

**SKRIPSI**  
**ANALISA RISIKO KERJA TERHADAP KESELAMATAN DAN**  
**KESEHATAN KERJA (K3) MENGGUNAKAN METODE**  
***FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN***  
***HAZARD AND OPERABILITY STUDY (HAZOP)***  
**(STUDI KASUS PT. XYZ)**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta  
Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Disusun Oleh :  
Nama Lengkap : Achmad Rochmat Chandra Sihkin  
NIM : 19106060036

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**  
**YOGYAKARTA**

**2023**

# LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-977/Un.02/DST/PP.00.9/04/2023

Tugas Akhir dengan judul : Analisa Risiko Kerja terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Hazard and Operability Study (HAZOP) (Studi Kasus: PT. XYZ)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ACHMAD ROCHMAT CHANDRA SIHKIN  
Nomor Induk Mahasiswa : 19106060036  
Telah diujikan pada : Jumat, 31 Maret 2023  
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Ir. Trio Yonathan Teja Kusuma, S.T., M.T., IPM.  
SIGNED

Valid ID: 642d41288cc7c



Penguji I

Ir. Arya Wirabhuana, S.T. M.Sc. IPM,  
ASEAN Eng.  
SIGNED

Valid ID: 642d6ba14bc29



Penguji II

Dr. Ir. Yandra Rahadian Perdana, ST., MT  
SIGNED

Valid ID: 642ae15eb4f2f



Yogyakarta, 31 Maret 2023  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 642d8d638b7d5

## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

### SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp :-

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga

Di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Achmad Rochmat Chandra Sihkin

NIM : 19106060036


Judul Skripsi : Analisa Risiko Kerja Terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Hazard and Operability Study* (HAZOP) (Studi Kasus PT. XYZ)

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Industri.

Dengan ini kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 24 Maret 2023  
Dosen Pembimbing Skripsi,

  
**Ir. Trio Yonathan Teja K., S.T.,  
M.T., IPM  
NIP. 19890715 201503 1 007**

## SURAT KEASLIAN SKRIPSI

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Rochmat Chandra Sihkin

NIM : 19106060036

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa skripsi saya yang berjudul: “Analisa Risiko Kerja Terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Hazard and Operability Study* (HAZOP) (Studi Kasus PT. XYZ)” adalah hasil karya pribadi yang tidak mengandung plagiarisme dan berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penulis ambil sebagian dengan tata cara yang dibenarkan secara ilmiah.

Jika terbukti pernyataan ini tidak benar, maka penulis siap mempertanggungjawabkan sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 24 Maret 2023

Yang menyatakan,



Achmad Rochmat Chandra Sihkin  
NIM. 19106060036

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## MOTTO

“Jangan menunggu termotivasi baru mengambil tindakan. Tapi, ambillah tindakan sekarang, maka kamu akan termotivasi. Lawan rasa malasmu dan ayo terus berproses, karena sukses akan diperoleh ketika kita mau berusaha.”

(Achmad Rochmat Chandra Sihkin)

“Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman dan orang-orang yang berilmu di antara kamu sekalian.”

(QS. Al-Mujadilah: 11)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahirobbil'aalamiin*, segala puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisa Risiko Kerja Terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Hazard and Operability Study* (HAZOP) (Studi Kasus: PT. XYZ)” dengan baik tanpa adanya kendala yang sangat berarti.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk pihak yang memberi motivasi, dukungan dan doa tiada hentinya, sehingga tugas akhir dapat diselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua, dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan, bantuan, dan doa tiada hentinya untuk kesuksesan cita-cita anaknya.
2. Ibu Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga beserta seluruh jajarannya yang banyak membantu penulis menyelesaikan permasalahan dan keperluan di kampus.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Cahyono Sigit Pramudyo, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga.
4. Ibu Tutik Farihah, S.T. M.SC. selaku Dosen Pembimbing Akademik (DPA) yang telah memberikan bimbingan, nasihat, dan arahan selama perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Trio Yonathan Teja Kusuma., S.T., M.T, IPM selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu sabar dan ikhlas memberikan bimbingan, motivasi, dan dorongan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

6. Seluruh Dosen dan Staff Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu dan memberi ilmu, bimbingan, serta pelayanan selama masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini.
7. Seluruh pimpinan, karyawan, beserta pemangku jabatan lainnya di PT. XYZ yang telah membantu penulis selama penelitian di PT. XYZ.
8. Para sahabat saya yang selalu memberi motivasi, dukungan, dan semangat.
9. Keluarga besar “In.somnia” Teknik Industri 2019 yang menemani, membantu, dan berjuang bersama-sama dari awal perkuliahan, serta selalu ada dikala suasana suka dan duka.
10. Seluruh keluarga besar Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bantuan akademis, motivasi, dan saling berbagi ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
11. Para Asisten Laboratorium Teknik Industri yang selalu berjuang bersama disaat pelaksanaan praktikum hingga tiba saatnya pengerjaan tugas akhir.
12. Keluarga “Al-Bait” Kelompok KKN Mandiri 108 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Desa Kebonsari yang telah berbagi pengalaman bersama, serta terus memberikan motivasi dan do’a sepanjang waktu.
13. Serta seluruh pihak lainnya yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga segala kebaikan dari berbagai pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini dapat dibalas oleh Allah SWT, *Aamiin*.

## KATA PENGANTAR

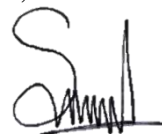
*Alhamdulillahirobbil'aalamiin*, segala puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisa Risiko Kerja Terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Hazard and Operability Study* (HAZOP) (Studi Kasus: PT. XYZ)”.

Tugas akhir ini disusun oleh penulis supaya dapat menambah pengetahuan pembaca untuk lebih mengetahui analisa permasalahan dalam mengidentifikasi, penilaian, dan pengendalian risiko kerja yang dapat terjadi. Tugas akhir yang disusun untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Selama penyusunan ini, penulis mengalami banyak kesulitan dan kendala, namun dengan adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan maksimal. Semoga kebaikan pihak yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini dapat dibalas oleh Allah SWT, *Aamiin*. Untuk perbaikan selanjutnya, baik penulis maupun pembaca, dengan kerendahan hati mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak

Yogyakarta, 24 Maret 2023

Penulis,



Achmad Rochmat Chandra Sihkin

NIM 19106060036



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI .....	iii
SURAT KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK .....	xvii
<i>ABSTRACT</i> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian .....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
2.2 Landasan Teori .....	10

2.2.1	Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	10
2.2.2	Tujuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja .....	11
2.2.3	Manfaat Keselamatan dan Kesehatan Kerja .....	13
2.2.4	Kecelakaan Kerja .....	13
2.2.5	Manajemen Risiko .....	15
2.2.6	Pengendalian Risiko.....	17
2.2.7	<i>Hazard</i> (Bahaya) .....	19
2.2.8	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	20
2.2.9	<i>Hazard and Operability Study</i> (HAZOP) .....	26
2.2.10	<i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP).....	31
2.2.11	<i>Fuzzy AHP</i> .....	34
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>38</b>
3.1	Objek Penelitian .....	38
3.2	Metode Pengumpulan Data .....	38
3.2.1	Jenis Data dan Sumber Data .....	38
3.2.2	Pengumpulan Data .....	39
3.3	Validitas.....	41
3.4	Variabel Penelitian .....	42
3.5	Model Analisis .....	44
3.6	Diagram Alir Penelitian.....	47
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>50</b>
4.1	Gambaran Umum Proses Produksi Perusahaan .....	50
4.2	Hasil Analisis .....	52

4.2.1	Identifikasi Risiko .....	53
4.2.2	Penilaian dan Analisis Risiko .....	60
4.2.3	Pembobotan Kriteria Penilaian .....	75
4.2.4	Pengendalian Risiko.....	94
4.3	Pembahasan .....	108
4.4	Analisa Sistem Manajemen K3 PT. XYZ .....	129
4.5	Implikasi Manajerial.....	131
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>133</b>
5.1	Kesimpulan.....	133
5.2	Saran.....	136

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian Risiko Kerja Terhadap K3 .....	47
Gambar 4. 1 Proses Produksi Perusahaan .....	50
Gambar 4. 2 Struktur Hierarki Pembobotan Faktor Kegagalan FMEA.....	78
Gambar 4. 3 Struktur Hierarki Pembobotan Faktor Kegagalan HAZOP.....	87
Gambar 4. 4 Pemetaan Identifikasi Risiko Bagian Produksi PT. XYZ .....	110
Gambar 4. 5 Presentase Tingkat Risiko FMEA .....	113
Gambar 4. 6 Persentase Tingkat Risiko HAZOP.....	116
Gambar 4. 7 Jumlah Tindakan Pengendalian Risiko .....	127

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Jumlah Kecelakaan Kerja PT. XYZ .....	2
Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....	8
Tabel 2. 2 Skala Keparahan ( <i>Severity</i> ).....	22
Tabel 2. 3 Skala Kejadian ( <i>Occurance</i> ) .....	23
Tabel 2. 4 Skala Deteksi ( <i>Detection</i> ) .....	24
Tabel 2. 5 Penentuan Kategori Risiko .....	25
Tabel 2. 6 Contoh <i>Worksheet</i> FMEA.....	25
Tabel 2. 7 Kriteria <i>Likelihood</i> .....	27
Tabel 2. 8 Kriteria <i>Severity</i> .....	28
Tabel 2. 9 Matriks Risiko.....	28
Tabel 2. 10 Keterangan Nilai Risiko.....	29
Tabel 2. 11 Kata Panduan HAZOP .....	30
Tabel 2. 12 Contoh Lembar Kerja HAZOP .....	30
Tabel 2. 13 Skala Perbandingan Berpasangan .....	32
Tabel 2. 14 Ketentuan Nilai RI .....	33
Tabel 2. 15 Skala <i>Triangular Fuzzy Number</i> (TFN) dari <i>fuzzy</i> AHP .....	35
Tabel 4. 1 Hasil Uji Validitas.....	54
Tabel 4. 2 Penilaian dan Analisa Risiko Metode FMEA.....	62
Tabel 4. 3 Penilaian dan Analisa Risiko Metode HAZOP.....	70
Tabel 4. 4 Hasil Kuesioner AHP FMEA Bagian Produksi PT. XYZ .....	77
Tabel 4. 5 Matriks Perbandingan Berpasangan FMEA .....	78
Tabel 4. 6 Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan FMEA .....	79
Tabel 4. 7 Hasil Transformasi Skala <i>Fuzzy</i> FMEA Bagian Produksi PT. XYZ...	81

Tabel 4. 8 Perhitungan <i>Geometric Mean</i> (ri) FMEA .....	82
Tabel 4. 9 Perhitungan <i>Fuzzy Weight</i> (wi) FMEA .....	82
Tabel 4. 10 Perhitungan <i>Averaged Weight Criterion</i> (Mi) FMEA .....	82
Tabel 4. 11 Perhitungan <i>Normalized Weight Criterion</i> (Ni) FMEA.....	83
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan RPN <i>fuzzy</i> AHP .....	84
Tabel 4. 13 Mode Kegagalan FMEA dengan RPN tertinggi .....	85
Tabel 4. 14 Hasil Kuesioner AHP HAZOP Bagian Produksi PT. XYZ.....	86
Tabel 4. 15 Matriks Perbandingan Berpasangan HAZOP .....	87
Tabel 4. 16 Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan HAZOP.....	88
Tabel 4. 17 Hasil Transformasi Skala <i>Fuzzy</i> HAZOP .....	90
Tabel 4. 18 Perhitungan <i>Geometric Mean</i> (ri) HAZOP .....	90
Tabel 4. 19 Perhitungan <i>Fuzzy Weight</i> (wi) HAZOP.....	90
Tabel 4. 20 Perhitungan <i>Averaged Weight Criterion</i> (Mi) HAZOP .....	91
Tabel 4. 21 Perhitungan <i>Normalized Weight Criterion</i> (Ni) HAZOP .....	91
Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan <i>Risk Level fuzzy</i> AHP .....	92
Tabel 4. 23 Risiko HAZOP dengan <i>Risk Level</i> tertinggi .....	93
Tabel 4. 24 Lembar Kerja FMEA Tingkat <i>Extreme</i> .....	96
Tabel 4. 25 Lembar Kerja HAZOP Tingkat <i>Extreme</i> .....	103
Tabel 4. 26 Jumlah Tingkat Risiko FMEA Bagian Produksi PT. XYZ.....	112
Tabel 4. 27 Jumlah Tingkat Risiko HAZOP Bagian Produksi PT. XYZ .....	115
Tabel 4. 28 Perbandingan Peringkat Nilai RPN dengan RPN <i>fuzzy</i> AHP .....	118
Tabel 4. 29 Perbandingan Peringkat <i>Risk Level</i> dengan <i>Risk Level fuzzy</i> AHP..	121
Tabel 4. 30 Jumlah Persentase Pengendalian Risiko .....	126

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Profil Perusahaan .....	L-2
Lampiran 1. 2 Visi dan Misi Perusahaan .....	L-2
Lampiran 1. 3 Data Jam Kerja Karyawan Produksi dan Mesin.....	L-3
Lampiran 1. 4 Struktur Organisasi Perusahaan.....	L-4
Lampiran 1. 5 Layout Perusahaan.....	L-5
Lampiran 1. 6 Produk Hasil .....	L-5
Lampiran 2. 1 Hasil Identifikasi Risiko Kecelakaan Pengecoran Logam .....	L-8
Lampiran 3. 1 Transkrip Wawancara Awal .....	L-13
Lampiran 3. 2 Transkrip Wawancara FMEA dan HAZOP.....	L-26
Lampiran 4. 1 Sampel Kuesioner Pendahuluan .....	L-37
Lampiran 4. 2 Hasil Kuesioner Pendahuluan.....	L-42
Lampiran 5. 1 Sampel Kuesioner Utama .....	L-47
Lampiran 5. 2 Hasil Kuesioner Utama FMEA.....	L-62
Lampiran 5. 3 Hasil Kuesioner Utama HAZOP .....	L-67
Lampiran 6. 1 Sampel Kuesioner Penilaian Bobot Kepentingan Kriteria .....	L-72
Lampiran 6. 2 Hasil Kuesioner Penilaian Bobot Kepentingan Kriteria.....	L-75
Lampiran 7. 1 Lembar Kerja FMEA Tingkat <i>Low</i> .....	L-77
Lampiran 7. 2 Lembar Kerja FMEA Tingkat <i>Moderate</i> .....	L-85
Lampiran 8. 1 Lembar Kerja HAZOP Tingkat <i>High</i> .....	L-96
Lampiran 9. 1 Tabel CVR.....	L-101
Lampiran 10. 1 Dokumentasi Sumber Bahaya .....	L-103
Lampiran 10. 2 Dokumentasi Wawancara .....	L-109
Lampiran 11. 1 Lembar Perlengkapan APD .....	L-111

Lampiran 11. 2 Lembar Hasil Inspeksi K3 .....	L-112
Lampiran 11. 3 Lembar Pencatatan Kecelakaan Kerja.....	L-113
Lampiran 11. 4 Penggunaan Rambu-Rambu K3 .....	L-114
Lampiran 11. 5 Standar Peletakan APAR.....	L-117
Lampiran 11. 6 Standar Isi Kotak P3K.....	L-118





**Analisa Risiko Kerja Terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)  
Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan  
*Hazard and Operability Study* (HAZOP)  
(Studi Kasus: PT. XYZ)**

**Achmad Rochmat Chandra Sihkin (19106060036)**

Program Studi Teknik Industri  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

---

**ABSTRAK**

PT. XYZ adalah perusahaan yang memiliki aktivitas proses produksi cukup besar setiap tahunnya dengan risiko berpotensi bahaya tinggi. Penerapan SMK3 sangat dibutuhkan untuk mengurangi dan mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Penelitian ini digunakan untuk menganalisis potensi bahaya yang kemungkinan muncul di bagian produksi PT. XYZ sebagai bentuk awal implementasi SMK3. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Hazard and Operability Study* (HAZOP) untuk melakukan identifikasi risiko, penilaian dan analisis risikonya, kemudian diberikan analisis penyebab, dampak, serta pengendalian risikonya. Hasil penelitian menunjukkan 34 potensi bahaya yang terdapat di bagian produksi PT. XYZ. Dimana penilaian risiko metode FMEA diperoleh 6% diantaranya pada tingkat *extreme*, 15% pada tingkat *high*, 41% pada tingkat *moderate*, dan 38% pada tingkat bahaya *low*. Sedangkan metode HAZOP diperoleh 21% diantaranya pada tingkat *extreme*, 24% pada tingkat *high*, 26% pada tingkat *moderate*, dan 29% pada tingkat bahaya *low*. Penilaian risiko kemudian dilakukan pembobotan kriteria penilaian menggunakan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP). Dimana penilaian risiko diperoleh 7 risiko kritis dengan nilai RPN dan *Risk Level* hasil *Fuzzy AHP* terbesar dari ranking prioritas pembobotan *Fuzzy AHP*. Tindakan pengendalian risiko menggunakan bantuan lembar kerja FMEA dan HAZOP berdasar prioritas risiko yang diperoleh sebesar 64 tindakan. Pengendalian risiko diberikan dengan mengikuti hierarki pengendalian risiko OHSAS 18001 dan strategi AS/NZS 4360 untuk menekan tingkat keparahan risiko yaitu eliminasi, rekayasa, administratif, dan penggunaan APD (Alat Pelindung Diri). Tindakan ini berdampak pada penghematan biaya perusahaan untuk mengantisipasi kecelakaan kerja di bagian produksi PT. XYZ.

**Kata Kunci:** K3, SMK3, FMEA, HAZOP, Risiko

**Work Risk Analysis on Occupational Safety and Health (K3)  
Using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and  
Hazard and Operability Study (HAZOP) Methods  
(Case Study: PT. XYZ)**

**Achmad Rochmat Chandra Sihkin (19106060036)**

*Departement of Industrial Engineering  
Faculty of Science and Technology  
State Islamic of Sunan Kalijaga Yogyakarta*

---

---

**ABSTRACT**

*PT XYZ is a company that has considerable production process activities every year with potentially high hazard risks. The implementation of SMK3 is needed to reduce and prevent work accidents. This research is used to analyze the potential hazards that may arise in the production department of PT XYZ as an initial form of SMK3 implementation. This research uses the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Hazard and Operability Study (HAZOP) method approaches to conduct risk identification, risk assessment and analysis, then given an analysis of the causes, impacts, and risk control. The results showed 34 potential hazards in the production department of PT XYZ. Where the FMEA method risk assessment obtained 6% of them at the extreme level, 15% at the high level, 41% at the moderate level, and 38% at the low hazard level. While the HAZOP method obtained 21% of them at the extreme level, 24% at the high level, 26% at the moderate level, and 29% at the low danger level. The risk assessment is then carried out weighting the assessment criteria using the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP). Where the risk assessment obtained 7 critical risks with the largest RPN value and Risk Level of Fuzzy AHP results from the priority ranking of fuzzy AHP weighting. Risk control measures using the help of FMEA and HAZOP worksheets based on risk priorities obtained amounted to 64 actions. Risk control is provided by following the OHSAS 18001 risk control hierarchy and AS/NZS 4360 strategies to reduce risk severity, namely elimination, engineering, administration, and use of PPE (Personal Protective Equipment). This action has an impact on saving company costs to anticipate work accidents in the production department of PT XYZ.*

**Keywords:** K3, SMK3, FMEA, HAZOP, Risk

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Penggunaan teknologi canggih semakin jauh meningkat membuat resiko apapun dapat dirasakan oleh karyawan, khususnya pada perusahaan industri yang sudah menggunakan transformasi teknologi. Akibatnya, tuntutan industrialisasi akan terus mendorong penggunaan mesin dan bahan berbahaya. Meskipun ini membuat proses produksi lebih nyaman, konsekuensi yang belum bisa dihindari yaitu peningkatan jumlah variasi potensi bahaya berdasar penggunaannya. Perubahan cara kerja dan sistem produksi sekarang juga banyak dilakukan karena kompleksitas teknologi saat ini (Haslindah *et. al*, 2019). Akibatnya, pekerja harus menghadapi berbagai jenis dan tingkat potensi bahaya di tempat kerja.

Dalam upaya menghindari kejadian yang tidak diinginkan, bahaya di tempat kerja harus dikendalikan. Pekerja perlu dilindungi dari bahaya yang disebabkan oleh faktor pekerjaan atau lingkungannya, sehingga pekerja merasakan keamanan dan nyaman saat melaksanakan tugasnya (Afnella & Utami, 2021). Upaya dilakukan untuk menjamin kesehatan dan pekerja dapat bekerja secara nyaman mencapai tujuan yaitu Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). K3 menurut Mangkunegara (2009) bertujuan untuk menjamin pekerjaan aman, serta mengurangi kerugian dalam pekerjaan di tempat kerja. Pentingnya penggunaan K3 perlu diikuti seluruh karyawan sebagai sarana mengurangi kecelakaan kerja, menurunkan biaya kecelakaan, dan karyawan sesuai harapan perusahaan.

Salah satu aspek organisasi yang harus ditingkatkan agar dapat bersaing adalah sumber daya manusia yang selalu memegang peran penting dalam

organisasi (Savitri *et al.*, 2021). Kinerja seorang karyawan dapat mendorong kinerja perusahaan, sebab karyawan dapat mengalami kebahagiaan dan kepuasan kerja. Setiap pekerjaan memiliki kemungkinan bahaya dan jika tidak dikendalikan seperti yang diharapkan, dapat menyebabkan kelemahan, cedera, dan kecelakaan kerja. Risiko adalah ukuran kemungkinan kerugian yang disebabkan oleh sumber kejadian (Budi & Gusmarwani, 2021). Maka, risiko bahaya tersebut perlu segera dilakukan identifikasi dan kemudian dikendalikan (Pujiono *et al.*, 2013).

PT. XYZ termasuk perusahaan dalam industri pengecoran logam yang memproduksi beberapa part pendukung industri manufaktur seperti spasing kereta api, Base Plate R-54, sparepart pompa minyak angguk, sparepart jembatan gantung, sparepart galangan kapal, dan jenis part lainnya. Sebagai perusahaan *foundry* (pengecoran) dan pemesinan, PT. XYZ juga mampu memproduksi komponen andalan pada bidang pabrik gula, semen, industri minyak, tambang, dan pelabuhan. Beberapa jenis mesin digunakan dalam proses produksinya seperti mesin CNC *Milling*, CNC *Turning*, *Router*, mesin *Shoot Blast*, serta mesin *mixer* pasir. PT. XYZ belum sepenuhnya menerapkan sistem manajemen K3 sehingga dinilai masih perlu dilakukan perbaikan. Hal ini dilihat dari kecelakaan yang terjadi belum bisa terdeteksi dengan baik oleh pihak perusahaan. Data pencatatan jumlah terjadinya kecelakaan kerja pada PT. XYZ dapat diketahui sebagai berikut:

Tabel 1. 1 Data Jumlah Kecelakaan Kerja PT. XYZ

No	Nama Karyawan	Bagian Unit	Tanggal Kejadian
1	Muh Mursid Anwar	Operator Fetling	Sabtu,19/10/2019
2	Abdul Kamit	Operator Fetling	Selasa,31/12/2019
3	Muh Fuad Hasan	Operator Pola	Selasa,22/10/2020
4	Damar Bayu K	Operator Fetling	Senin,16/08/2021
5	Muh Rifki Amriza	Operator Molding	Kamis,14/07/2022

Sumber: PT. XYZ (2023)

Berdasarkan Tabel 1.1 mengenai data kecelakaan kerja yang sebelumnya terjadi pada PT. XYZ tercatat dimulai dari tahun 2019 sampai tahun 2022 terdapat lima kali terjadi kecelakaan kerja pada bagian produksi. Kecelakaan kerja yang terjadi termasuk jenis kecelakaan kecil sampai kecelakaan berat yang berakibat pada pekerja. Terdapat beberapa kali kasus kecelakaan kerja yang ditimbulkan pekerjaan proses produksi seperti proses permesinan dan pengecoran logam namun tidak terdeteksi dan terdokumentasi dengan baik dan rinci. Diperlukan pemeriksaan analisis risiko yang menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja.

Perusahaan yang dijadikan objek penelitian masih belum memiliki sebuah divisi atau tim khusus untuk menjadi menjaga keamanan dan kenyamanan pekerjanya. Sehingga upaya menjaga K3 pekerja belum dapat dilakukan dengan maksimal. Pekerja yang belum mematuhi SOP kerja secara memadai, akibat dari kesadaran pekerja yang masih kurang ketika menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) dan belum adanya pembekalan K3 di perusahaan. Hal ini mengakibatkan kecelakaan pada PT. XYZ sulit dilakukan pengendalian terhadap sumber bahaya.

Berdasarkan permasalahan yang ditimbulkan mengenai risiko yang kemungkinan terjadi, diperlukan analisis risiko dengan metode yang relevan untuk menangannya yaitu metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan juga metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP). Penelitian menjelaskan tentang perbandingan hasil kedua metode tersebut dalam penanganan risiko bahaya yang perlu segera dilakukan pengendalian. Analisis risiko dilakukan melalui penelitian langsung di perusahaan, kemudian dianalisis sesuai data K3 yang diperoleh.

Penggunaan metode yang relevan dalam melakukan identifikasi sumber bahaya akan lebih mudah menentukan potensi bahaya yang dikendalikan

berdasarkan hasil penilaian risiko. Kedua metode ini saling melengkapi dalam analisis risikonya, dimana metode FMEA sebagai metode untuk melakukan identifikasi risiko, beserta penilaian dan analisisnya pada risiko berdasarkan *severity*, *occurance*, dan *detection* setiap bahaya yang muncul (Pasaribu, 2017).

Metode FMEA dibandingkan dengan metode HAZOP yang berguna dalam menganalisis penyebab, dampak, dan tindakan yang perlu dilakukan untuk mengurangi kejadian kecelakaan berdasarkan tingkat keparahan dan kemungkinannya (Farid & Anggraini, 2021). Metode FMEA penggunaannya lebih luas jika dilihat dari faktornya, namun banyak yang mendeteksi serta analisa risiko banyak yang menggunakan metode HAZOP. HAZOP sering digunakan dalam analisa risiko K3 karena diasumsikan K3 termasuk sesuatu yang sudah terjadi, jika belum terjadi kecelakaan kerja disebut *hazard* atau bahaya.

Namun dalam analisa risiko terdapat perkembangan yaitu penggunaan metode FMEA. Oleh karena itu, diperlukan suatu perbandingan pada kedua metode tersebut dalam mengidentifikasi dan mengetahui tingkat risiko yang lebih baik. Penggunaan kedua metode pada penelitian ini didasarkan pada hasil yang ingin diperoleh dalam mengidentifikasi risiko dari tingkat kecelakaan kerja di PT. XYZ supaya lebih terbukti keaslian dan relevan hasilnya. Prioritas risiko yang dihasilkan dari penilaian risiko kemudian akan divalidasi dengan metode *Fuzzy AHP*. Penggunaan metode *Fuzzy AHP* dilakukan untuk mengurangi subjektivitas pada proses analisa dan pengambilan keputusan pengendalian risiko.

Hasil penilaian risiko yang dilakukan pembobotan kepentingan nilai kriteria dalam mengetahui tingkatan risiko akan lebih akurat sesuai dengan sistem yang ada di perusahaan (Hassan, *et al.*, 2020). Oleh karena itu, diharapkan hasil analisis

K3 dalam mencari kemungkinan risiko menggunakan pendekatan FMEA dan HAZOP pada PT. XYZ dapat memberikan usulan perbaikan penanganan risiko kerja yang lebih baik bagi perusahaan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Perumusan masalah yang digunakan penelitian ini sebagai berikut:

1. Apa saja potensi bahaya yang kemungkinan muncul pada PT. XYZ?
2. Apa saja prioritas risiko kecelakaan kerja yang perlu segera diselesaikan di PT. XYZ menggunakan metode FMEA dan HAZOP?
3. Apa saja tindakan pengendalian K3 yang diberikan pada PT. XYZ untuk mengurangi tingkat kecelakaan kerja?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan utama penelitian sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi potensi bahaya yang kemungkinan muncul pada PT. XYZ.
2. Menganalisis prioritas risiko kecelakaan kerja yang perlu segera diselesaikan di PT. XYZ menggunakan metode FMEA dan HAZOP.
3. Merekomendasikan tindakan pengendalian K3 yang dapat diberikan pada PT. XYZ untuk mengurangi tingkat kecelakaan kerja.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian yang diharapkan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian diharap menjadi sarana evaluasi dan memberikan usulan perbaikan yang sesuai di PT. XYZ dalam meningkatkan K3 khususnya penilaian dan analisis risiko dalam upaya meminimalisir sumber bahaya.

2. PT. XYZ diharapkan dapat mengambil manfaat penelitian, khususnya dalam cara identifikasi risiko dan potensi kecelakaan kerja pada sistem K3 sehingga menjadi acuan untuk pengendalian bahaya.
3. Diharapkan bahwa penelitian juga akan menjadi sumber bagi peneliti lainnya yang menganalisis masalah yang serupa.

### **1.5 Batasan Penelitian**

Batasan pada penelitian yang digunakan yaitu :

1. Objek penelitian risiko kecelakaan kerja adalah bagian produksi PT. XYZ.
2. Penelitian tidak mempertimbangkan aspek gender pada analisa risiko kecelakaan kerja di PT. XYZ.
3. Penelitian tidak memperhitungkan biaya kecelakaan kerja pada usulan perbaikan risiko.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan penelitian yang dilakukan disusun dari lima bab. Dalam bab satu mendefinisikan uraian latar belakang berupa alasan pemilihan metode FMEA dan HAZOP di PT. XYZ, rumusan masalah didasarkan dari latar belakang yang dibuat, tujuan penelitian, manfaat, batasan penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan. Kedua, bab dua mendefinisikan penelitian terdahulu yang sudah dilakukan sebelumnya berkaitan tugas akhir ini, serta teori yang menjadi acuan dan dasar K3 untuk memecahkan masalah serta identifikasi risiko kerja. Ketiga, bab tiga berisikan objek penelitian, metode pengumpulan data, validitas pengujian data, variabel penelitian, model analisis data, serta diagram alir dari penelitian dalam proses identifikasi risiko K3.



Keempat, bab empat berisi hasil dan bahasan dalam pemecahan masalah risiko kecelakaan kerja selama penelitian berlangsung berupa gambaran proses produksi PT. XYZ, hasil pengolahan data menggunakan metode FMEA dan HAZOP yang digunakan dalam proses identifikasi pengurangan risiko kecelakaan kerja yang terjadi, serta hasil usulan perbaikan terhadap risiko kerja yang telah teridentifikasi. Yang terakhir, bab lima menjelaskan seluruh hasil pengolahan data dari penelitian metode FMEA dan HAZOP sehingga didapatkan kesimpulan keseluruhan analisis penelitian, serta memperoleh saran perbaikan pada upaya mengendalikan risiko terjadinya kecelakaan kerja pada PT. XYZ.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dari penelitian yang dimulai tahap identifikasi, penilaian risiko, serta pengendalian risiko dengan metode FMEA dan HAZOP. Peneliti mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Potensi bahaya yang kemungkinan muncul dari hasil identifikasi risiko bagian produksi PT. XYZ diperoleh 34 sumber bahaya berpotensi menjadi kecelakaan kerja. Potensi bahaya terbanyak ditunjukkan pada area stasiun melting sebanyak 8 sumber bahaya meliputi bahaya pekerja saat mengaitkan tungku peleburan ke crane, pekerja terkena hampasan percikan api pada cetakan yang dibawa crane, terkena serpihan gram pada bekas cetakan, terpapar suhu ruang sebesar 35,7C dan kelembapan 58% yang melebihi aturan dan menyebar ke bagian produksi lain, pekerja tidak memakai sarung tangan anti panas mengambil logam cair, tungku peleburan yang tumpah ketika dibawa oleh crane, pekerja terpapar dan menghirup uap logam cair, serta posisi tubuh pekerja dalam penuangan yang kurang ergonomis. Selanjutnya bagian stasiun machining termasuk sumber bahaya tertinggi kedua dengan ditemukan sebanyak 6 sumber bahaya. Bagian stasiun kerja yang memiliki 5 sumber bahaya yaitu stasiun molding dan stasiun fetling, kemudian sumber bahaya yang hampir ada di keseluruhan produksi ditemukan 4 sumber bahaya. Pada bagian stasiun pemolaan ditemukan sebanyak 3 sumber bahaya, dan bagian stasiun gudang produk jadi ditemukan sebanyak 2 sumber bahaya. Selanjutnya sumber bahaya paling

sedikit terdapat pada bagian stasiun gudang bahan baku sebanyak 1 sumber bahaya.

2. Hasil dari penilaian dan analisis risiko dengan metode FMEA dan HAZOP diperoleh prioritas risiko yang perlu diselesaikan di PT. XYZ merujuk pada tingkat risiko kritis. Tingkat risiko yang telah dihitung melalui penilaian risiko memiliki ranking yang tidak jauh berbeda dengan hasil perhitungan bobot *fuzzy* AHP. Nilai RPN dan *Risk Level* akan dilakukan tindakan pengendalian urutan ranking 3 terbesar dan diperoleh dari diskusi serta persetujuan dengan pihak perusahaan. Penilaian risiko metode FMEA berdasarkan perhitungan RPN dengan nilai RPN hasil *fuzzy* AHP terbesar diperoleh 7 jenis risiko kritis yaitu 2 mode kegagalan kategori *extreme* ditambah dengan 5 mode kegagalan kategori *high* akan dilakukan pengendalian. Serta diperoleh 14 mode kegagalan tingkat *moderate* dengan jumlah persentase 41%, dan 14 mode kegagalan tingkat *low* dengan jumlah persentase 38%. Sedangkan metode HAZOP dengan nilai *Risk Level* tertinggi diperoleh 7 jenis risiko kategori kritis dengan nilai *Risk Level* hasil *fuzzy* AHP terbesar. Ketujuh jenis risiko/ *extreme* ini, kemudian akan menjadi prioritas untuk dilakukan pengendalian risiko. Selain itu, terdapat sumber bahaya *high* dengan persentase 24%, 9 bahaya tingkat *moderate* dengan persentase 26%, dan 10 bahaya tingkat *low* dengan persentase 29%. Dimana yang termasuk 7 jenis risiko kategori kritis pada metode FMEA dan HAZOP diantaranya seperti kurangnya inpeksi rutin terhadap penggunaan APD pada pekerja, penggunaan mesin gerinda potong kurang hati-hati, kurangnya rambu-rambu perusahaan dan sebagian rambu penempatan

belum sesuai aturan, pekerja terpapar api leburan, pekerja tidak memakai sarung tangan anti panas mengambil logam cair, posisi tubuh pekerja dalam penuangan yang kurang ergonomis, serta pekerja tidak memakai APD lengkap saat proses pembubutan dan pengeboran. Setelah diketahui tingkat risiko dengan kategori kritis atau *extreme*, kemudian dapat dilakukan proses pengendalian yang menjadi prioritas untuk didahulukan.

3. Penelitian ini memberikan rekomendasi pengendalian risiko tingkat *extreme* sesuai hierarki pengendalian risiko OHSAS 18001 dan standar pengendalian AS/NZS 4360 untuk menekan kemungkinan terjadinya risiko dari tingkat keparahan yang timbul. Penggunaan kedua metode baik FMEA dan HAZOP dinilai berhasil untuk mengidentifikasi, dan penilaian risiko pada penelitian ini. Sehingga kemudian analisa hasil risiko yang telah dilakukan penilaian akan diberikan usulan tindakan pengendalian sesuai tingkat risikonya. Hasil pengendalian risiko pada lembar kerja metode FMEA dan HAZOP kemudian dibahas sebagai usulan perbaikan manajemen K3 di PT.XYZ. Tindakan pengendalian pertama yang diusulkan yaitu rekayasa teknik. Tindakan rekayasa yang direkomendasikan digunakan untuk membuat dan menyediakan penunjang area kerja yang lebih aman sebanyak 11 tindakan, selanjutnya pendekatan tindakan eliminasi pada area kerja molding sebanyak 1 tindakan. Tindakan pengendalian administratif diperoleh berdasarkan peraturan perundang-undangan tentang penerapan K3 di Indonesia sebanyak 32 tindakan. Serta pendekatan terakhir dengan tindakan penggunaan APD sebanyak 20 tindakan. Tindakan pengendalian risiko

tersebut diharapkan meminimalisir penghematan biaya yang dikeluarkan untuk menangani terjadinya kecelakaan bagian produksi PT. XYZ.

## **5.2 Saran**

Saran yang diusulkan oleh peneliti dari hasil penelitian ini adalah dengan mulai memperbaiki dan menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Diharapkan PT. XYZ dapat melakukan perbaikan sistem K3 sesuai usulan perbaikan penelitian ini sebagai acuan peningkatan K3. Penerapan SMK3 dilakukan dengan menyusun kebijakan K3 sesuai dengan identifikasi risiko, penilaian, serta pengendalian risiko yang telah dilakukan.

Saran yang dapat direkomendasikan selanjutnya yaitu diharapkan perusahaan untuk memberikan pelatihan K3 kepada pekerja supaya lebih meningkatkan kesadaran akan potensi bahaya serta penanganannya di area kerja. Pengadaan Alat Pelindung Diri (APD) yang layak dan penyuluhan pentingnya pemakaian APD harus dilakukan untuk mengurangi tingkat risiko. Kemudian saran yang diberikan untuk pekerja PT. XYZ, diharapkan dapat mulai membangun budaya K3 khususnya penggunaan APD, serta mengikuti himbuan dan aturan yang diterapkan oleh perusahaan. Kemudian penelitian selanjutnya diharapkan dapat menindaklanjuti usulan perbaikan yang diberikan secara keseluruhan.

## DAFTAR PUSTAKA

- AS/NZS 4360, 3rd Edition *The Australian and New Zealand Standard in Risk Management*, Broadleaf Capital International Pty Ltd, NSW Australia
- Afnella, W., & Utami, T. N. (2021). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Metode HIRA (*Hazard Identification and Risk Assessment*) Di Pt. X. *PREPOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(2), 1104–1012. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v5i2.2187>
- Alamiyyah, M., Rahayu, A. F., Puspikawati, S. I., Airlangga, U., & Banyuwangi, K. (2022). *Gambaran Pelaksanaan Promosi K3 Sebagai Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran di Industri Pupuk Kimia X. 13*, 254–266.
- Alfaroz, T., & Andesta, D. (2023). *Analisis Bahaya Kerja Guna Pencegahan Kecelakaan Kerja di CV Lancar Jaya Menggunakan Metode HIRARC*. *VIII(1)*, 4317–4326.
- Almanasreh, E., Moles, R., & Chen, T. F. (2018). *Evaluation of methods used for estimating content validity*. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 15(2), 214–221. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2018.03.066>
- Anggraini, D. A. (2020). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja CV.Mitra Kreasi Utama Dengan Menggunakan Metode HAZOP (*Hazard and Operability Study*). *Jurnal Surya Teknika*, 6(1), 13–20. <https://doi.org/10.37859/jst.v6i1.1859>
- Angkasa, G. K., & Samanhudi, D. (2021). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP) di PT. Jawa Gas Indonesia. *Juminten*, 2(5), 50–61. <https://doi.org/10.33005/juminten.v2i5.260>
- Anwar, C., Tambunan, W., & Gunawan, S. (2019). Analisis Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Dengan Metode *Hazard and Operability Study* (Hazop). *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, 4(2), 61. <https://doi.org/10.33021/jmem.v4i2.825>
- Anshori, Y. (2012). Pendekatan *Triangular Fuzzy Number* dalam Metode *Analytic Hierarchy Process*. *Jurnal Ilmiah Foristek* Vol. 2, No. 1, Maret 2012. Universitas Tadulako: Sulawesi Tengah.
- Arifin, M., & Yuamita, F. (2023). *Analisis Tingkat Risiko Bahaya Kerja Menggunakan Metode Hazop (Hazard and Operability) Pada PT. Madubaru PG/PS Madukismo*. 2(2), 757–766.
- Arifin, S., & Wakhid, A. (2010). *Analisis Risiko Keselamatan Kerja Dengan Metode HIRARC Pada Proses Produksi Tahu di UKM Sumber Rezeki*. 81–90.
- Ariyani, R., Suarantalla, R., & Mashabai, I. (2021). Analisa Potensi Kecelakaan Kerja Pada Pt. Pln (Persero) Sumbawa Menggunakan Metode *Hazard and Operability Study* (Hazop). *Jurnal Industri & Teknologi Samawa*, 2(1), 11–21. <https://doi.org/10.36761/jitsa.v2i1.1019>

- Apriyanto, A. (2008). *Perbandingan Kelayakan Jalan Beton dan Aspal dengan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus Jalan Raya Demak-Godong)*.
- Ayre, C., & Scally, A. J. (2014). *Critical values for Lawshe's content validity ratio: Revisiting the original methods of calculation. Measurement and Evaluation in Counseling and Development, 47(1), 79–86.*  
<https://doi.org/10.1177/0748175613513808>
- Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum. (2006). *Perancangan Rambu-rambu di dalam Bangunan Gedung* (pp. 1–21). Badan Litbang PU.
- Bangun, E. S., & Saptadi, S. (2014). *Desain Pengembangan dan Rekomendasi Perbaikan Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Job Safety Analysis Pada Divisi Foundry PT. AUSTENITE FOUNDRY MEDAN*. 1–6.
- Boruthnaban, A. J., Handoko, F., & W, J. H. G. (2021). *Perbaikan Kinerja Identifikasi Potensi bahaya Untuk Mengurangi Risiko Kecelakaan Kerja dengan Pendekatan Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) di PT. XYZ. Jurnal Valtech, 4(2), 49–56.*
- Bastuti, S. (2021). *Identification Of Potential Hazards On Production Machines With HAZOPS and Fishbone Diagram in PT.* 17–25.  
<https://doi.org/10.24853/sintek.15.1.17-25>
- Budi, M Sri Prasetyo & Gusmarwani, S. R. (2021). *Hazard Operability Study (HAZOP): Salah Satu Metode Untuk Mengidentifikasi Bahaya Dalam Manajemen Risiko.* 6(2), 44–49.
- Carlson, Carl. 2012. *Effective FMEAs : Achieving safe, reliable, and economical products and processes using failure mode and effect analysis.* Canada: United States of America
- Candrianto. (2020). *Pengenalan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (1). Literasi Nusantara*
- Crawley, F., & Tyler, B. (2015). *HAZOP : Guide to Best Practice: Guidelines to Best Practice for the Process and Chemical Industries. In Elsevier (3rd ed.). Elsevier*
- Dede, & Winarno. (2021). *Mengukur Potensi Bahaya dan Resiko Kecelakaan Kerja dengan Metode Hazard and Operability Study pada Aktivitas Maintenance. Jurnal Sistem Teknik Industri, 23(2), 121–131.*  
<https://doi.org/10.32734/jsti.v23i2.6202>
- Departemen Tenaga Kerja RI. (1970). *Undang-undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.* Jakarta : Depnaker RI.
- Departemen Tenaga Kerja RI. (1996). *Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. Per05/MEN/1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.* Jakarta : Depnaker RI.
- Erviano, Randy. (2020). *858-2814-1-Pb. Analisis Risiko Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Pada PG., 2(2622–1004), 11–21.*
- Fajri, A., Nurdin, R., & S, P. N. (2022). *Analisis Hazard Identification Risk*

- Assessment and Risk Control ( HIRARC ) di Industri Pengecoran Logam. VII*, 131–146.
- Fajrianti, G., Shaluhayah, Z., & Lestantyo, D. (2017). Pengendalian Heat Stress Pada Tenaga Kerja di Bagian Furnace PT. X Pangkalpinang Bangka Belitung. *Jurnal Promosi Kesehatan Indonesia*, 12, 150–162.
- Fakhriansyah, M., Fathimahhayati, L. D., & Gunawan, S. (2022). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) dan Job Safety Analysis (JSA) (Studi Kasus: Arjuna Interior). *Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 295–305.
- Farid, M., & Claudia Anggraini, W. (2021). Analisis Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode *Hazard and Operability Study* (Studi Kasus. Pt Igaras). *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 3(1), 223–227. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v3i1.218>
- Faisol, A., Muslim, M. A., Suyono, H. (2014). Komparasi *Fuzzy* AHP dengan AHP pada Sistem Pendukung Keputusan Investasi Properti. *Jurnal EECCIS* 8(2), pp. 123-128.
- Hadiyanti, R., & Setiawardani, M. (2018). Pengaruh Pelaksanaan Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan. *Jurnal Riset Bisnis Dan Investasi*, 3(3), 12. <https://doi.org/10.35697/jrbi.v3i3.941>
- Hassan, A., Purnomo, M.R.A., dan Anugerah, A.A. (2019). *Fuzzy-Analytical-Hierarchy Process in Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to Identify Process Failure in the Warehouse of a Cement Industry. Journal of Engineering, Design and Technology*, 18(2), 378-388. Doi: <https://doi.org/10.1108/JEDT-05-2019-0131>
- Haslindah, A., Idrus, I., Pongsimpin, Y., & Budicalista, R. (2019). Analisis Risiko Bahaya Produksi Berdasarkan Faktor Lingkungan Kerja Menggunakan Metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP). *Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Makassar*, 14, 33–36.
- Hyatt, N. (2003). *Guidelines for Process Hazards Analysis (PHA, HAZOP), Hazards Identification, and Risk Analysis*: CRC Press
- Imran, R. A., Industri, J. T., Teknik, F., & Soedirman, U. J. (2020). Identifikasi Hazard Pada Proses Produksi Billet Pada Area Tungku Peleburan Dengan Metode HIRARC (Studi Kasus: PT. XYZ). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 8(3), 153–160.
- International Labour Organization. (2013). Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Tempat Kerja Sarana untuk Produktivitas. In *International Labour Office* (5th ed., pp. 1–102). ILO. <https://doi.org/10.4337/9781849807692.00014>
- Jafar, Abu Bakar Ibnu, & Sukirno, Amar. (2019). Penerapan K3 Dalam Lingkungan Kerja Dengan Metode *Failure Modes And Effect Analysis* (FMEA). *IndustriKrisna*, 14(1)
- Kardina, W. I., Abidin, A. U., & Nurmiyanto, A. (1859). Manajemen Risiko



Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Rumah Sakit Jiwa Grhasia di Yogyakarta.

- Kementrian Tenaga Kerja. (1993). Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor Per.05/Men/1993 Tentang Petunjuk Teknis Pendaftaran Kepesertaan, Pembayaran Iuran, Pembayaran Santunan, dan Pelayanan Jaminan Sosial Tenaga Kerja (pp. 1–28). Menteri Tenaga Kerja. <https://ppid.sumbarprov.go.id/home/details/5257-peraturan-menteri-tenaga-kerja-r-i-nomor-per-04-men-1993-tentang-jaminan-kecelakaan-kerja.html>
- Kementrian Tenaga Kerja. (2008). Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Nomor Per.15/Men/VIII/2008 Tentang Pertolongan Pertama pada Kecelakaan di Tempat Kerja (pp. 1–9). Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi. [https://jdih.kemnaker.go.id/data\\_puu/PER\\_15\\_08.pdf](https://jdih.kemnaker.go.id/data_puu/PER_15_08.pdf)
- Korneilis & Gunawan, W. (2018). Manfaat Penerapan Sistem Manajemen K3 Dalam Upaya Pencapaian *Zero Accident* di Suatu Perusahaan. *Jurnal Sistem Informasi dan Informatika (SIMIKA)*, 1(1)
- Kurnianto, M. F., & Azizah, A. F. N. (2022). Usulan Perbaikan Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (Fmea) Dan Fishbone Diagram. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(1), 18–23.
- Kusuma, T. Y. T., & Musthofa, M. F. (2019). Manajemen Risiko Kegagalan Pada *Electric Celebes Bed* Berdasarkan ISO 14971. *Jurnal Inovasi Dan Pengelolaan Laboratorium, 14971*, 31–39.
- Lawshe, C. H. (1975). *A quantitative approach to content validity*. *Personnel psychology*, 28(4), 563- 575
- Lensun, T. G. B., Ingkiriwang, R. L., & Tjakra, J. (2022). *Analisis Risiko Keselamatan Kesehatan Kerja Dan Lingkungan (K3L) Dengan Metode HIRADC Pada Proyek Pembangunan Jembatan Dan Oprit Boulevard II*. 20(2008), 957–970.
- Mangkunegara, Anwar Prabu. (2009). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Bandung, Remaja Rosdakarya.
- Mariawati, A., Herlina, L., & Umyati, A. (2021). *Analysis of Potential Risk Hazard with The HIRA and HAZOP Approach (Case Study: Laboratory of Engineering Faculty, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)*. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 6(10).
- Mindhayani, I. (2020). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dengan Metode HAZOP dan Pendekatan Ergonomi (Studi Kasus: UD Barokah Bantul). *Jurnal SIMETRIS*, 11(1), 31–38.
- Melanson., Nadeau, S. (2019). “*Resilience Engineering for Sustainable Prevention in the Manufacturing Sector: A Comparative Study of Two Methods of Risk Analysis*,” *American Journal of Industrial and Business Management*, vol. 09, no. 01, pp. 267–281, doi: 10.4236/ajibm.2019.91017

- Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia. (2012). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2002). Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri (pp. 1–22). Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi. (1980). Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Per.04/Men/1980 Tentang Syarat-syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan. Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi.
- Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi. (2010). Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Per.08/Men/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri (pp. 1–69). Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi.
- Mochamad, S. (2020). Analisa Risiko K3 Pada Operator Rolling Mill Dengan Pendekatan *Hazard and Operability Study* (HAZOP) (study kasus di PT. XYZ). *JISO : Journal of Industrial and Systems Optimization*, 3(2), 63–70. <https://doi.org/10.51804/jiso.v3i2.63-70>
- Murdiyono. (2016). Hazard Identification, Assessment and Risk Control in the Welding Workshop Vocational High School. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin Volume 4, Nomor 1*, 47–54.
- Nasrulloh, M. M., Budiharti, N., & Galuh, H. (2022). *Upaya Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Job Safety Analysis Pada Pekerjaan PT . Sumber Alam Raya*. 5(1), 79–86.
- Ngatawi dan Setyaningsih, I. (2011). Analisis Pemilihan Supplier Menggunakan Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 10(1), 1412-6869.
- Ningsih, & Hati, S. W. (2019). Analisa Resiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Menggunakan Metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP) pada Bagian *Hydrotest Manual* di PT. Cladtek BI *Mental Manufacturing. Journal of Business Administration: Vol 3, No 1, Maret 2019*
- Nilamsari, N., (2016). *Manajemen Risiko K3*. Surabaya: Airlangga University Press
- Nugroho, S. (2018). Analisa dan Upaya Pengendalian Kecelakaan pada Bagian Produksi Kaleng PT. XY Sidoarjo dengan Pendekatan Hazop. *Repository Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya*, 1(1), 1–15.
- Nugroho, S. A., Suliantoro, H., & Utami, N. (2018). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Pembangunan Dengan Menggunakan FMEA Dan FTA (Studi Kasus: Hotel Sronдол Mixed Used Kota Semarang). *Industrial Engineering Online Journal*, 7(2), 1–11.
- Nur, M. (2019). Usulan Perbaikan Sistem Manajemen Keselamatan dan

- Kesehatan Kerja (SMK3) Sebagai Upaya Meminimalisir Angka Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode HAZOP (Studi Kasus : PT. XYZ). *SPECTA Journal of Technology*, 3(3), 1–10. <https://doi.org/10.35718/specta.v3i3.152>
- Nur, M. (2020). Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (HAZOP) Di PT. XYZ. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 4(2), 133. <https://doi.org/10.24014/jti.v4i2.6627>
- Occupational Safety and Health Administration. (2004). *Personal Protective Equipment*. In U.S. Department of Labor. U.S. Department of Labor. <https://doi.org/10.5923/j.safety.20160501.02>
- OHSAS 18001. (2007). *Occupational Health and Safety Management Systems*. In *British Standard Institution* (p. 28). British Standard Institution. <https://doi.org/10.3320/1.2759320>
- Paramitha, C. C. P., & Wijayanto, A. (2012). Pengaruh Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Prestasi Kerja Karyawan Pada PT. PLN (Persero) APJ Semarang. *Jurnal Administrasi Bisnis*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.14710/jab.v1i1.4313>
- Pasaribu, H. P. (2017) Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (Fmea) Dan *Fault Tree Analysis* (Fta) Untuk Mengidentifikasi Potensi Dan Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Proyek Gedung. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Pujiono, B. N., Tama, I. P., & Efranto, R. Y. (2013). Analisis Potensi Bahaya Serta Rekomendasi Perbaikan Dengan Metode *Hazard And Operability Study* (HAZOP) Melalui Perangkingan OHS *Risk Assesment And Control*. *Teknik Industri*, 1(August 2013), 253–264.
- Putri, S. R., & Widjajati, E. P. (2021). Departemen Perawatan Mesin Potong Pt . Xyz Dengan Metode *Hazard and Operability Study* ( Hazop ). *Juminten : Jurnal Manajemen Industri Dan Teknologi Vol.*, 02(02), 156–167.
- Ponda, H., & Fatma, N. F. (2019). Identifikasi Bahaya, Penilaian dan Pengendalian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Departemen Foundry PT. Sicamindo. *Heuristic 16.2*.
- Rafi, N. M. F., & Kusnadi. (2022). Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Pada Area Produksi Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assesment and Risk Control (HIRARC) di PT Fahifa Prima Mandiri. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. 8(3). <https://doi.org/10.5281/zenodo.6320480>
- Rama, H. F. S., & Adwitya Bhaskara. (2022). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Pembangunan Dengan Metode FMEA DAN HAZOP (Studi Kasus: Proyek Rehabilitasi Bangunan Pasar Johar Selatan, Semarang). 5(1), 110–115.
- Ramadhan, F. (2017). *Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control ( HIRARC )*. November.

- Ramli, Soehatman. (2010). Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja OHSAS 18001. Jakarta: Dian Rakyat.
- Ramli, Soehatman. (2011). Pedoman Praktis Manajemen Risiko dalam Perspektif K3 OHS Risk Management. Jakarta: Dian Rakyat.
- Restuputri, D. P., & Sulaksmi, A. (2016). *Identifikasi dan Pengendalian Risiko di Bagian Produksi 1 Dalam Upaya Pencapaian Zero Accident Menggunakan Metode Hazard Identification and Risk Assesment (HIRA)*. 24–31.
- Retnowati, D. (2017). Analisa Risiko K3 Dengan Pendekatan Hazard and Operability Study (HAZOP). *Engineering and Sains Journal*, 1, 41–46.
- Rizal, M., Jufriyanto, M., & Rizqi, A. W. (2022). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode *Failure Mode And Effect Analysis ( FMEA )* ( Studi Kasus : Pekerja Project Economizer , Tangki Scrubber dan Draiyer. 20(1), 156–165.
- Rijanto, Boedi. (2011). Pencegahan Kecelakaan di Industri. Jakarta: Mitra Wacana Media
- Saaty. (2008). *Decision Making with Analytical Hierarchy Process*. *International journal Service Science*, 1(1), 83-98. doi:<https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>.
- Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York: McGraw-Hill. (Dasar Tabel AHP)
- Saaty, T. L., dan Vargas, L. G. (2001). *Models, Methods, Concepts and Applications of The Analytic Hierarchy Process*. New York: Springer Science and Business Media.
- Saaty, T. L. (1998). *The Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh: University of Pittsburgh. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-83555-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-642-83555-1_5).
- Saaty, T. L. (1993). Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin. Pustaka Binaman Pressindo: Jakarta.
- Sabrina, Maharani Ratri Windy & Widharto, Yusuf. (2020). Analisis Potensi Bahaya Dengan Metode *Hazard and Operability Study* Melalui Perangkaan *Risk Assessment* Studi Kasus: Divisi Spinning Unit 4 Ring Yarn PT APAC INTI CORPORA. Departemen Teknik Industri Universitas Diponegoro: Semarang.
- Sahin, B., Yazir, D., Soylu, A., dan Yip, T. L. (2021). *Improved fuzzy AHP based game-theoretic moder for shipyard selection*. *Ocean Engineering*, 233, 109060. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.109060>
- Salsabila, N. N., Dihartawan, & Saputra, N. (2020). *Analisis Hazard Identification, Risk Assesment and Risk Control (Hirarc) Pada Pekerja Informal Pabrik Dimsum Pertok Pondok Ranji Tahun 2020*. 169–179.
- Santoso, D. O., Kurniawan, M. D., & Hidayat. (2022). *Analisa Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode HIRARC di PT . INHUTANI 1 UMI GRESIK*. 6(1), 12–20. <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v6i1.1580>

- Santoso, I. D., & Lukmandono. (2021). Minimalisasi Risiko Kecelakaan Kerja dengan Menggunakan Pendekatan HIRA dan HAZOP. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan IX*, 22–28.
- Santoso, Agung., Rahmawati, Rita., Sudarno. (2016). Aplikasi *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* Untuk Menentukan Prioritas Pelanggan Berkunjung ke Galeri (Studi Kasus di Secondhand Semarang). *Jurnal Gaussian*, 5(2), 239–248
- Savitri, E. D. Y., Lestariningsih, S., & Mindhayani, I. (2021). Analisis Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Dengan Metode *Hazard And Operability Study* (HAZOP) (Studi Kasus : CV. Bina Karya Utama). *Jurnal Rekayasa Industri (Jri)*, 3(1), 51–61. <https://doi.org/10.37631/jri.v3i1.291>
- Siahaan, J., & Supriyadi, E. (2021). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis (Fmea)* Pada Ruang Produksi Di Pt X. 10(02), 72–80.
- Sholihah, Q., & Kuncoro, W. (2013). Keselamatan kesehatan kerja : konsep, perkembangan , & implementasi budaya keselamatan (E. A. Mardela (ed.)). EGC.
- Shega, Hanien Nia., Rahmawati, Rita., Yasin, Hasbi. (2012). Penentuan Faktor Prioritas Mahasiswa Dalam Memilih Telepon Seluler Merk Blackberry Dengan Fuzzy AHP. *Jurnal Gaussian*, 1(1), 73-82
- Sjahli, C. M. D., & Susanto, N. (2020). *Pengendalian Bahaya Pada Divisi Produksi Bagian Sewing PT Daiwabo Garment Indonesia Dengan Metode Semi Kuantitatif W.T. FINE.*
- Smarandana, G., Momon, A., & Arifin, J. (2021). *Penilaian Risiko K3 Pada Proses Pabrikasi Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC).* 7(1), 56–62.
- Soberi, M. & Ahmad, R., (2016). *Application of fuzzy AHP for setup reduction in manufacturing industry. Journal of Engineering Journal of Engineering ,* Volume 8, pp. 73-84.
- Suhardi, B., Laksono, P. W., Ayu, V. E. A., Mohd.Rohani, J., & Ching, T. S. (2018). *Analysis of the potential Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) and Hazard Operability Study (HAZOP): Case study. International Journal of Engineering and Technology(UAE),* 7(3), 1–7. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.24.17290>
- Suma'mur. (2009). *Hiegiene Perusahaan dan Keselamatan Kerja.* Jakarta: CV. Sagung Seto.
- Suryana, I. (2010). Penerapan *Fuuzy FMEA, MAFMA dan FuzzyAHP* pada Perbaikan Proses Produksi Ban Rdial di PT Bridgestone Tire Indonesia. Modul Universitas Trisaksti. Jakarta.
- Tanisri, R. H. A., Kharisno, & Siregar, D. (2022). Pengendalian Bahaya dan Risiko K3 Menggunakan Metode HIRADC dan FTA Pada Industri Kerupuk. *Journal of Industrial and Engineering System (JIES)*, 3(2), 34–45.

- Tarwaka. (2008). Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Surakarta: Harapan Press.
- Taslim R, O. W. (2021). Analisa Resiko Kecelakaan Kerja Karyawan Menggunakan Metode *Hazard and Operability* (HAZOP). *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi Dan Industri, November*, 231–238.
- Tasliman Ahmad. (1993). Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
- UNSW Health and safety. (2008). *Risk Management Program* Canberra, University Of New South Wales
- Wahyuni, S dan Sri H. (2012). Sistem Pendukung Keputusan Model *Fuzzy AHP* dalam Pemilihan Kualitas Perdagangan Batu Mulia. *Jurnal IJCCS* 6(1), pp. 43-54
- Wang, Y. M, Chin. K.S, Poon G.K.K, & Yang J.B. (2009). *Risk Evaluation in Failure Mode and Effects Analysis Using Fuzzyweighted Geometric Mean. Expert Systems with Applications* 36 1995-1207, *Science Direct*.
- Widiastuti, R., Prasetyo, P. E., & Erwinda, M. (2019). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko untuk Mengendalikan Risiko Bahaya di UPT Laboratorium Terpadu Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa. *Industrial Engineering Journal of the University of Sarjanawiyata Tamansiswa*, 3(2), 51-63
- Wignjosoebroto, S. (2000). Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu Teknik Analisis Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja. Jakarta: PT. Gunawidya.
- Yang, Z., Bonsall, S., dan Wang, J. (2008). *Fuzzy Rule- Based Bayesian Reasoning Approach for Prioritization of Failures in FMEA*. *IEEE Transaction on Realibility*. 3(5):517-528.
- Yoni, F. S., & Hz, H. (2021). *Analisis Faktor Risiko Ergonomi Pada Pekerja Dibagian Panen Kelapa Sawit di PT Gading Cempaka Graha Kabupaten Oki Tahun 2019*. 13(2), 72–77.
- Yuliyono, F. A., & Nuruddin, M. (2022). *Identifikasi Risiko Kecelakaan Kerja Pada Bengkel Las Menggunakan Pendekatan Job Safety Analysis*. 10(1), 11–22.