores	24	Rendah
		Memindahkan besi coran ke tempat sortir	Tertimpa besi coran	Luka memar	12	Sangat Rendah
				Luka gores	12	Sangat Rendah
			Terkena tepi kasar besi coran	Luka gores	12	Sangat Rendah
5	Pemotongan tepi kasar	Mempersiapkan mesin gerinda yang	Teresengat listrik	Luka bakar Cedera berat	70	Rendah
					140	Tinggi

No	Stasiun	Activity	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	RPN	Kategori
		akan digunakan		Meninggal	70	Rendah
		Proses penggerindaan	Terkena mata gerinda	Luka sobek	96	Medium
			Terkena debu dari penggerindaan	Luka bakar Iritasi mata	60	Rendah
			Kebisingan	Sakit kepala	75	Rendah
				Gangguan pendengaran	75	Rendah
		Memindahkan hasil penggerindaan ke ruang pembubutan	Tertimpa besi coran	Luka memar	72	Rendah
				Patah tulang	36	Rendah
6	Pembubutan	Mempersiapkan alat bubut yang akan dipakai	Tersengat listrik	Cedera berat	96	Medium
				Luka bakar	40	Rendah
			Terbawa putaran mesin	Patah tulang	42	Rendah
				Luka sobek	42	Rendah
		Memasang besi coran ke atas mesin	Tertimpa besi coran	Luka memar	32	Rendah
				Luka sobek	32	Rendah
		bubut	Tergores besi coran	Luka sobek	32	Rendah
		Memasang pahat bubut	Tergores pahat bubut	Luka sobek	24	Rendah

No	Stasiun	Activity	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	RPN	Kategori
		Memasang mata bor	Terkena mata bor yang lancip	Luka sobek	24	Rendah
		Proses pembubutan	Terkena gram saat pembubutan	Luka bakar Luka gores	64 80	Rendah Medium
			Besi coran yang terlepas dari penjepitan	Luka memar Luka sobek	20 20	Rendah Rendah
			Terkena mata potong bubut	Luka sobek	24	Rendah
			Proses pengeboran	Terkena gram ulir pengeboran	Luka memar Luka sobek	60 80
			Terkena panas mata bor	Luka bakar	24	Rendah
		Memindahkan hasil pembubutan ke ruang <i>finishing</i>	Tertimpa besi coran	Luka memar	12	Sangat Rendah
				Luka sobek	16	Sangat Rendah
7	<i>Finishing</i>	Pengecatan	Terkena paparan bau dari cat	Gangguan pernapasan	168	Tinggi
				Sakit kepala	126	Tinggi
				Anggota tubuh terkena cat	Iritasi kulit	96

Berdasarkan hasil pengelompokan kategori maka didapatkan rekap sebagai berikut,

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Kategorisasi RPN FMEA

Kategori	Jumlah	Penyebab
Sangat rendah	7	Tidak menerapkan Alat Pelindung Diri (APD) yang baik .
Rendah	48	Kondisi lingkungan kerja yang tidak optimal.
Medium	17	Pelatihan yang tidak memadai terhadap pekerja baru.
Tinggi	10	Kegagalan dalam pemeliharaan peralatan kritis.
Sangat tinggi	0	-

Diketahui berdasarkan rekapitulasi pengelompokan terdapat 7 risiko kecelakaan kerja sangat rendah, 48 risiko kecelakaan kerja rendah, 17 risiko kecelakaan kerja medium, 10 risiko kecelakaan kerja tinggi, dan tidak terdapat risiko kecelakaan kerja dengan kategori sangat tinggi.

Berdasarkan diskusi dengan perwakilan perusahaan maka nilai risiko tinggi yang akan dikembangkan pengendalian risiko agar nilainya dapat berkurang. Berikut merupakan rekap dari stasiun kerja serta aktivitas yang memiliki kategori risiko tinggi,

Tabel 5. 4 Rekapitulasi Kategorisasi Kejadian Risiko Tinggi

No	Stasiun	Activity	Potential Failure Mode(S)	Potential Effect(S) Of Failure	RPN	Kategori	
1	Pembuatan cetakan	Pencampuran tanah dengan semen	Debu hasil pencampuran	Iritasi mata Iritasi kulit	168 144	Tinggi Tinggi	
		Penumbukan campuran agar padat	Tertimpa besi padat	Patah tulang	120	Tinggi	
		2	Peleburan dan penuangan	Menuangkan cairan ke dalam cetakan	Terkena percikan api Terkena Cairan Lebur	Luka bakar Kulit melepuh Kulit melepuh Luka bakar	140 140 120 120
3	Pemotongan tepi kasar	Mempersiapkan mesin gerinda yang akan digunakan		Teresengat listrik	Cedera berat	140	Tinggi
4	<i>Finishing</i>	Pengecatan		Terkena Paparan Bau Dari Cat	Gangguan pernapasan Sakit kepala	168 126	Tinggi Tinggi

Tabel di atas menunjukkan bahwa terdapat 4 stasiun kerja yang memiliki risiko tinggi yakni stasiun kerja pembuatan cetakan, peleburan dan penuangan, pemotongan tepi kasar, dan *finishing*. Potensial risiko keselamatan kerja yakni berasal dari debu hasil pencampuran, tertimpa besi padat, terkena percikan api, terkena cairan lebur, tersengat listrik, serta terkena paparan bau dari cat.

Apabila dikategorikan berdasarkan sumber bahayanya maka empat aktivitas tersebut dapat dikategorikan sebagai berikut,

Tabel 5. 5 Rekapitulasi Sumber Bahaya Risiko Tinggi

No	Stasiun	Activity	Potential Failure Mode (S)	Sumber Bahaya
1	Pembuatan cetakan	Pencampuran tanah dengan semen	Debu hasil pencampuran	Bahaya kimia
		Penumbukan campuran agar padat	Tertimpa besi padat	Bahaya mekanis
2	Peleburan dan penuangan	Menuangkan cairan ke dalam cetakan	Terkena percikan api	Bahaya fisik
			Terkena Cairan Lebur	Bahaya fisik
3	Pemotongan tepi kasar	Mempersiapkan mesin gerinda yang akan digunakan	Teresengat listrik	Bahaya listrik
4	<i>Finishing</i>	Pengecatan	Terkena Paparan Bau Dari Cat	Bahaya kimia

Jika dianalisis dari kategorisasi sumber bahaya maka terdapat tiga sumber bahaya yakni bahaya kimia dari debu hasil paparan, kemudian bahaya mekanis dari proses penumbukan campuran agar padat tertimpa besi, bahaya fisik saat proses peleburan dan penuangan, kemudian bahaya listrik saat proses pemotongan tepi kasar, dan bahaya kimia saat proses *finishing*. Selanjutnya dikelompokkan mengenai aktivitas pengendalian yang telah dilakukan saat ini untuk risiko keselamatan kerja tersebut antara lain,

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Pengendalian Risiko Tinggi

No	Stasiun	Activity	Potential Failure Mode(S)	Potential Effect(S) Of Failure	Potential Cause(s)/ Mechanism (s) of Failure	Recommended action (s)
1	Pembuatan cetakan	Pencampuran tanah dengan semen	Debu hasil pencampuran	Iritasi mata	Tidak memakai apd kacamata	Inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja
				Iritasi kulit	Tidak memakai	Inspeksi rutin kepala bengkel

No	Stasiun	Activity	Potential Failure Mode(S)	Potential Effect(S) Of Failure	Potential Cause(s)/ Mechanism (s) of Failure	Recommended action (s)
		Penumbukan campuran agar padat	Tertimpa besi padat	Luka memar	baju panjang Standar kerja tidak memadai	terkait APD pekerja Pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja
2	Pelebura n dan penuangan	Menuangkan cairan ke dalam cetakan	Terkena percikan api	Luka bakar	Standar kerja tidak memadai	Pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja
				Kulit melepuh	Standar kerja tidak memadai	Pengecekan prosedur kerja oleh kepala bengkel
			Terkena cairan lebur	Kulit melepuh	Standar kerja tidak memadai	Pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja
				Luka bakar	Tidak memakai APD	Pengecekan prosedur kerja oleh kepala bengkel
3	Pemotongan tepi kasar	Mempersiapkan mesin gerinda yang akan digunakan	Teresengat listrik	Cedera berat	Standar kerja tidak memadai	Investigasi peralatan kerja yang dipakai pekerja
4	<i>Finishing</i>	Pengecatan	Terkena paparan bau dari cat	Gangguan pernapasan	Standar kerja tidak memadai	Pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja
				Sakit kepala	Standar kerja tidak memadai	Inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja

Pengendalian risiko memiliki hierarki antara lain,

1. Menghindari risiko dengan tindakan untuk menghentikan kegiatan atau penggunaan bahan, proses, dan alat yang berbahaya.
2. Mengurangi kemungkinan terjadi (*reduce likelihood*)
3. Mengurangi konsekuensi kejadian (*reduce consequences*)
4. Mengalihkan risiko ke pihak lain (*risk transfer*)
5. Menanggung risiko yang masih tersisa. Hal ini dikarenakan pada penanganan risiko tidak dapat menjamin risiko atau bahaya hilang seluruhnya, sehingga masih ada sisa risiko (*residual risk*) yang harus dihadapi perusahaan.

Namun, terdapat beberapa jenis kecelakaan kerja yang terkait dengan potensi kegagalan dalam aktivitas dan proses di berbagai stasiun kerja. Untuk menentukan apakah jenis kecelakaan kerja tertentu bisa dieliminasi atau tidak, kita perlu mempertimbangkan sumber potensi bahaya dan tindakan pencegahan yang direkomendasikan:

1. Pembuatan cetakan:
 - Potensi kegagalan: Iritasi mata dan kulit akibat debu hasil pencampuran.
 - Potensi penyebab: Tidak memakai APD kacamata dan baju panjang.
 - Tindakan pencegahan: Inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja.
2. Peleburan dan penuangan:
 - Potensi kegagalan: Luka bakar atau kulit melepuh akibat terkena percikan api atau cairan lebur.
 - Potensi penyebab: Standar kerja tidak memadai dan tidak memakai APD.
 - Tindakan pencegahan: Pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja, serta pengawasan oleh kepala bengkel.
3. Pemotongan tepi kasar:
 - Potensi kegagalan: Teresengat listrik.
 - Potensi penyebab: Standar kerja tidak memadai.
 - Tindakan pencegahan: Investigasi peralatan kerja yang dipakai pekerja.
4. Finishing:
 - Potensi kegagalan: Gangguan pernapasan atau sakit kepala akibat paparan bau dari cat.
 - Potensi penyebab: Standar kerja tidak memadai dan tidak menggunakan APD.
 - Tindakan pencegahan: Pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja, serta inspeksi rutin terkait APD pekerja.

Dalam beberapa kasus, seperti Stasiun 4 (Pemotongan tepi kasar), eliminasi potensi kegagalan mungkin lebih mudah dilakukan dengan menginvestigasi dan memperbaiki standar kerja serta memastikan peralatan bekerja dengan baik. Namun dalam beberapa kasus lain, seperti Pembuatan cetakan atau Peleburan dan penuangan, eliminasi potensi kegagalan mungkin lebih sulit karena melibatkan banyak variabel. Pada kasus-kasus tersebut, tindakan pencegahan seperti penggunaan APD dan perubahan prosedur kerja adalah langkah-langkah yang sangat penting untuk mengurangi risiko, meskipun eliminasi mungkin tidak sepenuhnya memungkinkan.

PT Aneka Adhilogam Karya memiliki kebijakan pengendalian risiko dimana prinsipnya semua risiko harus dapat dikendalikan, akan tetapi apabila risiko tidak dapat dihilangkan atau dikurangi maka harus digunakan pelindung diri. Sedangkan apabila potensi risiko berdampak ke lingkungan masyarakat harus diupayakan patuh dan memenuhi peraturan perundangan. Simpulan dari pengendalian risiko yang telah dilakukan perusahaan ditunjukkan pada tabel 5.7,

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Pengendalian Risiko

No	Jenis Bahaya	Pengendalian	Ada	Tidak
1	Eliminasi		-	Tidak
2	Substitusi		-	Tidak
3	<i>Engineering control</i>		-	Tidak
4	Administrative control		Ada	-
5	Alat Pelindung Diri		Ada	-

Saat ini pengendalian yang dilakukan perusahaan PT Aneka Adhilogam Karya jika berpedoman pada hierarki pengendalian risiko hanya dilakukan sebatas administrasi dan menggunakan alat pelindung diri dengan inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja dan Pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja. Diperlukan evaluasi sehingga dapat diperoleh rekomendasi usulan perbaikan untuk mengurangi risiko yang bahaya pada aktivitas produksi tersebut.

Tabel 5. 8 Recommended action eliminasi

No	Stasiun	Activity	Potential Failure Mode(S)	Recommended action (s)	
1	Pembuatan cetakan	Pencampuran tanah dengan semen	Debu hasil pencampuran	E	-
				S	-
				EC	Aliran sirkulasi udara dengan dust collector.
				AC	Sosialisasi SOP, tanda bahaya
				APD	Penggunaan respiratory mask
		Penumbukan campuran agar padat	Tertimpa besi padat	E	Penggantian bahan cetakan tidak menggunakan besi padat
				S	-
				EC	-
				AC	Sosialisasi SOP, tanda bahaya
				APD	Penggunaan safety shoes
2	Peleburan dan penuangan	Menuangkan cairan ke dalam cetakan	Terkena percikan api	E	-
				S	-
				EC	Penggunaan alat bantu untuk penuangan
				AC	Sosialisasi SOP, tanda bahaya
				APD	Pelindung pakaian lengan panjang, celana panjang, dan sarung tangan tahan panas.
			Terkena cairan lebur	E	-
				S	-
				EC	Penggunaan alat bantu untuk penuangan
				AC	Sosialisasi SOP, tanda bahaya
				APD	Pelindung pakaian lengan panjang, celana panjang,

No	Stasiun	Activity	Potential Failure Mode(S)	Recommended action (s)
				dan sarung tangan tahan panas.
				E -
				S -
3	Pemotongan tepi kasar	Mempersiapkan mesin gerinda yang akan digunakan	Tersengat listrik	EC Pelindung kabel AC Sosialisasi SOP, tanda bahaya Pelindung pakaian lengan panjang, celana panjang, dan sarung tangan tahan panas.
				APD
				E -
				S -
4	<i>Finishing</i>	Pengecatan	Terkena paparan bau dari cat	EC Pemasangan exhaust AC Sosialisasi SOP, tanda bahaya APD Penggunaan respiratory mask

Berdasarkan hasil rekomendasi yang diusulkan maka diketahui bahwa terdapat tambahan untuk pengendalian risiko khususnya eliminasi dan *engineering control*. *Engineering control* sumber bahaya yakni membuat aliran sirkulasi udara dengan *dust collector*, pemasangan exhaust, pembuatan alat bantu, serta adanya pelindung kabel. Sedangkan untuk administrative control dilakukan dengan sosialisasi SOP serta pemberian tanda bahaya. Sehingga didapatkan rekapitulasi hasil pengendalian risiko sebagai berikut:

Tabel 5. 9 Rekapitulasi Pengendalian Risiko dengan Rekomendasi

No	Jenis Bahaya	Pengendalian	Ada	Tidak
1	Eliminasi		Ada	
2	Substitusi		-	Tidak
3	<i>Engineering control</i>		Ada	
4	Administrative control		Ada	-
5	Alat Pelindung Diri		Ada	-

4.4 Pembahasan

Analisis modus kegagalan dan efek (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi modus kegagalan terhadap risiko kecelakaan kerja serta efeknya (Madarsara et al., 2019). Pada pembuatan FMEA akan dilakukan perhitungan prioritas risiko. Penentuan prioritas risiko dilakukan dengan memperhitungkan perkalian antara intensitas, probabilitas, dan penemuan yang dikenal dengan Risk Priority Number (RPN). RPN akan dikategorikan untuk mengetahui prioritas dalam menentukan tindakan antisipasi, mitigasi dan strategi terhadap risiko (Ardeshir et al., 2018). Hasil pengolahan data menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) diketahui bahwa secara keseluruhan terdapat 82 risiko kecelakaan kerja. Secara rinci terdapat 7 risiko kecelakaan kerja sangat rendah, 48 risiko kecelakaan kerja rendah, 17 risiko kecelakaan kerja medium, 10 risiko kecelakaan kerja tinggi, dan tidak terdapat risiko kecelakaan kerja dengan kategori sangat tinggi. Risiko dengan kategori tinggi perlu untuk diperhatikan melalui aktivitas pengendalian risiko. Pengendalian risiko dilakukan bertujuan untuk mengurangi tingkat risiko sehingga dampak atau frekuensi terjadinya dapat diminimalisir atau bahkan dihilangkan. Sehingga pada penelitian ini akan diberikan rekomendasi risiko pada proses kerja yang memiliki risiko tinggi. Kecelakaan kerja yang memiliki risiko tinggi yang terdapat pada proses pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya yakni pada stasiun kerja pembuatan cetakan, peleburan dan penuangan, pemotongan tepi kasar, dan *finishing*. Potensial risiko keselamatan kerja yakni berasal dari debu hasil pencampuran, tertimpa besi padat, terkena percikan api, terkena cairan lebur, tersengat listrik, serta terkena paparan bau dari cat. Identifikasi yang telah dilakukan pada proses pengecoran logam kemudian dianalisis dan diuraikan berdasarkan jenis atau sumber bahaya dan potensi bahaya pada produksi pengecoran logam.

- a. Jenis atau sumber bahaya pada saat proses produksi pada proses pengecoran logam yang menimbulkan resiko kecelakaan kerja.

Hasil identifikasi jenis atau sumber bahaya yang dapat menimbulkan risiko kecelakaan kerja pada proses pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya diketahui terdapat sumber bahaya 48 bahaya, terdapat 5 bahaya bersumber bahaya kimia, 15 bahaya merupakan bahaya yang bersumber dari fisik, kemudian 26 bahaya merupakan bahaya bersumber mekanis proses permesinan, dan 2 bahaya bersumber dari listrik. Mayoritas bahaya yang terdapat pada proses pengecoran logam PT Aneka Adhilogam Karya adalah bahaya mekanis. Hal ini disebabkan banyaknya aktivitas permesinan dan pemindahan material yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja. Menurut Setyawan (2020), bahaya mekanis adalah potensi bahaya yang bersumber dari adanya proses yang bergerak cepat ataupun benda yang berdampak terjadinya tertusuk, tersayat, tergores, benturan, terpoting, terjepit, jatuh, dan lain sebagainya. Berdasarkan hasil wawancara dengan perwakilan perusahaan juga diketahui bahwa kebanyakan para pekerja tergores karena benda benda tajam dan tergores pinggiran besi.

- b. Potensi bahaya yang memiliki nilai risiko tinggi pada proses produksi pengecoran logam.

Berdasarkan dari hasil rekapitulasi, potensi bahaya yang memiliki nilai risiko tinggi dapat dianalisis sebagai berikut:

- 1) Pada stasiun pembuatan cetakan yang mana potensi resiko tinggi sering terjadi pada saat proses pembuatan cetakan yaitu Debu hasil pencampuran terjadi pada aktivitas pencampuran tanah dengan semen. Berdasarkan wawancara dengan perwakilan perusahaan tingkat *occurrence* atau probabilitas kejadian sering terjadi dengan nilai 7 dimana kejadian terjadi secara berulang di area yang sama kecelakaan mungkin terjadi satu kali dalam satu tahun terakhir. Tingkat severity menunjukkan nilai 6 dikarenakan dampak yang diterima besar (individu tidak dapat mengikuti aktivitas) yang diakibatkan karena iritasi mata yang mengganggu pengelihatannya sehingga tidak bisa bekerja dengan baik. Deteksi memiliki nilai 4 dikarenakan kategori deteksi tinggi, besar kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak. Pada penelitian yang dilakukan (Maradjabessy et al., 2021) diketahui bahwa partikel debu merupakan partikel berukuran kecil dengan ukuran $<100 \mu\text{m}$. Partikel debu yang terbang di udara dalam waktu lama dapat masuk ke dalam tubuh melalui saluran

pernafasan dan mengganggu pandangan mata. Debu dapat masuk ke tubuh melalui ingesti, inhalasi, dan penetrasi kulit. Jika terpapar dalam jangka waktu lama maka dapat menyebabkan penyakit saluran pernafasan, iritasi mata, dan gangguan pada kulit.

Pengendalian dilakukan dengan inspeksi dan pengecekan peralatan yaitu memastikan karyawan yang akan memasuki area kerja telah memakai peralatan APD, kemudian kepala bagian menunjuk satu karyawan yang ditugaskan sebagai petugas K3 untuk memantau langsung di tempat kerja terkait penggunaan APD. Sanksi yang diberikan apabila karyawan tidak memakai peralatan APD sesuai dengan peraturan dapat diberikan teguran kepada karyawan hingga sanksi berat, seperti surat peringatan sampai pemotongan bonus.

- 2) Pada stasiun penumbukan campuran resiko yang sering terjadi biasanya tertimpa besi padat. Aktivitas penumbukan campuran agar padat termasuk pada bahaya mekanis. Dampak kecelakaan kerja yang dapat terjadi pada risiko tersebut adalah patah tulang sehingga memiliki nilai severity 6 menunjukkan terdapat patah tulang/tulang bergeser, luka bakar, radang dingin, susah bernafas, jatuh, lupa ingatan sementara. Hal ini dikarenakan tertimpa besi padat dapat menyebabkan luka memar dan patah tulang. Tingkat occurrence 4 menunjukkan bahwa kecelakaan mungkin terjadi satu kali dalam 5 tahun terakhir. Tingkat detection 5 menunjukkan rendah kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang menimbulkan kecelakaan.

Pengendalian dilakukan dengan pengecekan peralatan kerja, petugas K3 memberikan arahan kepada karyawan untuk memastikan bahwa peralatan yang akan digunakan untuk bekerja dalam kondisi yang baik. Selain itu, petugas K3 selalu mengingatkan kepada karyawan untuk selalu mengikuti prosedur kerja yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Petugas K3 juga melakukan pengecekan dengan berkeliling di area kerja untuk memastikan karyawannya tetap melaksanakan prosedur kerja yang berlaku. Sanksi yang diberikan apabila karyawan tidak memakai peralatan APD sesuai dengan peraturan dapat diberikan teguran kepada karyawan hingga sanksi berat, seperti surat peringatan sampai pemotongan bonus.

3) Pada stasiun peleburan dan penuangan risiko terkena percikan api terjadi pada aktivitas menuangkan cairan ke dalam cetakan. Aktivitas tersebut memiliki nilai tinggi karena dapat menyebabkan luka bakar dan kulit melepuh. Berdasarkan wawancara dengan perwakilan perusahaan tingkat occurrence atau probabilitas kejadian sering terjadi dengan nilai 5 dimana kejadian kecelakaan mungkin terjadi satu kali dalam 3 tahun terakhir. Tingkat severity menunjukkan nilai 4 dikarenakan dampak yang diterima sangat rendah terpeleset / tergelincir, terjepit Deteksi memiliki nilai 7 dikarenakan kecil kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi menyebabkan kecelakaan. Percikan api bersumber dari proses pembakaran cairan yang mungkin terkena pekerja ketika melakukan penuangan. Pakaian pekerja yang menggunakan kaos dan celana pendek tidak dapat melindungi dari paparan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Fadhilah (2020) percikan api dapat berdampak pada luka bakar jika terkena langsung pada kulit. Pengendalian dilakukan dengan memastikan karyawan dibagian peleburan menggunakan masker serta mematuhi instruksi kerja dan dipasang rambu di area berbahaya dalam hal ini mesin peleburan.

Terkena cairan lebur pada aktivitas menuangkan cairan ke dalam cetakan dapat menyebabkan kulit melepuh dan luka bakar. Tingkat occurrence atau probabilitas kejadian sering terjadi dengan nilai 5 dimana kejadian kecelakaan mungkin terjadi sering dalam waktu enam bulan terakhir. Tingkat severity menunjukkan nilai 4 dikarenakan dampak yang diterima sangat rendah, terpeleset/tergelincir dan terjepit. Adanya luka bakar dan kulit melepuh dari percikan akan membuat individu mengalami kesakitan dan kesulitan untuk beraktivitas secara normal. Deteksi memiliki nilai 5 dikarenakan ada kemungkinan untuk mendeteksi penyebabnya sedang.

Pengendalian saat ini dilakukan dengan pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja secara berkala. Petugas K3 memastikan ketersediaan APD yang dapat melindungi dari paparan yakni pelindung pakaian lengan panjang, celana panjang, dan sarung tangan tahan panas. Petugas K3 juga memastikan bahwa karyawan di bagian peleburan dan penuangan memakai baju tahan api serta memakai sepatu. Selain itu, petugas K3 juga memantau proses peleburan untuk memastikan bahwa karyawan telah mematuhi prosedur kerja yang ada di perusahaan terutama pada saat

proses peleburan dan penuangan cairan. akan lebih efektif dan efisien serta meminimalisasi risiko kecelakaan kerja yang dapat dialami karyawan.

- 4) Tersengat listrik terjadi pada aktivitas mempersiapkan mesin gerinda yang akan digunakan. Dampaknya dapat menyebabkan cedera berat bagi karyawan. Berdasarkan wawancara dengan perwakilan perusahaan tingkat occurrence atau probabilitas kejadian sering terjadi dengan nilai 2 dimana kejadian tidak mungkin terjadinya kecelakaan sekali terjadi sejak perusahaan beroperasi. Tingkat severity menunjukkan nilai 8 dikarenakan dampak yang diterima dapat menyebabkan kematian. Apabila pekerja tersengat listrik maka sengatan dapat menyebabkan rusaknya tubuh. Arus listrik akan mengalir pada organ penting dan mempengaruhi kinerjanya hingga memanaskan jaringan tubuh dan terbakar.

Secara umum manusia dapat merasakan arus listrik dengan besaran 1 mA. Peningkatan ampere dapat berdampak pada rasa sakit. Batas arus listrik memiliki dampak yang berbeda-beda, terdapat arus yang mempengaruhi otot, mengakibatkan tidak sadar, hingga langsung berdampak pada kematian (Giri et al., 2019). Sentuhan secara langsung dan tidak langsung bisa mengalir arus listrik ke manusia. Lama waktu sengatan sangat berpengaruh dalam menentukan kefatalan dampaknya.

Pengendalian dapat dilakukan dengan pelaksanaan *engineering control* dengan memastikan bahwa kabel yang ada pada peralatan dalam hal ini mesin grinda tidak ada yang terkelupas dan juga memastikan pada saat proses penggerindaan kabel mesin gerinda tidak terjadi gesekan yang menyebabkan kulit kabel terkelupas. Selalu mengontrol bagian kabel mesin grinda apabila ditemukan kabel yang sudah tipis segera melakukan penggantian.

- 5) Terkena paparan dari cat terjadi pada aktivitas pengecatan. Cat tersusun atas partikel berbahaya apabila terpapar dalam waktu lama dapat menyebabkan gangguan fungsi paru. Aktivitas pengecatan dengan spray painting akan mengubah cat menjadi aerosol partikel halus yang mudah dihisap oleh pekerja apabila tidak menggunakan masker. Selain itu, bahan tersebut juga dapat diserap melalui kulit. Cat mengandung logam berat yang berbahaya bagi tubuh dan lingkungan (Erdinur et al., 2021).

Potensi bahaya yang dapat terjadi yakni terkena paparan bau dari cat yang menyebabkan gangguan pernapasan. Berdasarkan wawancara dengan perwakilan perusahaan tingkat occurrence atau probabilitas kejadian sering terjadi dengan nilai 4 dimana kecelakaan sangat jarang terjadi kecelakaan mungkin terjadi satu kali

dalam 5 tahun terakhir. Tingkat severity menunjukkan nilai 6 dikarenakan patah tulang, tulang bergeser, luka bakar, susah bernafas dan lupa ingatan sementara, jatuh/terpeleset. Deteksi memiliki nilai 7 dikarenakan kecil kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak.

Pengendalian saat ini dilakukan dengan penggunaan APD seperti masker, topi, kacamata, sarung tangan dan sepatu. Tujuannya agar paparan bau kimia dari cat tidak terhirup dalam waktu lama oleh pekerja. Kemudian juga memastikan APD pekerja secara lengkap salah satunya dengan penggunaan respiratory mask dan pakaian pelindung.

4.5 Rekomendasi Pengendalian Risiko

PT Aneka Adhilogam Karya menetapkan prioritas pengendalian risiko berdasarkan kegiatan dan potensi bahayanya. Berdasarkan analisis dan pembahasan dari masing-masing aktivitas dan sumber bahayanya. Maka selanjutnya didapatkan kesimpulan usulan perbaikan dari penelitian dikarenakan usulan perbaikan saat ini seluruhnya baru pada *administrative* dan penggunaan alat pelindung diri (APD).

Pada hasil wawancara juga didapatkan biasanya karyawan tidak menggunakan APD itu alasannya tidak nyaman, seperti tidak menggunakan helm seperti pusing, tidak menggunakan baju kerja yang sesuai dikarenakan gerah, tidak menggunakan masker karena merasa sesak atau pengap. Saat ini pengendalian belum dirasa efektif akan tetapi perusahaan berusaha melakukan upaya implementasi dengan efektif. Akan tetapi implementasi di lapangan yang masih kurang dan belum disiplin serta tidak adanya ketegasan dari petugas K3 yang memberikan peringatan bagi karyawan yang tidak mematuhi prosedur kerja terkait penggunaan APD. Review identifikasi, penilaian, dan pengendalian risiko dilakukan setiap satu tahun sekali dimana akan dilakukan pembaruan setiap review.

Berdasarkan dari hasil wawancara, rekomendasi yang diberikan untuk perusahaan,

1. Jika dilihat dari aspek sistem pelaksanaan K3, maka manajemen perlu juga untuk melakukan monitoring dan review K3. K3 menjadi bagian penting bagi perusahaan sehingga perlu dilakukan monitoring dan review berkala dengan manajemen sebagai bagian dari komitmen serta rencana kerja K3. Sumber daya manusia merupakan aset yang harus dijaga dan dilindungi, karena tingginya tingkat produktivitas dan pengiriman tidak ada artinya jika seringkali terjadi kecelakaan kerja. Selain itu efek yang dialami operator yang mengalami celaka cukup mempengaruhi kesejahteraan

dalam keluarga sampai kapanpun akan membekas di benak operator (Natarisa dkk., 2016).

2. Melaksanakan *safety campaign*, dilaksanakan dengan cara yang menarik seperti perlombaan *safety*, janji *safety*, 5R, dan lain sebagainya untuk mendukung terciptanya awareness pentingnya K3 bagi operator (Aprilliani dkk., 2022).
3. Sosialisasi penggunaan APD dan perilaku aman perlu juga dilakukan hal ini dikarenakan kurangnya kedisiplinan karyawan dalam menggunakan APD menjadi hal penting karena salah satu kendala yakni operator yang merasa tidak nyaman dalam menggunakan APD. Sehingga dilakukan sosialisasi dan pelatihan untuk meningkatkan *awareness* akan berperilaku aman dalam bekerja. Sosialisasi dan pelatihan ini perlu dilakukan secara rutin untuk memberikan pengertian kepada setiap karyawan bahwa penggunaan APD itu sangat penting bagi karyawan untuk meminimalisir kecelakaan kerja.
4. Ketegasan dari petugas K3 terkait penggunaan APD, petugas K3 harus bertindak tegas terhadap karyawan yang tidak mematuhi prosedur kerja dalam hal ini penggunaan APD. Petugas dapat memberikan peringatan kepada karyawan yang melanggar berupa sanksi lisan atau teguran sampai dengan sanksi pemotongan bonus.

Usulan tambahan berdasarkan nilai RPN yang tinggi juga dilakukan untuk menekan tingkat kecelakaan kerja di perusahaan menurun. Usulan perbaikan diberikan kepada risiko bersyarat dan ketat yakni dengan melakukan *engineering control* dan eliminasi sumber bahaya. Akan tetapi tidak seluruh sumber bahaya dapat diterapkan tambahan usulan perbaikan untuk pengendalian risiko. Hingga saat penelitian dilakukan tidak terdapat kecelakaan fatal pada proses pengecoran logam akan tetapi kecelakaan kecil tetap ada. Penyebab utama dari kecelakaan tersebut diakibatkan oleh *human error*, operator yang tidak konsentrasi data melaksanakan pekerjaan. Berdasarkan hasil wawancara kecelakaan yang pernah terjadi antara lain terbakar karena api, terkena logam panas, tertimpa material, tersengat aliran listrik.

Usulan tambahan pengendalian telah diberikan pada sumber bahaya api, tertimpa material, dan tersengat arus listrik. Untuk terkena logam panas saat ini belum ditemukan usulan pengendalian yang paling *feasible* selain administrative dan penggunaan APD. Upaya dari manajemen untuk mendukung pelaksanaan K3 adalah dengan komitmen pemberian APD yang diperlukan, itu merupakan ikhtiar untuk meminimalisir angka

kecelakaan kerja. Selain itu juga memberikan informasi-informasi kepada karyawan bagaimana risiko kecelakaan kerja di bagian pekerjaannya dan juga melaksanakan *safety talk* pada setiap apel.

Berikut merupakan uraian rekomendasi pengendalian risiko berdasarkan aktivitas yang memiliki nilai RPN yang paling tinggi,

1. Pembuatan cetakan aktivitas pencampuran tanah dengan semen

Penyebab kejadian disebabkan dari debu hasil pencampuran. Rekomendasi pengendalian dilakukan dengan *engineering control* sumber bahaya yakni membuat aliran sirkulasi udara dengan *dust collector*. Kegunaan *dust collector* untuk menyaring, memisahkan dan mengumpulkan debu yang berbahaya hasil dari proses pencampuran tanah dengan semen. *Dust collector* diatur untuk membersihkan dan menyaring debu serta partikel halus yang dilepaskan ke lingkungan kerja serta meningkatkan kualitas udara. Proses dari *dust collector* menarik debu dari proses pencampuran tanah dengan semen melalui filter lalu filter tersebut memisahkan partikel debu, kemudian melepaskan kembali udara murni ke tempat kerja. Cara ini efektif agar debu tidak berkumpul pada satu area dalam jangka waktu yang lama. Sirkulasi udara yang baik dapat menjadi salah satu cara untuk menjaga kesehatan pernafasan dari pekerja.

2. Peleburan dan penuangan aktivitas menuangkan cairan ke dalam cetakan

Potensi bahaya yang dapat terjadi yakni terkena percikan api dan terkena cairan lebur. Rekomendasi usulan perbaikan dapat dilakukan dengan *engineering control* pembuatan alat bantu sehingga proses tidak langsung dilakukan pekerja. Perusahaan dapat mengembangkan alat permesinan otomatis yang dapat membantu proses penuangan. Dalam skala besar alat ini akan lebih efektif dan efisien serta meminimasi risiko kecelakaan kerja yang dapat dialami karyawan. Sedangkan jika dilihat dari APD maka perusahaan harus menyediakan pakaian kerja yang dapat melindungi dari paparan yakni pelindung pakaian lengan panjang, celana panjang, dan sarung tangan tahan panas.

3. Pemotongan tepi kasar aktivitas mempersiapkan mesin gerinda yang akan digunakan

Potensi kecelakaan kerja pada aktivitas ini yakni tersengat listrik yang merupakan bahaya yang bersumber dari listrik. Perusahaan dapat melaksanakan *engineering control* dengan memastikan setiap kabel pada mesin gerinda dalam kondisi yang

baik dan tidak ada yang terkelupas. Melakukan pengecekan secara berkala 2 hari sekali, apabila terdapat kabel yang terkelupas karyawan dapat melakukan penambahan pelindung kabel seperti isolasi kemudian karyawan dapat melapor ke petugas untuk meminta kabel yang baru dan melakukan penggantian. kemudian memastikan pemasangan kabel sesuai dengan peraturan dan standar yang berlaku.

4. *Finishing*

Pada tahap terakhir proses yakni *finishing* untuk mengurangi paparan bau dari cat yang menyebabkan gangguan napas dan sakit kepala maka dapat dilakukan *engineering control* pembuatan sirkulasi udara yang baik dan pemasangan *exhaust*. Memastikan APD pekerja secara lengkap seperti penggunaan kaca mata yang berfungsi melindungi mata dari cat, thinner dan partikel-partikel lainnya yang membahayakan mata. Penggunaan masker respirator, kegunaan masker respirator mencegah partikel-partikel yang berterbangan ketika proses pengecatan dan mencegah udara yang bercampur uap bahan pelarut organik masuk kedalam hidung dan mulut. Penggunaan pakaian kerja untuk mencegah cat terkena kulit yang dapat menyebabkan iritasi. Penggunaan sarung tangan juga diperlukan untuk melindungi tangan dari bahan kimia hasil penyampuran antara cat dengan thinner. Jenis sarung tangan yang digunakan dalam pengecatan yaitu sarung tangan karet karena sarung tangan karet cairan thinner tidak dapat meresap ke dalam kulit. Pada penelitian (Erdinur et al., 2021) *exhaust* dapat diletakan pada setiap sudut ruangan produksi sesuai dengan luasnya untuk sebagai sirkulasi ruangan. Selain *exhaust* dapat juga digunakan kipas angin yang bermanfaat untuk mempercepat pengeluaran bahan kimia dalam ruangan produksi. Peletakan tanaman penyerap zat kimia seeperti puring dan palem bamboo juga dapat digunakan. Tujuannya agar paparan bau kimia dari cat tidak terhirup dalam waktu lama oleh pekerja.

4.6 Kelemahan Penelitian

Penggunaan 7 kepala divisi operator sebagai pengganti tim khusus untuk melakukan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) dalam penelitian ini memiliki beberapa kelemahan yang harus diakui dalam pengambilan keputusan FMEA:

1. Keterbatasan Perspektif: Mengandalkan kepala divisi operator saja dalam melakukan FMEA akan mengakibatkan keterbatasan dalam perspektif dan penilaian risiko. Mereka akan cenderung lebih fokus pada aspek operasional nya

daripada aspek keselamatan, kualitas, atau lingkungan, karena mereka hanya memikirkan targetnya. ini yang harus dievaluasi dalam FMEA.

2. Konflik Kepentingan: Kepala divisi operator dapat memiliki konflik kepentingan karena tanggung jawab mereka untuk menjaga produksi berjalan dengan baik. Hal ini dapat memengaruhi objektivitas mereka dalam mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko-risiko yang mungkin mengganggu produksi.
3. Kurangnya Ahli Kesehatan dan Keselamatan Kerja: FMEA juga memerlukan pemahaman yang kuat tentang aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3). Kepala divisi operator mungkin tidak memiliki latar belakang yang memadai dalam K3, sehingga risiko yang terkait dengan aspek keselamatan kerja mungkin tidak dipahami dengan baik.
4. Kurangnya Waktu dan Sumber Daya: Melibatkan 7 kepala divisi operator tentu memerlukan banyak waktu dan sumber daya. Ini dapat menjadi beban tambahan bagi mereka yang telah sibuk dengan tanggung jawab operasional sehari-hari.
5. Potensi Konflik Internal: Kepala divisi operator tentu memiliki perbedaan pendapat atau konflik internal dalam mengevaluasi risiko dan merekomendasikan tindakan pencegahan. Ini dapat menghambat proses FMEA dan menghasilkan hasil yang kurang efektif.

Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan ini, mungkin Anda dapat mempertimbangkan beberapa Langkah seperti Melibatkan Ahli yang Sesuai. Mulailah mencoba untuk melibatkan ahli teknis, ahli K3, dan ahli lainnya yang relevan dalam tim FMEA. Tim multidisiplin ini dapat memberikan pandangan yang lebih komprehensif tentang risiko dan tindakan pencegahan yang diperlukan. Mengkonsultasikan dengan Kepala Divisi Operator yang mungkin meskipun kepala divisi operator tidak harus menjadi satu-satunya sumber pengetahuan dalam FMEA, mereka tetap dapat memberikan wawasan berharga tentang proses operasional dan masalah yang mungkin muncul. Lalu, Pastikan bahwa semua anggota tim FMEA berkomitmen untuk mengidentifikasi risiko dan merekomendasikan tindakan pencegahan berdasarkan pada analisis obyektif, bukan hanya kepentingan departemen atau divisi masing-masing. Adapun yang tidak kalah pentingnya, pelatihan FMEA. Pelatihan ini bertujuan jika anggota tim tidak memiliki pengalaman sebelumnya dalam FMEA, pertimbangkan untuk memberikan pelatihan yang memadai sehingga mereka memiliki keahlian dalam melakukan analisis risiko dengan benar.

BAB VI PENUTUP

4.1 Kesimpulan

1. Hasil identifikasi jenis atau sumber bahaya yang dapat menimbulkan risiko kecelakaan kerja pada proses pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya diketahui berdasarkan 48 bahaya terdapat 5 bahaya bersumber bahaya kimia, 15 bahaya merupakan bahaya yang bersumber dari fisik, kemudian 26 bahaya merupakan bahaya bersumber mekanis proses permesinan, dan 2 bahaya bersumber dari listrik. Mayoritas bahaya yang terdapat pada proses pengecoran logam PT Aneka Adhilogam Karya adalah bahaya mekanis. Hal ini disebabkan banyaknya aktivitas permesinan dan permindahan material yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja.
2. Hasil pengolahan data menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) diketahui bahwa terdapat 7 risiko kecelakaan kerja sangat rendah, 48 risiko kecelakaan kerja rendah, 17 risiko kecelakaan kerja medium, 10 risiko kecelakaan kerja tinggi, dan tidak terdapat risiko kecelakaan kerja dengan kategori sangat tinggi. Kecelakaan kerja yang memiliki risiko tinggi yang terdapat pada proses pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya yakni pada stasiun kerja pembuatan cetakan, peleburan dan penuangan, pemotongan tepi kasar, dan *finishing*. Potensial risiko keselamatan kerja yakni berasal dari debu hasil pencampuran, tertimpa besi padat, terkena percikan api, terkena cairan lebur, tersengat listrik, serta terkena paparan bau dari cat.
3. Tindakan pengendalian risiko yang sesuai pada proses pengecoran logam di PT Aneka Adhilogam Karya dilakukan dengan *engineering control*. Sumber bahaya arus listrik dilakukan *engineering control* dengan pemberian *cover* pada kabel sehingga meminimalisir dampak jika terkena arus listrik. Sumber bahaya mekanis dilakukan kajian otomasi yang membuat berkurangnya interaksi langsung proses dengan pekerja dan mengkaji untuk melakukan penggantian cetakan tidak menggunakan besi padat tetapi dapat menggunakan alternatif bahan lain. Untuk debu sisa dan bahan kimia dilakukan *engineering control* pembuatan *dust trap* dan *exhaust* penyedot debu pada area. Tujuannya adalah untuk mengurangi debu sisa yang bertebaran dan memungkinkan dihirup oleh operator dan memperlancar sirkulasi udara. Selanjutnya untuk sistem diberikan usulan untuk melaksanakan sosialisasi penggunaan APD dan

perilaku aman dalam bekerja, pelaksanaan *safety campaign*, dan monitoring serta review K3.

4.2 Saran

Berikut merupakan saran dari penelitian,

1. Bagi perusahaan disarankan untuk memastikan ketersediaan APD secara lengkap dan mencukupi bagi karyawan agar sesuai dengan standar kerja penggunaan APD sesuai dengan dampak bahaya yang mungkin terjadi. Selain itu perusahaan juga memastikan APD digunakan sesuai peraturan dengan melakukan monitoring.
2. Bagi perusahaan disarankan untuk melakukan fokus *safety* pada pengurangan *unsafe action*. Hal ini dikarenakan kecelakaan terjadi karena runtutan dari kejadian *unsafe action*. Perusahaan dapat memberikan pelatihan bagi karyawan secara berkala sehingga karyawan dapat lebih memiliki kesadaran diri dan kewaspadaan terkait dengan K3 di perusahaan.
3. Bagi penelitian selanjutnya disarankan agar dapat melaksanakan penelitian pada aktivitas lain di Aneka Adhilogam Karya ataupun menguji keefektifan dari rekomendasi penelitian yang diberikan pada penelitian ini untuk mengetahui pengaruhnya terhadap reduksi tingkatan RPN selain itu juga dapat ditambahkan metode lain untuk menunjang penelitian berikutnya yang lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilliani, C. (2022). *Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3)* (Issue March). Global Esekutif Teknologi. <http://www.globaleksekutifteknologi.co.id/>
- Aprilliani, C., Fatma, F., Syahputri, D., Marganda, S., Sulityani, & Handoko, L. (2022). *Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3)* (Issue March). PT Global Eksekutif Teknologi. <http://www.globaleksekutifteknologi.co.id/>
- Ardeshir, A., Ahmadi, P. F., & Bayat, H. (2018). A Prioritization Model for HSE Risk Assessment Using Combined Failure Mode and Effect Analysis and Fuzzy Inference System: A Case Study in Iranian Construction Industry. *International Journal of Engineering*, *31*(9), 1487–1497. <https://doi.org/10.5829/ije.2018.31.09c.03>
- Cahyabuana, B. D., & Pribadi, A. (2018). Konsistensi Penggunaan Metode FMEA (Failure Mode Effects and Analysis) terhadap Penilaian Risiko Teknologi Informasi (Studi kasus: Bank XYZ). *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, *9*.
- Can, M., Simsekler, E., Kaya, G. K., Ward, J. R., & John, P. (2019). Evaluating Inputs of Failure Modes and Effects Analysis in Identifying Patient Safety Risks. *International Journal Health Care Quality Assurance*, *32*(1), 1–14. <https://doi.org/10.1108/IJHCQA-12-2017-0233>.Evaluating
- Čička, M., Turisová, R., & Čičková, D. (2022). Risk Assessment Using the PFDA-FMEA Integrated Method. *QUALITY INNOVATION PROSPERITY*, *26*(3), 112–134. <https://doi.org/10.12776/QIP.V26I3.1772>
- Erdinur, E., Muslim, B., & Zicof, E. (2021). Risiko Paparan Bahan Pencemar Terhadap Pekerja Pengecatan Mobil Di Pt.Steelindo Motor Kota Padang. *Jurnal Sehat Mandiri*, *16*(1), 105–114. <https://doi.org/10.33761/jsm.v16i1.330>
- Fadhilah, U. (2020). Penilaian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Aktivitas Pembuatan Gamelan. *HIGEIA: Journal of Public Health Research and Development*, *4*(1), 56–66. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/higeia>
- Fauzy, A. (2019). Metode Sampling. In *Universitas terbuka* (2nd ed.). Universitas Terbuka.

- <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JPPP/article/download/83/65>
[http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export
 &id=L603546864%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1155/2015/420723%0Ahttp://link.springer.com/10.1007/978-3-319-76](http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L603546864%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1155/2015/420723%0Ahttp://link.springer.com/10.1007/978-3-319-76)
- Fithri, P., Rafi, M., & Prabuwno, A. S. (2021). Risk analysis of production process for food SMEs using FMEA method : a case study. *The International Conference on Disaster Mitigation and Management (ICDMM 2021)*, 02010.
- Giri, S., Waghmode, A., & Tumram, N. K. (2019). Study of different facets of electrocution deaths: a 5-year review. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 9(1), 18–23. <https://doi.org/10.1186/s41935-018-0103-5>
- Hughes, P., & Ferrett, E. (2015). Introduction to Health and Safety at Work. In *Introduction to Health and Safety at Work*. <https://doi.org/10.4324/9781315857893>
- Kardos, P., Lahuta, P., & Hudakova, M. (2021). Risk Assessment Using the FMEA method in the Organization Risk Assessment Using the FMEA method in the Organization of Running Events of Running Events. *Transportation Research Procedia*, 55, 1538–1546. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.143>
- Li, H., Liang, M., Li, F., Zuo, J., Zhang, C., & Ma, Y. (2022). Operational safety risk assessment of water diversion infrastructure based on FMEA with fuzzy inference system. *Water Supply*, 22(10), 7513–7531. <https://doi.org/10.2166/ws.2022.322>
- Madarsara, T. J., Yari, S., & Saeidabadi, H. (2019). *Health and Safety Risk Assessment Using a Combined FMEA and JSA Method in a Manufacturing Company*. 2(1), 63–68. <https://doi.org/10.31557/APJEC.2019.2.1.63>
- Maradjabessy, F. A., Yuniarti, Y., & Adji, H. W. (2021). Scoping Review: Efek Debu terhadap Fungsi Paru Pekerja. *Jurnal Integrasi Kesehatan & Sains*, 3(1), 80–85. <https://doi.org/10.29313/jiks.v3i1.7358>
- Natarisa, D., Rosyidi, K., & Nuriyanto. (2016). Implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (SMK3) di PT CMWI - PIER Pasuruan. *Journal Knowledge Industrial Engineering (JKIE)*, 03(02), 216. www.lppm.ac.id
- Nie, X., Zheng, Y., Zhang, Y., Chen, Z., & Wang, B. (2022). Diagnosis of Critical Risk

- Sources in the Operation Safety of the Central Route Project of South-to-North Water Diversion Based on the Improved FMEA Method. *Hindawi Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022, 1–9.
- Ningsih, S. O. D., & Hati, S. W. (2019). Analisis Resiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Dengan Menggunakan Metode Hazard and Operability Study (Hazop) Pada Bagian Hydrotest Manual Di Pt. Cladtek Bi Metal Manufacturing. *Journal of Applied Business Administration*, 3(1), 29–39. <https://doi.org/10.30871/jaba.v3i1.1288>
- Pambudi, P. E., & Kristiyana, S. (2021). *Alat Penghindar Kecelakaan Akibat Sengatan Arus Listrik Pada Instalasi Listrik Tegangan 220 Volt*. [https://eprints.akprind.ac.id/747/1/Jurnal Proteksi sengatan arus listrik.pdf](https://eprints.akprind.ac.id/747/1/Jurnal%20Proteksi%20sengatan%20arus%20listrik.pdf)
- Prisilia, H., & Purnomo, D. A. (2022). *Manajemen Risiko K3 Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Mengidentifikasi Potensi Dan Penyebab Kecelakaan Kerja*. 17(2), 1–12.
- Putra, B. A. C. (2019). Risk Assessment Alat Produksi Gula Cane Knife Pada Stasiun Gilingan Di Pt. X. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 7(3), 273. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v7i3.2018.273-281>
- Qiro, S. (2018). Hubungan Paparan Debu dengan Kapasitas Vital Paru Pekerja Batu Bara. *Argomed Unila*, 2(4), 493–499.
- Rahadiyan, J. A., & Adi, P. (2018). Analisa Risiko Kecelakaan Kerja Di Pt. Xyz. *Jurnal Titra*, 6(1), 29–36. <http://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-industri/article/view/6392>
- Redjeki, S. (2016). *Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Pusdik SDM Kesehatan Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Sekaran, U., & Bougie, R. (2016). *Research Methods for Business*. In *John Wiley & Sons Ltd.* (7th ed., Vol. 4, Issue 1). John Wiley & Sons Ltd.
- Setyawan, F. E. B. (2020). *Modul Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja K3 Umum*. Continuing Development Medical Education (CDME) FK-UMM.

- Siregar, I., & Hamonangan, T. (2020). Risk Analysis for Occupational Safety and Health In Manufacturing Company Using FMEA And FTA Methods : A Case Study Risk Analysis for Occupational Safety and Health In Manufacturing Company Using FMEA And FTA Methods : A. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2(9). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1003/1/012073>
- Szkoda, M., & Satora, M. (2019). The application of failure mode and effects analysis (FMEA) for the risk assessment of changes in the maintenance system of railway vehicles. *International Journal Mechanics*, 8, 159–171. <https://doi.org/10.4467/2353737XCT.19.086.10865>
- Triyono, B. (2014). *Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3)*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ullah, E., Mansoor, M., Gholamhosseini, H., & Lu, J. (2022). Heliyon Failure mode and effect analysis (FMEA) to identify and mitigate failures in a hospital rapid response system (RRS). *Heliyon*, 8(December 2021), e08944. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08944>
- Wahyuni, H. C., Putra, B. I., Handayani, P., & Maulidah, W. U. (2021). Risk Assessment and Mitigation Strategy in The Halal Food Supply Chain in The Covid-19 Pandemic. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 20(1), 1–8. <https://doi.org/10.23917/jiti.v20i1.12973>
- Wang, W., Wang, Y., & Han, X. (2022). A dynamic failure mode and effects analysis for train systems failures risk assessment using FCM and prospect theory. *Management System Engineering*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s44176-022-00008-x>
- Widi Astuti, S., Dhisa Alfariji, M., Armyta, A., & Prativi, A. (2022). Efforts To Prevent Work Accidents with Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method. *Journal of World Science*, 1(11), 1077–1093. <https://doi.org/10.58344/jws.v1i11.145>
- Zuniawan, A. (2020). *A Systematic Literature Review of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Implementation in Industries*. 1(2), 59–68.

LAMPIRAN

Lembar wawancara FMEA setiap bagian produksi

Item / Function	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	S	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Recommended action	D
-----------------	---------------------------	--------------------------------	---	---	---	--------------------	---

Divisi Pembuatan cetakan

pencampuran tanah dengan semen	debu hasil pencampuran	iritasi mata		tidak memakai APD kacamata		inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja	
		iritasi kulit		Tidak memakai baju panjang		inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja	
		gangguan pernapasan		tidak memakai APD masker		inspeksi rutin kepala bengkel	
penumbukan campuran agar padat	tertimpa besi padat	luka memar		tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel	
		patah tulang		standar kerja tidak memadai		pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja	
	debu dari penumbukan	gangguan pernapasan		tidak memakai APD masker		inspeksi rutin kepala bengkel	
		iritasi mata		tidak memakai APD kacamata		inspeksi rutin kepala bengkel	
pembuatan pola dengan menggunakan besi	tertimpa besi cetak	luka memar		tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel	
		luka sobek		tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel	

Skala Severity

Tingkat	Dampak	Akibat luka
10	Kehilangan nyawa atau merubah kehidupan individu	Kematian beberapa individu (masal)
9		Kematian individu (seseorang)
8		Perlu perawatan serius dan menimbulkan cacat permanen
7	Berdampak besar pada individu sehingga tidak ikut lagi dalam aktivitas	Dirawat lebih dari 12 jam, dengan luka pecah pembuluh darah, hilang ingatan hebat, kerugian besar, dll
6		Dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tuing bergeser, radang dingin, luka bakar, susah bernafas dan lupa ingatan sementara, jatuh/terpeleset.
5	Dampak yang diterima sedang (individu hanya 1 sampai 2 hari tidak ikut dalam aktivitas)	Keseleo/terkilir, retak/patah ringan, keram atau kejang
4	Dampak diterima kecil (individu masih dapat ikut dalam aktivitas)	Luka bakar ringan, luka gores/tersayat, frosnip (radang dingin/panas)
3		Melepuh, tersengat panas, keseleo ringan, tergelincir atau terpeleset ringan
2		Tersengat matahari, memar, teriris ringan, tergores
1	Tidak berdampak (individu tidak mendapat dampak yang terasa)	Terkena serpihan, tersengat serangga, tergigit serangga

Sumber: National incident database report, 2011 dan Wang, et al (2009)

Tabel 2. Occurence Rating

Rank	Criteria
1 - 2	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat rendah/jarang. Kapabilitas menunjukkan X-bar_3_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 10.000).
3 - 4	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang rendah. Proses dalam pengawasan statistik. Kapabilitas menunjukkan X-bar_3_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 10.000).
5 - 6	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang/lumayan. Proses dalam pengawasan statistic dengan kesalahan yang terjadi sesekali, tapi tidak dengan proporsi yang besar. Kapabilitas menunjukkan X-bar_2.5_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 20, sampai 1 banding 200).
7 - 8	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi. Proses dalam pengawasan statistic dengan kesalahan yang sering terjadi. Kapabilitas menunjukkan X-bar_1.5_ (1 banding 100, sampai 1 banding 20).
9 - 10	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat tinggi. Kesalahan hamper pasti terjadi (1 banding 10).

Sumber : Stamatis, D.H., 1995

Skala Detection

Deteksi	Kemungkinan Terdeteksi	Ranking
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	9
Jarang		8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang	5
Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang sampai tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti	1

Sumber: Y.M. Wang, et al (2009)

Item / Function	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	S	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Recommended action	D
-----------------	---------------------------	--------------------------------	---	---	---	--------------------	---

Divisi Bahan baku peleburan

mengambil besi bekas dari gudang	tertimpa besi	luka memar		tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel	
		patah tulang		standar kerja tidak memadai		inspeksi dari kepala bengkel tentang peralatan kerja dan prosedur kerja	
		luka sobek		standar kerja tidak memadai		pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja	
besi terlempar		luka memar		tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel	
		luka lecet		tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel	
				standar kerja tidak memadai		pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja	
mengangkat besi bekas menggunakan crane	besi terlempar	luka memar		tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel	
		luka lecet		standar kerja tidak memadai		pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja	
				tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel	
tertimpa besi		patah tulang		tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel	
		luka sobek		standar kerja tidak memadai		pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja	
				tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel	
memasukkan besi bekas ke dalam oven	terkena uap panas oven	luka bakar		tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja	
		luka memar		tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja	
		luka sobek		standar kerja tidak memadai		inspeksi rutin kepala bengkel	

Skala Severity

Tingkat	Dampak	Akibat luka
10	Kehilangan nyawa atau merubah kehidupan individu	Kematian beberapa individu (masal)
9		Kematian individu (seseorang)
8		Perlu perawatan serius dan menimbulkan cacat permanen
7	Berdampak besar pada individu sehingga tidak ikut lagi dalam aktivitas	Dirawat lebih dari 12 jam, dengan luka pecah pembuluh darah, hilang ingatan hebat, kerugian besar, dll
6		Dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tulang bergeser, radang dingin, luka bakar, susah bernafas dan lupa ingatan sementara, jatuh/terpeleset.
5	Dampak yang diterima sedang (individu hanya 1 sampai 2 hari tidak ikut dalam aktivitas)	Keseleo/terkilir, retak/patah ringan, keram atau kejang
4		Luka bakar ringan, luka gores/tersayat, frosnip (radang dingin/panas)
3	Dampak diterima kecil (individu masih dapat ikut dalam aktivitas)	Melepuh, tersengat panas, keseleo ringan, tergelincir atau terpeleset ringan
2		Tersengat matahari, memar, teriris ringan, tergores
1	Tidak berdampak (individu tidak mendapat dampak yang terasa)	Terkena serpihan, tersengat serangga, tergigit serangga

Sumber: National incident database report, 2011 dan Wang, et al (2009)

Tabel 2. Occurrence Rating

Rank	Criteria
1 - 2	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat rendah/jarang. Kapabilitas menunjukkan X-bar_3_ sekarang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 10.000).
3 - 4	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang rendah. Proses dalam pengawasan statistik. Kapabilitas menunjukkan X-bar_3_ sekarang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 10.000).
5 - 6	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang/lumayan. Proses dalam pengawasan statistic dengan kesalahan yang terjadi sesekali, tapi tidak dengan proporsi yang besar. Kapabilitas menunjukkan X-bar_2.5_ sekarang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 20, sampai 1 banding 200).
7 - 8	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi. Proses dalam pengawasan statistic dengan kesalahan yang sering terjadi. Kapabilitas menunjukkan X-bar_1.5_ (1 banding 100, sampai 1 banding 20).
9 - 10	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat tinggi. Kesalahan hamper pasti terjadi (1 banding 10).

Sumber : Stamatis, D.H., 1995

Skala Detection

Deteksi	Kemungkinan Terdeteksi	Ranking
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	9
Jarang		8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang	5
Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang sampai tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti	1

Sumber: Y.M. Wang, et al (2009)

Item / Function	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	S	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Recommended action	D
-----------------	---------------------------	--------------------------------	---	---	---	--------------------	---

Divisi Peleburan dan penguangan

mengoperasikan mesin oven	terkena uap panas oven	mata iritasi		tidak memakai APD		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
	percikan api	kulit melepuh		tidak memakai APD		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
		luka bakar		tidak memakai APD		pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja	
	kebisingan	sakit kepala		standar kerja tidak memadai		pengecekan prosedur kerja oleh kepala bengkel	
gangguan pendengaran			standar kerja tidak memadai		pengecekan prosedur kerja oleh kepala bengkel		
memeriksa temperatur mesin oven	terkena panas oven	kulit melepuh		standar kerja tidak memadai		pengecekan prosedur kerja oleh kepala bengkel	
mengangkat tungku oven dengan crane untuk dituangkan	terkena percikan api	luka bakar		standar kerja tidak memadai		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
		kulit melepuh		tidak memakai APD		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
	tertimpa tungku oven	luka memar		tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja	
		luka sobek		tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja	
tersambar tali pengikat oven	luka gores		tidak memakai APD		pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja		
mempersiapkan ember besi tempat cairan lebur	terkena percikan api	kulit melepuh		kurang hati hati		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
		luka bakar		tidak memakai APD		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
	tertimpa ember besi panas	luka memar		kurang hati hati		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
		kulit melepuh		standar kerja tidak memadai		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
		luka bakar		tidak memakai APD		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
	terkena cairan lebur	kulit melepuh		kurang hati hati		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
menuangkan cairan ke dalam cetakan	terkena percikan api	luka bakar		standar kerja tidak memadai		pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja	
		kulit melepuh		standar kerja tidak memadai		pengecekan prosedur kerja oleh kepala bengkel	
	terkena cairan lebur	kulit melepuh		standar kerja tidak memadai		pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja	
		luka bakar		tidak memakai APD		pengecekan prosedur kerja oleh kepala bengkel	

Tingkat	Dampak	Akibat luka
10	Kehilangan nyawa atau merubah kehidupan individu	Kematian beberapa individu (masal)
9		Kematian individu (seseorang)
8	Berdampak besar pada individu sehingga tidak ikut lagi dalam aktivitas	Perlu perawatan serius dan menimbulkan cacat permanen
7		Dirawat lebih dari 12 jam, dengan luka pecah pembuluh darah, hilang ingatan hebat, kerugian besar, dll
6	Dampak yang diterima sedang (individu hanya 1 sampai 2 hari tidak ikut dalam aktivitas)	Dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tulang bergeser, radang dingin, luka bakar, susah bernafas dan lupa ingatan sementara, jatuh/terpeleset.
5		Keseleo/terkilir, retak/patah ringan, keram atau kejang
4	Dampak diterima kecil (individu masih dapat ikut dalam aktivitas)	Luka bakar ringan, luka gores/tersayat, <i>frosnip</i> (radang dingin/panas)
3		Melepuh, tersengat panas, keseleo ringan, tergelincir atau terpeleset ringan
2	Tidak berdampak (individu tidak mendapat dampak yang terasa)	Tersengat matahari, memar, teriris ringan, tergores
1		Terkena serpihan, tersengat serangga, tergigit serangga

Sumber: National incident database report, 2011 dan Wang, et al (2009)

Rank	Criteria
1 - 2	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat rendah/jarang. Kapabilitas menunjukkan X-bar_3_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 10.000).
3 - 4	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang rendah. Proses dalam pengawasan statistik. Kapabilitas menunjukkan X-bar_3_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 10.000).
5 - 6	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang/lumayan. Proses dalam pengawasan statistic dengan kesalahan yang terjadi sesekali, tapi tidak dengan proporsi yang besar. Kapabilitas menunjukkan X-bar_2,5_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 20, sampai 1 banding 200).
7 - 8	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi. Proses dalam pengawasan statistic dengan kesalahan yang sering terjadi. Kapabilitas menunjukkan X-bar_1,5_ (1 banding 100, sampai 1 banding 20).
9 - 10	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat tinggi. Kesalahan hamper pasti terjadi (1 banding 10).

Sumber : Stamatis, D.H., 1995

Deteksi	Kemungkinan Terdeteksi	Ranking
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	9
Jarang		8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah	7
	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah	6
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang	5
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang sampai tinggi	4
	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi	3
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat tinggi	2
	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti	1

Sumber: Y.M. Wang, et al (2009)

Item / Function	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	S	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Recommended action	D
-----------------	---------------------------	--------------------------------	---	---	---	--------------------	---

mempersiapkan mesin gerinda yang akan digunakan	teresengat listrik	luka bakar		standar kerja tidak memadai		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
		cedera berat		standar kerja tidak memadai		investigasi peralatan kerja yang dipakai pekerja	
proses penggerindaan	terkena mata gerinda	luka sobek		tidak memakai APD		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
	terkena debu dari penggerindaan	luka bakar		tidak memakai APD		pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja	
		iritasi mata		tidak memakai APD		pengecekan prosedur kerja oleh kepala bengkel	
	kebisingan	sakit kepala		standar kerja tidak memadai		inspeksi dari kepala bengkel tentang peralatan kerja dan prosedur kerja	
memindahkan hasil penggerindaan ke ruang pembubutan	tertimpa besi coran	gangguan per		standar kerja tidak memadai		inspeksi rutin kepala bengkel	
		luka memar		tidak memakai APD		pengecekan prosedur kerja oleh kepala bengkel	
		patah tulang		standar kerja tidak memadai		pengecekan prosedur kerja oleh kepala bengkel	

Skala Severity

Tingkat	Dampak	Akibat luka
10		Kematian beberapa individu (masal)
9	Kehilangan nyawa atau merubah kehidupan individu	Kematian individu (seseorang)
8		Perlu perawatan serius dan menimbulkan cacat permanen
7	Berdampak besar pada individu sehingga tidak ikut lagi dalam aktivitas	Dirawat lebih dari 12 jam, dengan luka pecah pembuluh darah, hilang ingatan hebat, kerugian besar, dll
6		Dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tulang bergeser, radang dingin, luka bakar, susah bernafas dan lupa ingatan sementara, jatuh/terpeleset.
5	Dampak yang diterima sedang (individu hanya 1 sampai 2 hari tidak ikut dalam aktivitas)	Keseleo/terkilir, retak/patah ringan, keram atau kejang
4		Luka bakar ringan, luka gores/tersayat, frosnip (radang dingin/panas)
3	Dampak diterima kecil (individu masih dapat ikut dalam aktivitas)	Melepuh, tersengat panas, keseleo ringan, tergelincir atau terpeleset ringan
2		Tersengat matahari, memar, teriris ringan, tergores
1	Tidak berdampak (individu tidak mendapat dampak yang terasa)	Terkena serpihan, tersengat serangga, tergigit serangga

Sumber: National incident database report, 2011 dan Wang, et al (2009)

Tabel 2. Occurrence Rating

Rank	Criteria
1 - 2	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat rendah/jarang. Kapabilitas menunjukkan X-bar_3_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 10.000).
3 - 4	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang rendah. Proses dalam pengawasan statistik. Kapabilitas menunjukkan X-bar_3_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 10.000).
5 - 6	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang/lumayan. Proses dalam pengawasan statistik dengan kesalahan yang terjadi sesekali, tapi tidak dengan proporsi yang besar. Kapabilitas menunjukkan X-bar_2.5_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 20, sampai 1 banding 200).
7 - 8	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi. Proses dalam pengawasan statistik dengan kesalahan yang sering terjadi. Kapabilitas menunjukkan X-bar_1.5_ (1 banding 100, sampai 1 banding 20).
9 - 10	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat tinggi. Kesalahan hamper pasti terjadi (1 banding 10).

Sumber : Stamatis, D.H., 1995

Skala Detection

Deteksi	Kemungkinan Terdeteksi	Ranking
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	9
Jarang		8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah	7
	Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang	5
Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang sampai tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat tinggi	2
	Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti

Sumber: Y.M. Wang, et al (2009)

Item / Function	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	S	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Recommended action	D
-----------------	---------------------------	--------------------------------	---	---	---	--------------------	---

Divisi Pembubutan

mempersiapkan alat bubut yang akan dipakai	tersengat listrik	cedera berat luka bakar		standar kerja tidak memadai tidak memakai APD		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
	terbawa putaran mesin	patah tulang luka sobek		standar kerja tidak memadai tidak memakai APD		pengecekan prosedur kerja oleh kepala bengkel	
memasang besi coran ke atas mesin bubut	tertimpa besi coran	luka memar luka sobek		standar kerja tidak memadai tidak memakai APD		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
	tergores besi coran	luka sobek		kurang hati hati		inspeksi dari kepala bengkel tentang peralatan kerja dan prosedur kerja	
memasang pahat bubut	tergores pahat bubut	luka sobek		kurang hati hati		pengecekan peralatan kerja yang akan dipakai dan prosedur kerja	
memasang mata bor	terkena mata bor yang lancip	luka sobek		kurang hati hati		inspeksi dari kepala bengkel tentang peralatan kerja dan prosedur kerja	
proses pembubutan	terkena gram saat pembubutan	luka bakar		tidak memakai APD		inspeksi dari kepala bengkel tentang peralatan kerja dan prosedur kerja	
		luka gores		tidak memakai APD		inspeksi dari kepala bengkel tentang peralatan kerja dan prosedur kerja	
	besi coran yang terlepas dari penjepitan	luka memar luka sobek		kurang hati hati standar kerja tidak memadai		inspeksi dari kepala bengkel tentang peralatan kerja dan prosedur kerja	
	terkena mata potong bubut	luka sobek		kurang hati hati		inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja	
proses pengeboran	terkena gram ulir pengeboran	luka memar luka sobek		tidak memakai APD tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja	
	terkena panas mata bor	luka bakar		kurang hati hati		inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja	
memindahkan hasil pembubutan ke ruang finishing	tertimpa besi coran	luka memar		tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel	
		luka sobek		tidak memakai APD		inspeksi rutin kepala bengkel	

Skala Severity

Tingkat	Dampak	Akibat luka
10	Kehilangan nyawa atau merubah kehidupan individu	Kematian beberapa individu (masal)
9		Kematian individu (seseorang)
8	Berdampak besar pada individu sehingga tidak ikut lagi dalam aktivitas	Perlu perawatan serius dan menimbulkan cacat permanen
7		Dirawat lebih dari 12 jam, dengan luka pecah pembuluh darah, hilang ingatan hebat, kerugian besar, dll
6	Berdampak sedang (individu hanya 1 sampai 2 hari tidak ikut dalam aktivitas)	Dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tulang bergeser, radang dingin, luka bakar, susah bernafas dan lupa ingatan sementara, jatuh/terpeleset.
5		Keseleo/terkilir, retak/patah ringan, keram atau kejang
4	Dampak diterima kecil (individu masih dapat ikut dalam aktivitas)	Luka bakar ringan, luka gores/tersayat, frosnip (radang dingin/panas)
3		Melepuh, tersengat panas, keseleo ringan, tergelincir atau terpeleset ringan
2	Tidak berdampak (individu tidak mendapat dampak yang terasa)	Tersengat matahari, memar, teriris ringan, tergores
1		Terkena serpihan, tersengat serangga, tergigit serangga

Sumber: National incident database report, 2011 dan Wang, et al (2009)

Tabel 2. Occurrence Rating

Rank	Criteria
1 - 2	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat rendah/jarang. Kapabilitas menunjukkan X-bar_3_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 10.000).
3 - 4	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang rendah. Proses dalam pengawasan statistik. Kapabilitas menunjukkan X-bar_3_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 10.000).
5 - 6	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang/lumayan. Proses dalam pengawasan statistik dengan kesalahan yang terjadi sesekali, tapi tidak dengan proporsi yang besar. Kapabilitas menunjukkan X-bar_2.5_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 20, sampai 1 banding 200).
7 - 8	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi. Proses dalam pengawasan statistik dengan kesalahan yang sering terjadi. Kapabilitas menunjukkan X-bar_1.5_ (1 banding 100, sampai 1 banding 20).
9 - 10	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat tinggi. Kesalahan hamper pasti terjadi (1 banding 10).

Sumber : Stamatis, D.H., 1995

Skala Detection

Deteksi	Kemungkinan Terdeteksi	Ranking
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	9
Jarang		8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang	5
Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang sampai tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti	1

Sumber: Y.M. Wang, et al (2009)

Item / Function	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	S	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O	Recommended action	D
-----------------	---------------------------	--------------------------------	---	---	---	--------------------	---

Divisi Pengecetan

pengecetan	terkena paparan bau dari cat	gangguan pernapasan		standar kerja tidak memadai		pengecekan peralatan kerja dan prosedur kerja	
		sakit kepala		standar kerja tidak memadai		inspeksi rutin kepala bengkel terkait APD pekerja	
	anggota tubuh terkena cat	iritasi kulit		tidak memakai APD		pengecekan prosedur kerja oleh kepala bengkel	

Skala Severity

Tingkat	Dampak	Akibat luka
10	Kehilangan nyawa atau merubah kehidupan individu	Kematian beberapa individu (masal)
9		Kematian individu (seseorang)
8		Perlu perawatan serius dan menimbulkan cacat permanen
7	Berdampak besar pada individu sehingga tidak ikut lagi dalam aktivitas	Dirawat lebih dari 12 jam, dengan luka pecah pembuluh darah, hilang ingatan hebat, kerugian besar, dll
6		Dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tulang bergeser, radang dingin, luka bakar, susah bernafas dan lupa ingatan sementara, jatuh/terpeleset.
5	Dampak yang diterima sedang (individu hanya 1 sampai 2 hari tidak ikut dalam aktivitas)	Keseleo/terkilir, retak/patah ringan, keram atau kejang
4		Luka bakar ringan, luka gores/tersayat, frosnip (radang dingin/panas)
3	Dampak diterima kecil (individu masih dapat ikut dalam aktivitas)	Melepuh, tersengat panas, keseleo ringan, tergelincir atau terpeleset ringan
2		Tersengat matahari, memar, teriris ringan, tergores
1	Tidak berdampak (individu tidak mendapat dampak yang terasa)	Terkena serpihan, tersengat serangga, tergigit serangga

Sumber: National incident database report, 2011 dan Wang, et al (2009)

Tabel 2. Occurrence Rating

Rank	Criteria
1 - 2	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat rendah/jarang. Kapabilitas menunjukkan X-bar_3_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 10.000).
3 - 4	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang rendah. Proses dalam pengawasan statistik. Kapabilitas menunjukkan X-bar_3_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 10.000).
5 - 6	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang/lumayan. Proses dalam pengawasan statistic dengan kesalahan yang terjadi sesekali, tapi tidak dengan proporsi yang besar. Kapabilitas menunjukkan X-bar_2.5_ sekurang-kurangnya masuk dalam spesifikasi (1 banding 20, sampai 1 banding 200).
7 - 8	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi. Proses dalam pengawasan statistic dengan kesalahan yang sering terjadi. Kapabilitas menunjukkan X-bar_1.5_ (1 banding 100, sampai 1 banding 20).
9 - 10	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat tinggi. Kesalahan hamper pasti terjadi (1 banding 10).

Sumber : Stamatis, D.H., 1995

Skala Detection

Deteksi	Kemungkinan Terdeteksi	Ranking
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	9
Jarang		8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang	5
Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang sampai tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti	1

Sumber: Y.M. Wang, et al (2009)