

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil penelitian/Perancangan terdahulu

Penelitian sebelumnya telah mengumpulkan variabel dan metode untuk menganalisis data penelitian sebelumnya dan mengetahui hasilnya.

2.1.1 Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode *Hazard and Operability Study* (Hazop) pada Proyek Pembangunan Jembatan Asa'an Pagimana

Subjek penelitian adalah pekerja proyek di lapangan yang berinteraksi langsung dengan sistem keselamatan dan kesehatan kerja melalui analisis metode HAZOP. Proyek pembangunan jembatan Asa'an pagimana menjadi subjek penelitian ini. Menurut penelitian, risiko tinggi dan medium memiliki persentase yang sama sebesar 28%, sedangkan risiko rendah adalah sebesar 44%. Risiko kecelakaan kerja dengan biaya antara 40 juta hingga 50 juta adalah sebesar 28% dari anggaran proyek, dan risiko rendah dengan biaya lebih dari 10 juta adalah sebesar 44% dari anggaran proyek. Hasil penelitian ini menyarankan untuk memprioritaskan signifikansi risiko tinggi dan medium, dengan nilai signifikansi 5–8 untuk risiko medium dan 10 untuk risiko tinggi. Para pemangku kepentingan dapat mempercepat persiapan alat pelindung diri sesuai kebutuhan untuk mengurangi biaya yang dikeluarkan akibat kececalan kerja. Rekomendasi penanganan dan pencegahan terdiri dari pengawasan pelaksanaan aktifitas pekerjaan, pelatihan program K3, investigasi dan upaya pencegahan akibat kerja (PAK), penemuan dan penilaian potensi bahaya dan risiko kerja, inspeksi rutin keselamatan dan kesehatan kerja, penanganan ijin kerja aman karyawan, prosedur alat pelindung diri, dan rambu-rambu K3. Berikut adalah daftar bahaya yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.1 Identifikasi Bahaya Pembangunan Jembatan

KODE IDENTIFIKASI	VARIABEL POTENSI KECELAKAAN	RISIKO TERJADI KECELAKAAN
A. Pekerjaan Awal		
A1	Tertusuk duri dan pecahan kaca/besi	Luka pada bagian kaki
A2	Tertimpa pohon	Geger otak
A3	Terkena manuver sensor	Kehilangan anggota tubuh
A4	Terpeleset	Keseleo
A5	Terpapar hujan deras	Sakit kepala/ deman
A6	Terpapar sinar matahari	Sakit kepala/ deman
A7	Kebisingan	Telinga terganggu
B. Pekerjaan Konstruksi		
B1	Terpapar sinar matahari	Sakit kepala/ deman
B2	Terpapar hujan deras	Sakit kepala/ deman
B3	Hidung terkena debu (semen)	Gangguan pernafasan
B4	Mata terkena debu(semen)	Iritasi mata
B5	Terpeleset	Keseleo
B6	Paku terinjak	Luka pada bagian kaki
B7	Terkena martil/palu	Luka pada bagian tangan

Sumber : (Lahay dkk., 2022)

Lanjutan Tabel 2.1 Identifikasi Bahaya Pembangunan Jembatan

B8	Terkena gergaji	Luka pada bagian tangan
B9	Tangan terkena campuran material	Iritasi kulit
B10	kaki terkena campuran material	Iritasi kulit
C. Pekerjaan Akhir		
C1	Paku terinjak	Luka pada bagian kaki

Sumber: (Lahay dkk., 2022)

2.1.2 Analisis Risiko keselamatan dan kesehatan kerja pada proyek Pasar Pelita Sukabumi menggunakan metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP)

Data kualitatif digunakan dalam penelitian ini. Setelah memaparkan berbagai jenis data dan dibandingkan dengan situasi di lapangan, penelitian ini mencoba memecahkan masalah. Metode analisis Hazard and Operability Study (HAZOP) digunakan untuk menemukan potensi bahaya pada proyek konstruksi. HAZOP melakukan ini dengan mencari faktor penyebab (cause) yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja, mengidentifikasi konsekuensi yang merugikan dari penyimpangan tersebut, dan memberikan saran untuk mencegah dan mengurangi kecelakaan kerja. Lokasi penelitian ini di proyek pembangunan pasar pelita Sukabumi, penelitian ini menemukan 43 potensi bahaya. Ada 6 temuan bahaya dengan tingkat risiko ekstrim, seperti sling tower runtuh, pekerja tertimpa material yang jatuh, dan pekerja terjatuh dari ketinggian, sedangkan 13 temuan bahaya dengan tingkat resiko tinggi, seperti material dan alat jatuh, bekisting roboh, pekerja menginjak material yang tajam, seperti paku, tertabrak alat excavator, dan alat berat bengkok. Eliminasi, Substitusi, Kontrol Teknik, Administrasi, dan Alat Pelindung Diri (APD) adalah beberapa metode pengendalian risiko yang digunakan. Berikut adalah daftar bahaya yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.2 Identifikasi Bahaya Pembangunan Pasar

PEKERJAAN YANG BERISIKO	URAIAN TEMUAN HAZARD	RISIKO
Pekerjaan Persiapan		
1. <i>Mobilisasi</i>	Alat berat menyenggol masyarakat disekitaran proyek	Warga terluka mengalami luka memar/ luka berat
	Alat berat terguling	Masyarakat dan pekerja terluka tertimpa alat berat
	Material terjatuh	Pekerja dan masyarakat terluka tertimpa material jatuh
	<i>Sling Tower Crane</i> (TC) putus	Pekerja dan masyarakat mengalami luka berat tertimpa material yang diangkat oleh TC terjatuh
Pekerjaan Tanah		
2. Galian Tanah	Tertabrak alat <i>excavator</i>	Pekerja terluka tertabrak <i>excavator</i>
	Tanah longsor/ runtuhnya dinding s amping	Pekerja terluka tertimbun tanah longsor

Sumber: (Muhammad, 2020a)

Lanjutan Tabel 2.2 Identifikasi Bahaya Pembangunan Pasar

2. Galian Tanah	Kendaraan jatuh ke lubang galian	Kendaraan rusak serta supirnya terluka
	<i>Excavator</i> mengenai kabel bawah tanah pada saat penggalian	Pekerja terluka tersengat listrik
Pekerjaan Sub Struktur & Struktur Atas		
3. <i>Pile Cap</i>	Terjepit besi	Pekerja mengalami luka dan memar
	Besi jatuh	Pekerja terluka akibat tertimpa besi
	Terluka akibat kawat dan besi	Pekerja terluka akibat tergores dan tertusuk
4. <i>Tie Beam</i>	Terjepit besi	Pekerja mengalami memar
	Terluka akibat kawat dan besi	Pekerja terluka akibat tergores dan tertusuk
	Tangan pekerja terpukul palu	Tangan pekerja mengalami memar
5. <i>Floor</i>	Pekerja tersandung dikarenakan kondisi lantai yang tidak aman	Pekerja memar dan terluka terjatuh
	Bekisting roboh	Pekerja terluka tertimpa bekisting
	Pekerja menginjak material yang tajam	Kaki pekerja terluka tertusuk paku/besi
	Mata pekerja terkena cipratan beton cair	Mata pekerja mengalami iritasi
	Pekerja terpeleset	Pekerja terjatuh dan terbentur
6. <i>Retaining Wall</i>	Tanah longsor	Pekerja tertimbun tanah
	Terluka akibat kawat dan besi	Pekerja terluka akibat tergores dan tertusuk
	Bekisting roboh	Pekerja terluka tertimpa bekisting yang roboh
	Terpeleset kedalam galian	Pekerja memar dan terluka terjatuh dan terbentur
	Pekerja terjatuh dari ketinggian	Pekerja mengalami luka serius bahkan menyebabkan kematian
	Bekisting roboh	Pekerja yang berada dilantai bawah tertimpa besi/bekisting
	Material dan alat jatuh	Pekerja terluka tertimpa material dan alat
	Terluka akibat kawat dan besi	Pekerja terluka akibat tergores dan tertusuk
	Mata pekerja terkena cipratan beton cair	Mata pekerja mengalami iritasi
	Tangan pekerja terjepit besi	Pekerja mengalami memar
8. <i>Stair</i>	Scaffolding jatuh	pekerja tertimpa scaffolding
	Bekisting roboh' tergores kawat dan besi	Pekerja terluka tertimpa bekisting

Sumber: (Muhammad, 2020a)

Lanjutan Tabel 2.2 Identifikasi Bahaya Pembangunan Pasar

	Tergores kawat dan besi	Pekerja terluka akibat tergores dan tertusuk
	Cetakan beton roboh	Pekerja terluka tertimpa cetakan beton yang roboh
	Mata pekerja terkena cipratan beton cair	Mata pekerja mengalami iritasi
9. <i>Ground Water Tank</i>	Tanah longsor	Pekerja tertimbun tanah
	Bekisting roboh	Pekerja terluka tertimpa dinding bekisting
	Tergores kawat dan besi	Pekerja terluka akibat tergores dan tertusuk
	Terpeleset	Pekerja terjatuh kedalam lubang galian dan terbentung
10. <i>Beam</i>	Pekerja terjatuh dari ketinggian	Pekerja mengalami luka serius bahkan menyebabkan kematian
	Besi / bekisting jatuh	Pekerja yang berada dilantai bawah tertimpa besi/bekisting
	Terluka akibat kawat dan besi	Pekerja terluka akibat tergores dan tertusuk
	Material dan alat jatuh	Pekerja terluka tertimpa material dan alat

Sumber: (Muhammad, 2020a)

2.1.3 Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Bowtie pada Proyek The Grandstand Surabaya

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian survey deskriptif dengan menggunakan analisis metode *Bowtie*. Subjek penelitian adalah para pekerja proyek di lapangan yang melakukan interaksi langsung dengan memperhatikan sistem keselamatan dan kesehatan kerja. Penelitian ini dilakukan di proyek *the grandstand* Surabaya, dan diperoleh hasil bahwa penyebab dari risiko tersebut yaitu pekerja ceroboh atau tidak fokus, dampak dari risiko tersebut adalah alat berat (*excavator*) terperosok ke lubang dan pekerja terjatuh dari ketinggian yang bisa dimitigasi dengan dilakukannya pemakaian APD dan *fall arrest system* yang benar dan melakukan kampanye pemakaian APD oleh pihak K3 untuk mencegah risiko kecelakaan kerja. Berikut merupakan identifikasi dari bahaya yang digunakan dari penelitian ini.

Tabel 2.3 Identifikasi Bahaya Pembangunan *The Grandstand* Surabaya

NO.	ITEM PEKERJAAN	HAZARD	RISIKO
1	Pekerjaan Persiapan	Penggunaan alat berat pada saat pembersihan lahan (dozer, <i>dumptruck</i> , <i>excavator</i>)	Pekerja tertabrak alat berat
		Penggunaan alat berat pada saat pembersihan lahan (dozer, <i>dumptruck</i> , <i>excavator</i>)	Alat berat kehilangan kendali dan menabrak material
			Pekerja tertimpa material

Sumber: (Bramantio & Rachmawatio, 2021)

Lanjutan Tabel 2.3 Identifikasi Bahaya Pembangunan *The Grandstand* Surabaya

1	Pekerjaan Persiapan	Lokasi pembersihan lahan yang tidak steril/ tidak bersih pemasangan pagar proyek	Pekerja tergores material benda tajam
			Pekerja tertimpa material yang roboh/ ambruk
			Pekerja tertimbun tanah
2	Pekerjaan galian dan urugan	Kondisi taruh yang tidak stabil	Pekerja terperosok/ jatuh
		Kondisi tanah becek	Alat berat terjatuh
			Pekerja terperosok
		Penggunaan alat berat pada saat pekerjaan galian dan urugan (<i>excavator, compactor, dump truck</i>)	Alat berat terjatuh
			Pekerja tertabrak alat berat
			Alat berat menabrak peralatan / material lainnya dilokasi
		Lubang galian tergenang air	Pekerja terkena penyakit DBD
Lubang galian terbuka tidak aman	Pekerja terjatuh		
3	Pemancangan	Peralatan yang menggunakan sumber listrik (<i>genset</i>)	Pekerja tersengat listrik akibat terjadinya konsleting listrik
			Terjadinya kebakaran akibat terjadinya konsleting listrik
		Penggunaan alat berat pada saat pemancangan (<i>pile drive</i>)	Kehilangan kendali dari alat berat
			<i>Sling</i> putus
		Pengangkatan tiang pancang menggunakan <i>tower crane</i>	<i>Tower crane collapse</i>
			<i>Boom/ jib</i> patah
		Lokasi pemancangan yang tidak steril/ tidak bersih	Pekerja tertusuk material tajam berserakan
			Pekerja tergores material tajam berserakan
			Pekerja tertusuk
		Bobok pancang menggunakan peralatan tajam (<i>manual</i>)	Pekerja tergores
			Pekerja terpotong
		Kondisi tanah yang tidak stabil (rawan longsor)	Pekerja tertimbun tanah longsor
			Pekerja terperosok/ terjatuh
Alat berat terperosok atau terjatuh			
4	Pekerja bekisting	Pengerjaan bekisting pada ketinggian	Alat berat terguling
			Pekerja terjatuh dari ketinggian
		Pemasangan bekisting menggunakan peralatan tajam (<i>manual</i>)	Pekerja tertimpa material/ peralatan yang jatuh dari ketinggian
			Pekerja tertusuk
			Pekerja tergores
	Pekerja terpotong		

Sumber: (Bramantio & Rachmawatio, 2021)

Lanjutan Tabel 2.3 Identifikasi Bahaya Pembangunan *The Grandstand* Surabaya

4	Pekerja bekisting	Pemasangan bekisting yang tidak kokoh	Pekerja tertimpa bekisting yang ambruk/ roboh
			Pekerja terjepit bekisting
5	Pekerjaan pembesian	Penggunaan peralatan tajam pada saat pembesian (<i>bar bender, bar cutter, kawat bendrat</i>)	Pekerja tertusuk
			Pekerja tergores
			Pekerja terpotong
		Peralatan yang menggunakan sumber listrik (genset)	Pekerja tersengat listrik akibat terjadinya konsleting listrik
			Terjadinya kebakaran akibat terjadinya konsleting listrik
Lokasi pembesian yang tidak steril/ tidak bersih	Pekerja tertusuk material tajam berserakan		
Pembesian pada ketinggian	Pekerja terjatuh dari ketinggian		
	Pekerja tertimpa material/ peralatan yang jatuh dari ketinggian		
6	Pekerjaan Pengecoran	Penggunaan alat berat pada saat pengecoran (<i>concrete mixer, concrete pump truck</i>)	Pekerja tertabrak alat berat
			Alat berat menabrak peralatan / material lainnya dilokasi
			Pekerja tertimpa material
		Pengecoran di ketinggian	Pekerja tersemprot beton
			Pekerja jatuh dari ketinggian
			Pekerja tertimpa material/ peralatan yang jatuh dari ketinggian
		Penggunaan <i>concrete vibrator</i> untuk memadatkan beton	Pekerja terjepit beton
			Pekerja terkena cipratan beton
Peralatan yang menggunakan sumber listrik (genset)	Pekerja tersemprot beton		
	Pekerja tersengat listrik akibat terjadinya konsleting listrik		
Lokasi pengecoran yang tidak steril/ tidak bersih	Terjadinya kebakaran akibat terjadinya konsleting listrik		
	Pekerja tertusuk material tajam berserakan		
7	Pekerjaan atap	Penggunaan <i>tower crane</i> dan <i>chaiblock</i> untuk mengangkat material	<i>Sling</i> putus
			<i>Tower crane collapse</i>
			<i>Boom / jib</i> patah
		Pemasangan atap pada ketinggian	Pekerja terjatuh dari ketinggian
			Pekerja tertimpa material/ peralatan yang jatuh dari ketinggian

Sumber: (Bramantio & Rachmawatio, 2021)

Lanjutan Tabel 2.3 Identifikasi Bahaya Pembangunan *The Grandstand* Surabaya

7	Pekerjaan atap	Pengelasan	Pekerja terpapar pancaran sinar dan percikan api las
			Pekerja menghirup gas
		Pengeboran	Kebisingan di area pekerjaan
		Peralatan yang menggunakan sumber listrik (genset)	Pekerja tersengat listrik akibat terjadinya konsleting listrik
			Terjadinya kebakaran akibat terjadinya konsleting listrik

Sumber: (Bramantio & Rachmawatio, 2021)

2.1.4 Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Pembangunan Gedung Kampus II UINSA Surabaya

Penelitian survey deskriptif dilakukan dengan analisis metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Subjek penelitian adalah pekerja proyek di lapangan yang berinteraksi secara langsung dengan sistem keselamatan dan kesehatan kerja. Studi ini dilakukan dalam proyek pembangunan gedung kampus 2 UINSA Surabaya, dan menemukan bahwa penyebab risiko adalah pekerja yang ceroboh atau tidak fokus, yang berdampak pada alat berat, seperti excavator, terperosok ke lubang, dan pekerja jatuh dari ketinggian. Untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja, pihak K3 harus melakukan kampanye pemakaian APD dan sistem penghentian jatuh yang benar.

- (a) Dalam kecelakaan pekerja yang tertabrak alat berat, analisis *Fault Tree* menemukan tiga belas penyebab dasar (*basic event*), dan analisis *Minimal Cut Set* menemukan delapan kombinasi penyebab dasar (*basic event*).
- (b) *Fault Tree Analysis* menemukan 17 penyebab dasar (*basic event*), dan Analisa *Minimal Cut Set* menemukan 9 kombinasi penyebab dasar (*basic event*).

Berikut merupakan identifikasi dari bahaya yang digunakan dari penelitian ini.

Tabel 2.4 Identifikasi Bahaya Pembangunan Gedung Kampus

KODE	RISIKO
Pembersihan Lahan	
1a	Pekerja tertabrak alat berat
1b	Pekerja tertimpa material
1c	Pekerja tertusuk material tajam berserakan
1d	Pekerja tergores material tajam berserakan
Pemasangan pagar proyek, direksi keet dan gudang	
2a	Pekerja tertimpa material yang roboh/ ambruk
Kondisi lantai kerja galian dan urugan	
3a	Pekerja terperosok/ terjatuh
Proses penggalian tanah	
4a	Pekerja/ kendaraan terjatuh ke lubang galian
4b	<i>Excavator</i> menabrak fasilitas sekitar
4c	Pekerja tertabrak alat <i>excavator</i>
4d	Tanah longsor/ runtuhnya dinding samping

Sumber: (Gusti, 2021)

Lanjutan Tabel 2.4 Identifikasi Bahaya Pembangunan Gedung Kampus

Proses pengangkatan material	
5a	Pekerja/ fasilitas tertimpa material
5b	Service crane menabrak pekerja/ fasilitas
Kondisi tanah setelah digali	
6a	Pekerja terkena penyakit DBD
6b	Pekerja terperosok/ terjatuh
6c	Alat berat terperosok/ terjatuh
6d	Alat berat terguling
Peralatan yang digunakan dalam pemancangan	
7a	Pekerja tersengat listrik akibat terjadinya konsleting listrik
7b	Terjadi kebakaran akibat terjadinya konsleting listrik
Proses pengangkatan material	
8a	<i>Sling crane</i> putus
8b	Tertimpa/ tergecet tiang pancang <i>lifting</i>
Kondisi lokasi pemancangan	
9a	Pekerja tertusuk material tajam berserakan
9b	Pekerja tergores material tajam berserakan
9c	Pekerja terperosok/ terjatuh
Proses pemasangan bekisting	
10a	Pekerja terjatuh dari ketinggian
10b	Terluka akibat bekisting ambruk
10c	Pekerja tertusuk
10d	Pekerja tergores
10e	Pekerja terpotong
10f	Pekerja tertimpa bekisting yang ambruk/ roboh
10g	Pekerja terjepit bekisting
Proses pengangkatan material	
11a	Material terjatuh dari ketinggian dan menimpa pekerja
Proses fabrikasi besi	
12a	Pekerja tertusuk
12b	Pekerja tergores
12c	Pekerja terpotong
12d	Jari tersayat ujung tulangan/ tergires ujung besi beton yang sudah terpotong
12e	Pekerja tersengat listrik tegangan tinggi pada saat memotong besi
12f	Terjadi kebakaran akibat terjadinya konsleting listrik
Kondisi lokasi pembesian	
13a	Pekerja tertusuk material tajam berserakan
13b	Pekerja tergores material tajam berserakan
Pemasangan pembesian	
14a	Pekerja terjatuh dari ketinggian
14b	Pekerja tertimpa material/ peralatan yang jatuh dari ketinggian
Pembersihan lahan pengecoran	
15a	Pekerja sesat nafas atau terkena penyakit pneumokoniosis akibat debu

Sumber: (Gusti, 2021)

Lanjutan Tabel 2.4 Identifikasi Bahaya Pembangunan Gedung Kampus

15b	Pekerja terkena tuli sementara/ tuli permanen akibat suara bising
15c	Pekerja terkena penyakit kulit dematitis akibat debu-debu dan asap
Proses pengecoran	
16a	Pengecoran tertabrak alat berat
16b	Pekerja tertimpa material
16c	Pekerja tersemprot beton
16d	Pekerja terjatuh dari ketinggian
16e	Pekerja tertimpa material/ peralatan yang jatuh dari ketinggian
16f	Pekerja tertusuk material tajam berserakan
16g	Pekerja tergores material tajam berserakan
Proses pengangkatan material	
17a	<i>Sling</i> putus
17b	<i>Tower crane collapse</i>
17c	<i>Boom/ jib</i> patah
Pemasangan atap	
18a	Pekerja terjatuh dari ketinggian
18b	Pekerja tertimpa material/ peralatan yang jatuh dari ketinggian
Pemasangan dinding	
19a	Pekerja terkena percikan adukan mortar plester batu
19b	Pekerja terjatuh dari ketinggian
Pemasangan lantai	
20a	Pekerja terluka akibat terkena mesin potong keramik
20b	Pekerja tersengat listrik
Pemasangan <i>plafond</i>	
21a	Pekerja/ fasilitas terjatuh dari ketinggian
Instalasi <i>lift</i>	
22a	Pekerja terjatuh dari ketinggian
Pemasangan GRC	
23a	Pekerja terjatuh dari ketinggian
Pemasangan <i>fasade</i>	
24a	Pekerja terjatuh dari ketinggian

Sumber: (Gusti, 2021)

2.1.5 Assessment Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Menurut Variabel OHSAS Dengan Menggunakan Metode HIRA, HAZID dan HAZOP (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Ciputra World Phase 3, Surabaya)

Subjek penelitian adalah pekerja proyek di lapangan yang berinteraksi langsung dengan sistem keselamatan dan kesehatan kerja, dan analisis metode HIRA, HAZID, dan HAZOP digunakan. Studi ini dilakukan di fase 3 proyek pembangunan Dunia Ciputra di Surabaya. Hasil yang didapatkan adalah terdapat 48 jenis faktor risiko, 47 dengan kategori sedang dan 1 dengan kategori rendah. Terdapat 5 risiko dominan dan 12 pengendalian untuk risiko tersebut. Berikut merupakan identifikasi dari bahaya yang digunakan dari penelitian ini.

Tabel 2.5 Identifikasi Bahaya Pembangunan *Ciputra World Phase 3*

KODE	VARIABEL RISIKO
A1	Pekerja tertimbun longsor galian
A2	Pekerja terjatuh kedalam galian
A3	Terhirup debu dari proses pekerjaan galian dan timbunan
A4	Tertabrak <i>dump truck</i>
A5	Terkena <i>excavator</i> saat pekerjaan galian
A6	Kecelakaan saat <i>mobilisasi</i> alat berat
A7	Terperosok kedalam galian
A8	<i>Excavator</i> terperosok akibat tanah tidak stabil
B1	Kebakaran akibat penyambungan pancang menggunakan las
B2	Pekerja tertimpa tiang pancang
B3	Pekerja tertimpa tulangan <i>bor pile</i>
B4	Pekerja tertimpa <i>casing bor pile</i>
B5	Gangguan pernafasan akibat penyambungan pancang menggunakan las
B6	Luka bakar akibat penyambungan pancang menggunakan las
B7	Gangguan pendengaran akibat pemancangan/ <i>bor pile</i>
B8	Iritasi pada mata akibat penyambungan pancang menggunakan las
B9	Pekerja jatuh saat melakukan pelunasan pada alat <i>drilling</i>
B10	Alat pancang roboh akibat tanah amblas
C1	Tangan terluka akibat tertusuk besi
C2	Terjepit saat pengangkatan besi
C3	Tangan terkena mesin <i>bar bender</i>
C4	Terpeleset/ terjatuh saat pemasangan
C5	Tersandung besi saat pengangkutan
C6	Terjebak saat pemasangan
C7	Tersengat listrik
C8	Terkena percikan api las
C9	Terkena mata <i>cutting weld</i>
C10	Tertimpa material besi
D1	Terhirup debu dari material beton
D2	Tertimpa/ tersembur material beton
D3	Tertimpa/ terpukul pipa <i>concrete pump</i>

Sumber: (Trisiana dkk.,2019)

Tabel 2.5 Identifikasi Bahaya Pembangunan Ciputra *World Phase 3*

D4	Bahaya pergerakan alat <i>mixer/ concrete pump</i>
D5	Jebolnya material yang akan dicor
D6	Terbalik/ tergulingnya mobil <i>mixer/ concrete pump</i>
D7	Ceceran oli (<i>Oil Spill</i>) sari piston pompa
D8	Tertimbun beton saat pengecoran
E1	Kabel <i>sling</i> putus
E2	Pekerja terkena <i>swing</i>
E3	Pekerja tertimpa material
E4	<i>Tower crane</i> roboh
E5	Kelebihan muatan pada <i>tower crane</i>
E6	Rigger salah dalam pengikatan
E7	Tidak menggunakan <i>line</i>
E8	Salah komunikasi
E9	Tabrakan TC dengan yang lainnya
E10	Memaksakan pengangkatan pada saat cuaca buruk
E11	Menggunakan <i>sling/ sling belt</i> tidak sesuai beban angkatan
E12	<i>Sling/ sling belt</i> tidak layak pakai

Sumber: (Trisiana dkk.,2019)

2.1.6 Penggunaan Metode HAZOP dalam Mengidentifikasi Potensi Bahaya pada Gardu Induk PT PLN (Persero) UPT Karawang

Subjek penelitian adalah pekerja PT PLN yang melakukan aktivitas langsung di Kawasan Gardu Induk dengan memperhatikan sistem keselamatan dan kesehatan kerja. Penelitian ini dilakukan melalui analisis metode HAZOP. Studi ini dilakukan di Kawasan Gardu Induk PT PLN (Persero) UPT Karawang. Hasilnya menunjukkan bahwa ada tujuh sumber bahaya yang mungkin terjadi di Kawasan Gardu Induk PT PLN (Persero) UPT Karawang. Risiko tinggi, sedang, dan rendah adalah tingkat risiko yang ada. Infeksi saluran pernapasan, tersengat listrik, luka bakar ringan hingga berat, cedera ringan hingga berat, dan kebakaran adalah lima risiko tinggi. Risiko sedang adalah 1, yang dapat menyebabkan cedera ringan hingga berat. Risiko rendah adalah 1, yang dapat menyebabkan masalah kesehatan jangka panjang di kemudian hari. Berikut adalah daftar bahaya yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2. 6 Identifikasi Bahaya pada Gardu Induk

NO.	JENIS BAHAYA	POTENSI BAHAYA	RISIKO	SUMBER BAHAYA
1	Bahaya Letupan	Gardu Induk PLN dapat mengeluarkan gas beracun seperti hidrogen dan gas metana	Infeksi saluran pernafasan	Gardu Induk PLN
2	Radiasi Elektromagnetik	Gangguan kesehatan jangka panjang akibat terpapar radiasi elektromagnetik	Dapat menyebabkan kanker, tumor, dan penyakit lain	Transformator

Sumber: (Sandrina & Herwanto, 2023)

Lanjutan Tabel 2.6 Identifikasi Bahaya pada Gardu Induk

3	Bahaya Kebakaran Besar	Arus pendek listrik	Kebakaran	Banyaknya kabel, transformator, dan peralatan listrik lain
4	Kemungkinan Kontak dengan Arus Listrik	Pekerja yang tidak sengaja terkena kontak dengan arus listrik	Tersengat listrik, luka bakar kecil, dan luka bakar besar	Gardu Induk PLN
5	Terjatuh dari Stagger	Pekerja berisiko terjatuh dari stagger saat bekerja dari tempat tinggi	Cedera ringan dan cedera berat	Jatuh dari stagger
6	Tersengat konduktor	Pekerja yang tidak sengaja terkena kontak dengan konduktor yang bertegangan	Tersengat listrik, luka bakar kecil, dan luka bakar besar	Konduktor
7	Material Terjatuh	Tertimpa material yang diletakkan ditempat yang tinggi	Cedera ringan dan cedera berat	Material yang jatuh dari tempat tinggi

Sumber: (Sandrina & Herwanto, 2023)



2.2 Teori/ konsep dasar

2.2.1 Risiko

Pada umumnya, risiko dianggap sebagai sesuatu yang negatif, seperti kehilangan sesuatu, bahaya, dan konsekuensi lain. Untuk menciptakan nilai tambah dan mendukung pencapaian tujuan proyek, organisasi harus memahami dan menangani ketidakpastian ini secara efektif sebagai bagian dari strategi (Muhammad, 2020b).

Pengertian risiko K3 ialah kemungkinan kerugian yang mungkin terjadi karena berinteraksi dengan suatu bahaya atau karena kegagalan suatu fungsi. Nilai frekuensi dan nilai keparahan suatu risiko dikalikan untuk membuat penilaian resiko. Metode matriks risiko dapat digunakan untuk mengklasifikasikan risiko sebagai rendah, sedang, tinggi, atau ekstrim. (Moniaga, dan Syela, 2019.)

Risiko umumnya terkait dengan kejadian yang tidak diinginkan (Danial dkk., 2020). Risiko adalah sesuatu yang secara alami memiliki kemungkinan terjadi dalam kondisi tertentu. Risiko juga dapat didefinisikan sebagai kombinasi kemungkinan dan tingkat keparahan kerusakan atau kerugian. Menurut para ahli, risiko dapat dibedakan dalam berbagai kategori. Ada beberapa kategori risiko yang termasuk:

Risiko yang sudah diketahui:

1. Adalah risiko yang diungkapkan setelah evaluasi rencana proyek, bisnis, dan lingkungan teknik proyek. Misalnya:
 - a. Ini dapat mencakup hal-hal seperti tanggal penyampaian yang tidak realistis,
 - b. Kekurangan persyaratan yang terdokumentasi, kekurangan ruang lingkup, atau
 - c. Kondisi pengembang yang buruk.
2. Risiko yang diramalkan dari pengalaman proyek sebelumnya, seperti:
 - a. Pergantian staf,
 - b. Komunikasi yang buruk dengan pelanggan, dan
 - c. Usaha staf yang berkurang saat permintaan pemeliharaan sedang berlangsung dilayani.
3. Risiko yang tidak diketahui: Kemungkinan ini mungkin ada, tetapi sangat sulit untuk mengetahuinya sebelumnya.

2.2.2 Kecelakaan Kerja

Menurut AS/NZS 4802: 2001, kecelakaan adalah semua kejadian yang tidak direncanakan yang menyebabkan atau berpotensi menyebabkan cedera, kesakitan, kerusakan, atau kerugian lainnya. Kejadian yang tidak dikehendaki dan tidak diduga semula yang dapat menyebabkan kematian orang atau harta benda didefinisikan oleh Peraturan Menteri Tenaga Kerja nomor 03/men/98.

Menurut Suma'mur (1996), kecelakaan kerja adalah peristiwa atau kejadian yang tidak diinginkan yang menyebabkan cedera pada orang, kerusakan pada harta benda, atau kerugian pada proses produksi. Ada dua sumber utama kecelakaan: tindakan manusia yang tidak aman (unsafe act) dan kondisi lingkungan yang tidak aman. Studi menunjukkan bahwa faktor manusia sangat penting dalam penyebab kecelakaan. Hasil penelitian sering menunjukkan bahwa 80–85% kecelakaan disebabkan oleh kelalaian atau kesalahan manusia.

2.2.3 Manajemen Risiko

Semua tahapan pekerjaan yang berkaitan dengan risiko disebut sebagai manajemen risiko; ini termasuk penilaian (assesment), perencanaan (planning), pengendalian (handling), dan pemantauan (monitoring) kegagalan (Kerznerr, 2001 dalam Labombang, 2011). Manajemen risiko adalah bagian penting dari proyek yang direncanakan sebelumnya. Manajemen risiko

adalah langkah yang berkaitan dengan identifikasi, analisis, dan pengendalian ketidakpastian, termasuk meningkatkan hasil positif dan mengurangi hasil negatif, menurut Project Management Institute Body of Knowledge (PMBOK, 1992).

2.2.4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah kondisi yang harus diwujudkan di tempat kerja dengan segala daya upaya berdasarkan ilmu pengetahuan dan pemikiran mendalam untuk melindungi tenaga kerja, manusia, karya, dan budaya melalui penerapan teknologi pencegahan kecelakaan yang diterapkan secara konsisten sesuai dengan peraturan dan standar yang berlaku. (Ryani, dkk 2019).

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) berarti menjaga keselamatan dan kesehatan pekerja saat mereka bekerja dengan mengendalikan semua potensi bahaya di lingkungan tempat kerja mereka. Jika semua bahaya yang dapat muncul telah dikendalikan dan memenuhi batas standar aman, ini akan membantu mewujudkan lingkungan kerja yang aman. Keselamatan kerja adalah ketika seseorang dilindungi dari cedera yang berhubungan dengan pekerjaan. Selain itu, kesehatan kerja mencakup kondisi fisik, mental, dan kestabilan emosi secara keseluruhan (Muhammad, 2020b).

Menurut Umaindra dkk., (2019.) Berbagai sumber memberikan definisi dan definisi K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja). Salah satunya menurut filosofi: K3 adalah suatu pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan jasmani dan rohani tenaga kerja khususnya dan manusia pada umumnya, serta hasil karya dan budaya menuju masyarakat adil dan makmur. Faktor-faktor yang menentukan keselamatan kerja adalah:

- 1) Keadaan tempat kerja, yang mencakup:
 - a. Penyimpanan dan penyimpanan barang berbahaya yang tidak mempertimbangkan keamanannya,
 - b. Ruang kerja yang terlalu padat dan sesak, dan
 - c. Pembuangan limbah dan kotoran yang tidak pada tempatnya.
- 2) Pemakaian peralatan kerja, yang mencakup:
 - a. Memastikan peralatan kerja yang sudah usang atau rusak,
 - b. Penggunaan mesin, dan
 - c. alat elektronik tanpa pengaturan pencahayaan yang aman.

Tujuan keselamatan dan kesehatan kerja adalah sebagai berikut, menurut definisi K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja):

- a. Untuk memastikan bahwa setiap pekerja memiliki jaminan keselamatan dan kesehatan kerja secara fisik, sosial, dan psikologis,
- b. Untuk memastikan bahwa semua peralatan dan perlengkapan kerja digunakan dengan sebaik mungkin,
- c. Untuk memastikan bahwa semua hasil produksi aman,
- d. Untuk memastikan bahwa ada jaminan pemeliharaan dan peningkatan kesehatan gizi pegawai,
- e. Untuk meningkatkan motivasi, keserasian, dan partisipasi pegawai di tempat kerja,
- f. Mencegah gangguan kesehatan yang disebabkan oleh lingkungan kerja atau kondisi kerja,
- g. Menciptakan perasaan aman dan perlindungan bagi setiap karyawan saat bekerja.

2.2.5 HAZOP (*Hazard and Operability*)

Metode HAZOP adalah teknik identifikasi yang digunakan untuk meninjau bahaya proses atau operasi pada suatu sistem secara sistematis, teliti, dan terstruktur untuk mengidentifikasi berbagai masalah yang mengganggu jalannya proses dan risiko yang ada yang dapat mengancam manusia atau fasilitas di lingkungan atau sistem saat ini. (Husnul Fitri, 2019).

Hazard and Operability Study adalah standar teknis analisis yang digunakan untuk meninjau bahaya proses atau operasi pada suatu sistem secara sistematis, teliti, dan terstruktur untuk mengidentifikasi berbagai masalah yang mengganggu jalannya proses dan resiko yang dapat menimbulkan bahaya bagi manusia dan fasilitas pada lingkungan atau sistem yang ada saat ini (Muhammad, 2020c).

Menurut (Alijoyo dkk., 2021) Teknik HAZOP adalah teknik pemeriksaan kualitatif yang terstruktur dan sistematis yang digunakan untuk menganalisis bahaya dan masalah teknis dalam pengoperasian sistem atau proses yang sedang dirancang atau yang memerlukan perubahan. Teknik ini melibatkan penelitian tentang rancangan sistem atau proses yang mungkin menyimpang dari tujuan perancangan yang telah ditentukan sebelumnya. Penyelidikan akan menentukan apakah kesalahan atau deviasi dapat menyebabkan kejadian yang tidak diharapkan atau bahaya.

Hazard and Operability Study (HAZOP) adalah cara untuk menganalisa bahaya (hazard) pada suatu sistem dengan menggunakan teknik kualitatif untuk mengidentifikasi potensi bahaya. HAZOP menjelaskan setiap langkah proses untuk mengidentifikasi kesalahan dalam desain yang telah dibuat, serta penyebab dan konsekuensi dari kesalahan tersebut (Lahay dkk.,2022).

Untuk melakukan penilaian risiko dengan metode HAZOP, kriteria kemungkinan dan konsekuensi diperlukan. Tabel berikut menunjukkan kriteria tersebut. Kriteria dampak risiko adalah kriteria yang digunakan untuk menghitung kemungkinan terjadi kecelakaan berdasarkan frekuensi persatuan waktu (hari, bulan, tahun). Di sisi lain, kriteria kemungkinan adalah kriteria yang digunakan untuk menghitung kemungkinan terjadi kecelakaan berdasarkan intensitas dampak dari kejadian risiko yang mungkin terjadi.

Tabel 2.7 Kriteria *Likelihood*

LEVEL	KRITERIA	DESKRIPSI	
		KUALITATIF	SEMI KUALITATIF
1	Jarang terjadi	Ada kemungkinan, tetapi tidak hanya dalam situasi ekstrem	Terjadi tidak lebih dari sekali dalam sepuluh tahun.
2	Kemungkinan kecil	Belum terjadi, tetapi mungkin	1 kali dalam 10 tahun
3	Mungkin terjadi	Seharusnya mungkin, dan mungkin telah.	Terjadi sekali setiap lima tahun atau sekali setiap tahun.
4	Kemungkinan besar terjadi	dapat muncul kapan saja dan dengan cepat	Terjadi sekitar sekali setiap bulan hingga lebih dari sekali setiap tahun.
5	Hampir pasti terjadi	biasa, diantisipasi dalam situasi terburuk	Terjadi lebih dari sekali sebulan

Sumber : (Germanisher Lloyd, 2008)

Tabel 2.8 Kriteria *Consequences*

LEVEL	KRITERIA	DESKRIPSI	
		KEPARAHAN CEDERA	HARI KERJA
1	Tidak signifikan	Kerugian material atau cedera tidak terjadi.	Tidak ada hari kerja yang terlewatkan.
2	Ringan	Kejadian menyebabkan kerugian materi dan cedera ringan yang dapat diobati dengan P3K.	Kegagalan untuk melakukan pekerjaan pada hari yang sama
3	Sedang	Kejadian menyebabkan kerugian materi yang signifikan dan membutuhkan perawatan rumah sakit.	Kehilangan hari kerja dibawah 3 hari
4	Berat	Cedera parah dan kerugian materi besar disebabkan oleh kejadian.	Kehilangan hari kerja lebih dari 3 hari dan atau lebih lebih
5	Bencana	Korban meninggal dunia dan kerugian besar disebabkan oleh kejadian.	Kehilangan hari kerja selamanya

Sumber : (Germanisher Lloyd, 2008)

Untuk menentukan tingkat keparahan risiko, tabel matriks risiko digunakan untuk memproses nilai kemungkinan dan akibatnya. Semua warna menunjukkan tingkat risiko yang berbeda. Tabel berikut menunjukkan matriks risiko.

Tabel 2.9 *Risk Matrix*

Likelihood (Kemungkinan)	Severity (Keparahan)				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Keterangan:

Tinggi : 15-25 Sedang : 5-14 Rendah : 1-4

Sumber : (EHS, 2015)