

ANALISIS KECELAKAAN KERJA PADA STRUKTUR BAWAH BLENDING SILO PROYEK “EPC TALAVERA” TUBAN MENGGUNAKAN METODE BOWTIE

Anugraha Hari Bhayangkara¹, Ary Setyawan² dan Fajar Sri Handayani³

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta
Email: bharico.ok@student.uns.ac.id

²Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta
Email: cenase@yahoo.com

³Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta
Email: fajarahani@ft.uns.ac.id

ABSTRACT

The "EPC Talavera" Tuban Project is one of the major projects located in Tuban. Given that the construction of the Blending Silo is being built at a considerable height and certainly requires a large foundation structure, the construction of the Blending Silo carries a relatively high risk of workplace accidents. The purpose of this research is to identify workplace accident risks and evaluate the causes, impacts, and risk responses to accidents during the construction of the substructure of the Blending Silo in the "EPC Talavera" project. To determine the dominant workplace accident risks, risk assessment is performed using probability and severity calculations based on the Risk Management Standard AS/NZ 4360:1999, resulting in an Importance Index value. The method used to evaluate the causes, impacts, and risk responses to workplace accidents is the Bowtie Analysis Method. The results of this research indicate that the most dominant workplace accident risks are the risk of workers being pierced by sharp equipment, the risk of fingers getting caught in the bar bender machine, and the risk of workers being shocked/electrocuted by electrical currents. Based on the bowtie method, the most dominant causes of workplace accidents are scattered sharp equipment, careless/inattentive/unhealthy workers, inadequate equipment, poor bar bender machine conditions, bar bender machine operating methods, exposed welding tool cables, rainy/extreme weather conditions, and electrical current leaks in welding tool bodies. The most dominant impacts of workplace accidents are minor injuries, serious injuries/death, fires, and damage to the bar bender machine. Using the bowtie method, risk responses or controls for the most dominant workplace accident risks are also analyzed, along with an analysis of escalation factors and their controls.

Keywords: Occupational Accident Risks, Probability, Severity, Bowtie Method

ABSTRAK

Proyek “EPC Talavera” Tuban merupakan salah satu proyek besar yang berada di Tuban, dengan mengetahui bahwa pembangunan Blending Silo dibangun dengan ketinggian yang cukup tinggi dan pastinya membutuhkan struktur pondasi yang besar juga maka pembangunan Blending Silo memiliki kemungkinan risiko kecelakaan kerja yang cukup tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi risiko kecelakaan kerja dan mengevaluasi penyebab, dampak, dan respon risiko terjadinya kecelakaan pada pelaksanaan konstruksi struktur bawah bangunan Blending Silo proyek “EPC Talavera”. Untuk mengetahui risiko kecelakaan kerja yang dominan dilakukan penilaian risiko menggunakan perhitungan probability dan severity Risk Management Standard AS/NZ 4360:1999 yang kemudian didapatkan nilai Importance Index. Metode yang digunakan untuk mengevaluasi penyebab, dampak, dan respon risiko terjadinya kecelakaan kerja menggunakan Metode Bowtie Analysis. Hasil dari penelitian ini adalah risiko kecelakaan kerja yang paling dominan yaitu risiko pekerja tertusuk peralatan tajam, risiko jari terjepit mesin bar bender, dan pekerja tersetrum/tersengat aliran listrik. Berdasarkan metode bowtie penyebab dari risiko kecelakaan kerja yang paling dominan adalah peralatan tajam berserakan, pekerja ceroboh/tidak fokus/tidak dalam kondisi sehat, peralatan yang tidak layak pakai, kondisi mesin bar bender yang kurang baik, metode pengoperasian bar bender, kabel alat las terkelupas, kondisi cuaca hujan/cuaca ekstrim, dan body alat las mengalami kebocoran arus listrik. Dampak dari risiko kecelakaan kerja yang paling dominan adalah luka ringan, luka berat/kematian, kebakaran, dan mesin bar bender mengalami kerusakan. Dengan metode bowtie dianalisis juga respon risiko atau kontrol risiko kecelakaan kerja dari risiko yang paling dominan dan adapun juga dianalisis faktor eskalasi beserta kontrol eskalasinya.

Kata kunci: Risiko Kecelakaan Kerja, Probability, Severity, Metode Bowtie

Corresponding Author

E-mail Address : bharico.ok@student.uns.ac.id

1. PENDAHULUAN

Industri di bidang jasa konstruksi merupakan salah satu sektor industri yang menyumbang kecelakaan kerja dengan angka yang tinggi. Sektor konstruksi dan manufaktur setiap tahunnya menyumbang 32% dari total kasus kecelakaan kerja di Indonesia (Maddeppungeng, Asyiah, & Iqbal, 2020). Menurut Menteri Ketenagakerjaan (Menaker) Ida Fauziyah mengatakan bahwa terdapat peningkatan kasus kecelakaan kerja dengan merujuk pada data BPJS Ketenagakerjaan tercatat 114.000 kasus kecelakaan kerja pada tahun 2019 dan terjadi peningkatan pada tahun 2020 dengan 177.000 kasus kecelakaan kerja. Angka kecelakaan kerja di sektor konstruksi termasuk yang tinggi dan sering dianggap tidak penting sehingga pembangunan konstruksi memiliki risiko kecelakaan kerja yang lebih besar dibandingkan dengan bidang lain (Hadari, 2019).

Proyek “EPC Talavera” Tuban merupakan salah satu proyek besar yang berada di Tuban yang direncanakan berdiameter 16-meter dan dengan tinggi 66,4 meter serta memiliki kapasitas *silo* 8000 ton. Dengan mengetahui bahwa pembangunan *Blending Silo* dibangun dengan ketinggian yang cukup tinggi dan pastinya membutuhkan struktur pondasi yang besar juga maka pembangunan *Blending Silo* memiliki kemungkinan risiko kecelakaan kerja yang cukup tinggi juga. Untuk mengurangi dampak resiko, maka suatu sistem manajemen K3 sangat diperlukan guna bertujuan mencegah terjadinya risiko kecelakaan kerja dan menciptakan suasana lingkungan serta kondisi kerja yang baik (Taugueha, Mangare, Arsjad, 2018). Pada penelitian ini analisis kecelakaan kerja yang dipakai yaitu dengan Metode *Bowtie*.

Metode *Bowtie* merupakan sebuah teknik yang merujuk pada suatu diagram yang berbentuk dasi kupu-kupu yang menggambarkan peristiwa risiko yang dihadapi secara sederhana. Diagram ini adalah gabungan dari analisis pohon kegagalan, analisis pohon peristiwa, dan analisis penghalang (Aus & Pons, 2019). Digabungnya metode ini dapat menampilkan visualisasi hubungan antara penyebab dan risiko dan hubungan risiko dengan konsekuensi (Handayani, 2021). Tujuan dari analisis risiko kecelakaan kerja menggunakan Metode *Bowtie* ini yaitu untuk mengetahui kemungkinan risiko kecelakaan kerja yang akan dapat terjadi pada konstruksi struktur bawah bangunan *Blending Silo*, serta dapat mengidentifikasi sumber-sumber penyebab, dampak, dan kontrol untuk risiko kecelakaan kerja yang dominan selama pelaksanaan pembangunan proyek tersebut. Metode *Bowtie Analysis* sangat efisien digunakan karena dalam penggunaan metode ini akan didapatkan penyebab, Dampak, dan Kontrol (Control Measure Prevention dan Control Measure Mitigation) dari kemungkinan risiko kecelakaan kerja yang dapat dimanfaatkan dalam memitigasi risiko kecelakaan kerja (Bramantio & Rachmawati, 2021).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan usaha agar pemanfaatan teknologi yang ditemukan oleh manusia dapat dikendalikan risikonya dengan berlandaskan ilmu dan teknologi. Sehingga, insiden yang mengakibatkan kerugian bagi manusia dapat dicegah dan dihindari (Gunawan, 2013). Rasa nyaman muncul dalam diri buruh atau karyawan, apakah buruh merasa nyaman dengan alat pelindung diri untuk keselamatan kerja, alat-alat yang digunakan, tata letak ruang kerja dan beban kerja yang diperoleh saat bekerja (Kartikasari, 2017).

Risiko

Risiko (*risk*) adalah dampak yang dapat mempengaruhi proyek secara positif dan negatif, akibat dari tidak adanya kepastian yang terjadi. Risiko dapat dikaitkan dengan kemungkinan dan dampak terjadinya peristiwa yang di luar yang diharapkan (Hidayat dan Siswoyo, 2020). Risiko merupakan bagian yang tidak bisa terpisahkan dari kehidupan sehari-hari, bahkan ada orang yang mengatakan bahwa tidak ada hidup tanpa risiko, terlebih lagi dalam dunia bisnis dimana ketidakpastian beserta risikonya merupakan sesuatu yang tidak dapat diabaikan begitu saja, melainkan harus diperhatikan secara cermat bila menginginkan kesuksesan (Supriyo, 2017). Ada hal utama dalam mengkategorikan sebuah risiko yaitu (Hidayat dan Siswoyo, 2020):

1. Ketidakpastian (*uncertainly*)
Ketiadaan informasi yang membuat sebuah risiko tidak dapat diprediksi.
2. Peristiwa (*events*)
Apabila mengkategorikan penambahan biaya atau keterlambatan sebagai risiko adalah keliru karena hal tersebut bukan peristiwa melainkan dampak atau konsekuensi dari risiko peristiwa.
3. Masa depan (*future*)

Kejadian masa lampau bukanlah sebuah risiko tetapi problem actual dan krisis yang perlu penyelesaian kembali adalah risiko. Ciri manajemen risiko adalah proaktif dan selalu melihat ke depan, berbeda dengan manajemen krisis yang berciri rektif dan melihat ke belakang.

4. Keuntungan dan tujuan (*interest and objectives*)

Jika peristiwa yang potensial terjadi di masa depan tidak mempengaruhi tujuan suatu organisasi, maka peristiwa yang berpotensi terjadi tersebut bukanlah sebuah risiko bagi organisasi tersebut.

Asal mula Manajemen yaitu *menagement* yang berasal dari bahasa Perancis dengan arti seni melaksanakan dan mengatur (Handayani, 2021). Manajemen risiko merupakan sistem prosedur dan praktik terhadap komunikasi tugas, penetapan konteks, identifikasi, evaluasi, analisis, pengendalian, pengawasan dan peninjauan ulang risiko (Anthony, 2019).

Analisis Metode Bowtie

Analisis Bowtie dahulu disebut “*butterfly diagrams*” serta berevolusi dari “*cause consequence diagram*” dan bagaimanapun metode ini merupakan adaptasi dari kombinasi analisis pohon kesalahan, analisis pohon kejadian, dan *causal factors charting* (Erjati, Subekti, & Khairansyah, 2017). Analisis *Bowtie* adalah sebuah teknik yang merujuk pada suatu diagram berbentuk dasi kupu-kupu yang menggambarkan atau memvisualisasikan peristiwa risiko yang dihadapi (Alijoyo, Wijaya, & Jacob, 2021). Analisis *Bowtie* dibangun melalui penggabungan antara dua teknik yaitu teknik analisis pohon kesalahan (*fault tree analysis – FTA*) pada sisi kirinya dan teknik analisis pohon kejadian (*event tree analysis – ETA*) pada sisi kanannya yang pada tengah-tengahnya sebagai *top event* menarik sisi kanan dan kiri dengan berbentuk seperti dasi kupu-kupu. Teknik *Bowtie Analysis* atau *BTA* digunakan untuk memberikan sebuah gambaran yang menyeluruh dari logika beberapa skenario peristiwa risiko dan membantu menyediakan penjelasan visual yang sederhana tentang hubungan peristiwa risiko dengan penyebab dan konsekuensinya (Alijoyo, Wijaya, & Jacob, 2021).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan gabungan dari metode kuantitatif dan metode kualitatif. Penelitian ini didapatkan data dari studi literatur dan wawancara sebagai data kualitatif dan didapatkan data pengumpulan kuesioner sebagai data kuantitatif. Penelitian ini berlokasi di Desa Mekawang, Kecamatan Tambakboyo, Kabupaten Tuban. Pembagian kuesioner atau pengambilan sampel yang dilakukan sejumlah 10 responden yang mempunyai minimal pengalaman kerja di bidang konstruksi 1 tahun. Kuesioner dilakukan dengan dua tahap, tahap pertama yaitu kuesioner pendahuluan yang bertujuan yaitu untuk menentukan relevansi sebagai validasi variabel risiko kecelakaan kerja dan tahap kedua yaitu kuesioner utama yang bertujuan yaitu untuk mengidentifikasi besaran kemungkinan dan tingkat keparahan risiko tersebut. Ide-ide yang terkait risiko yang akan timbul ditampung dalam kuesioner dan selanjutnya akan meminta para ahli/pakar untuk memberikan pendapat dan komentar terhadap kuesioner tersebut (Astuti, 2017).



Gambar 1. Lokasi Proyek “EPC Talavera”

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Risiko Kecelakaan

Identifikasi jenis risiko kecelakaan kerja adalah langkah awal untuk menganalisis risiko kecelakaan kerja. Proses identifikasi ini merupakan proses pertama sekaligus terpenting, dikarenakan dari proses tersebut semua risiko yang ada atau mungkin terjadi pada proyek dapat diidentifikasi (Wilwin & Sutandi, 2021). Item-item pekerjaan konstruksi struktur bawah diperoleh dari survei lapangan dan wawancara kepada *staff* ahli yang berada di proyek

“EPC Talavera” Tuban. Tujuan dari tahap identifikasi ini untuk mendapatkan *risk event* (Marbun, Puspitasari, & Budiawan, 2015).

Penilaian Potensi Risiko

Penilaian risiko adalah proses sistematis untuk mengetahui kegiatan kerja, memperkirakan suatu tindakan apakah dapat berdampak fatal, dan mengambil keputusan pengendalian yang tepat untuk menanggulangi adanya cedera, kerusakan, kerugian yang disebabkan di tempat kerja (Peruzzi, Kriswardhana, Ratnaningsih, 2020). Tujuan dari penilaian risiko yaitu untuk memastikan kontrol risiko dari seluruh proses yang dilakukan berada pada tingkat yang dapat diterima (Ramadhan, 2017). Penilaian risiko ini dilakukan dengan menggunakan *Risk Management Standard AS/NZS 4360:1999* untuk menganalisis besaran tingkat kemungkinan kejadian dan tingkat keparahan suatu potensi risiko kecelakaan kerja. Tahap-tahap dalam menganalisis penilaian potensi risiko adalah sebagai berikut:

1. Penilaian persepsi terhadap kemungkinan kejadian
2. Penilaian persepsi terhadap keparahan
3. Menganalisis matriks penilaian tingkat risiko

Ada dua paramater untuk penilaian risiko yaitu *probability* dan *severity* (Permata, Handy, & Ardi, 2021). Penilaian persepsi terhadap kemungkinan kejadian dan keparahan dilakukan dengan analisis persepsi responden yang menggunakan tingkat kemungkinan kejadian dan tingkat keparahan yang dijelaskan pada tabel 1 dan tabel 2 berikut.

Tabel 1. Tingkat Kemungkinan Kejadian

Tingkat	Deskripsi	Keterangan
5	Almost certain	Dapat terjadi setiap saat
4	Likely	Sering terjadi
3	Posibble	Dapat terjadi sekali-kali
2	Unlikely	Jarang terjadi
1	Rare	Sangat jarang terjadi

Tabel 2. Tingkat Keparahannya

Tingkat	Deskripsi	Keterangan
5	Insignificant	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial sedikit
4	Minor	Cedera ringan, kerugian finansial sedikit
3	Moderate	Cedera sedang, perlu penanganan medis
2	Major	Cedera berat, kerugian besar, gangguan produksi
1	Catastrophic	Fatal, kerugian sangat besar dan dampak sangat luas, terhentinya seluruh kegiatan

Dari hasil kuesioner utama yang disebarkan kepada 10 responden tersebut kemudian diolah menggunakan rumus *importance index* untuk menentukan tingkat kepentingan risiko yang terjadi berdasarkan *frequency index* dan *severity index* (Tobing, 2019). Dengan nilai *importance index* didapat dari mengalikan nilai *frequency index* dan *severity index* seperti pada rumus yang dituliskan pada persamaan 1.

$$IMP.I = FI \times SI \quad (1)$$

dengan $IMP. I = Importance Index$, $FI = Frequency Index$, dan $SI = Saverity Index$.

Selanjutnya untuk memperoleh nilai *frequency index* dan *severity index* didapatkan dengan menggunakan persamaan 2 dan 3.

$$FI = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i \cdot n_i}{4N} \times 100 \quad (2)$$

dengan $a_i =$ Bobot yang diberikan oleh responden dengan nilai I ; $a_i = 0,1,2,3$, dan 4 , $n_i =$ Jumlah responden yang menjawab dengan nilai i , dan $N =$ Jumlah seluruh responden.

$$SI = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i \cdot n_i}{4N} \times 100 \quad (3)$$

dengan $a_i =$ Bobot yang diberikan oleh responden dengan nilai I ; $a_i = 0,1,2,3$, dan 4 , $n_i =$ Jumlah responden yang menjawab dengan nilai i , dan $N =$ Jumlah seluruh responden.

Hasil perhitungan frequency index dan severity index yang didapatkan berbentuk prosentase, maka selanjutnya diklasifikasikan melalui index. Klasifikasi peringkat dari skala penilaian pada keparahan (Veroza, 2017) adalah sebagai berikut :

- 0. Extremely Ineffective = $0\% < SI \leq 20\%$
- 1. Ineffective = $20\% < SI \leq 40\%$
- 2. Moderately Effective = $40\% < SI \leq 60\%$
- 3. Very Effective = $60\% < SI \leq 80\%$
- 4. Extremely Effective = $80\% < SI \leq 100\%$

Hasil dari klasifikasi seluruh variabel yang sudah diperoleh melalui perhitungan tersebut kemudian diplotkan pada matriks risiko yang dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Matriks Risiko

Kemungkinan	Tingkat keparahan				
	<i>Insignificant</i> (0)	<i>Minor</i> (1)	<i>Moderate</i> (2)	<i>Major</i> (3)	<i>Extreme</i> (4)
Rare (0)	L	L	L	L	M
Unlikely (1)	L	L	M	M	H
Possible (2)	L	M	M	H	H
Likely (3)	L	M	H	H	VH
Almost Certain (4)	M	H	H	VH	VH

Hasil seluruh perhitungan dari semua variabel dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut.

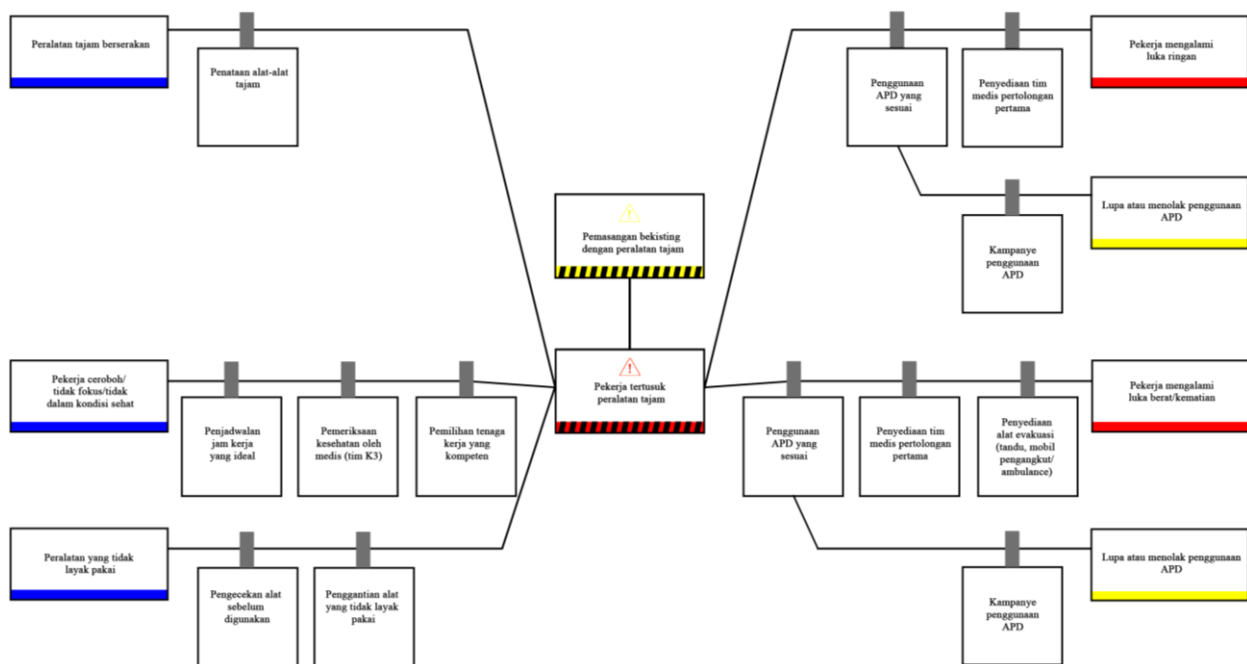
Tabel 4. Hasil Penilaian Tingkat Risiko

Variabel	<i>Frequency Index (FI)</i>	<i>Rank</i>	<i>Severity Index (SI)</i>	<i>Rank</i>	<i>Importance Index</i>	<i>Kategori Matriks</i>
1a	52.5%	2	32.5%	1	17.1%	M
1b	35.0%	1	30.0%	1	10.5%	L
1c	40.0%	1	37.5%	1	15.0%	L
1d	42.5%	2	45.0%	2	19.1%	M
1e	42.5%	2	37.5%	1	15.9%	M
1f	32.5%	1	40.0%	1	13.0%	L
1g	35.0%	1	52.5%	2	18.4%	M
1h	32.5%	1	52.5%	2	17.1%	M
1i	35.0%	1	27.5%	1	9.6%	L
1j	30.0%	1	30.0%	1	9.0%	L
2a	25.0%	1	32.5%	1	8.1%	L
2b	32.5%	1	40.0%	1	13.0%	L
2c	35.0%	1	47.5%	2	16.6%	M
2d	32.5%	1	37.5%	1	12.2%	L
2e	45.0%	2	52.5%	2	23.6%	M
3a	22.5%	1	30.0%	1	6.8%	L
3b	40.0%	1	50.0%	2	20.0%	M
3c	25.0%	1	35.0%	1	8.8%	L
3d	25.0%	1	25.0%	1	6.3%	L
3e	35.0%	1	52.5%	2	18.4%	M
3f	37.5%	1	45.0%	2	16.9%	M
4a	42.5%	2	57.5%	2	24.4%	M
4b	45.0%	2	57.5%	2	25.9%	M
4c	35.0%	1	45.0%	2	15.8%	M
4d	37.5%	1	42.5%	2	15.9%	M
4e	42.5%	2	60.0%	2	25.5%	M
5a	52.5%	2	52.5%	2	27.6%	M
5b	50.0%	2	47.5%	2	23.8%	M
6a	45.0%	2	47.5%	2	21.4%	M
6b	40.0%	1	42.5%	2	17.0%	M
6c	47.5%	2	42.5%	2	20.2%	M

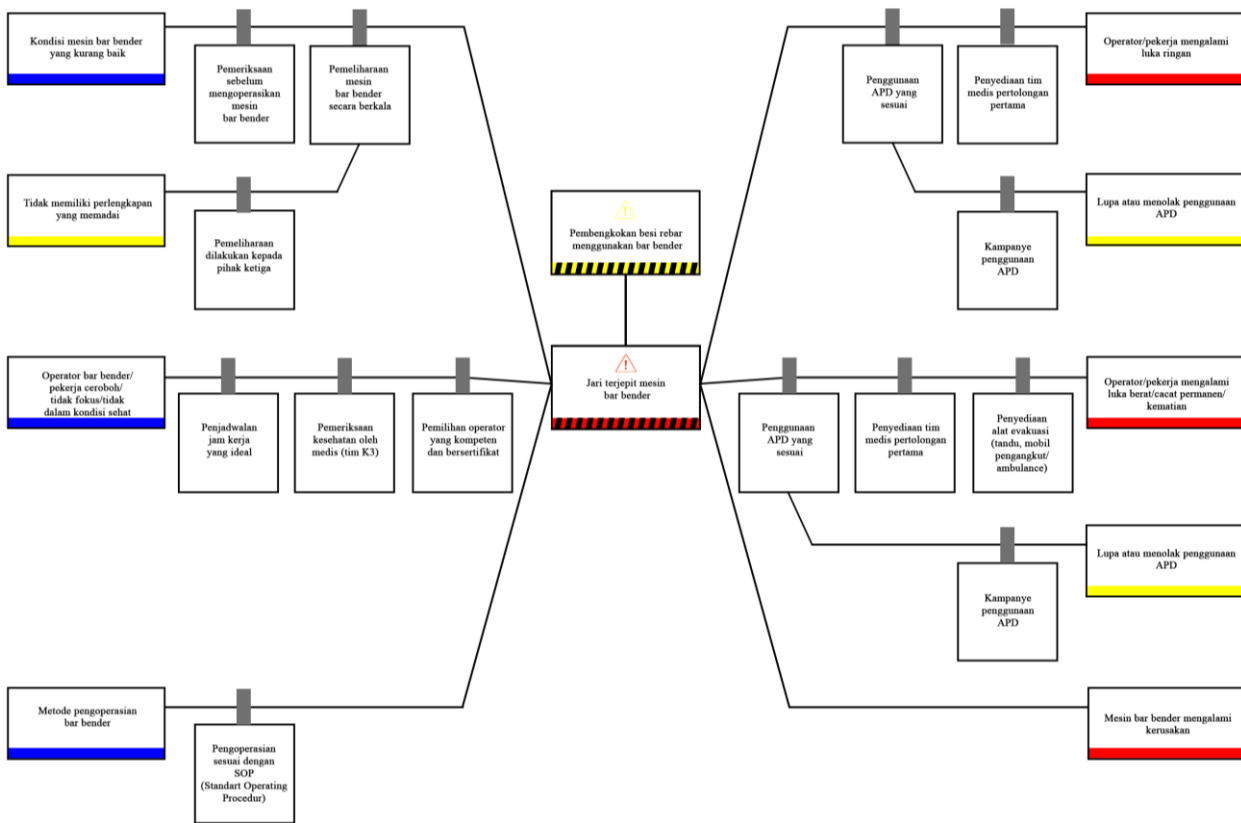
Variabel	Frequency Index (FI)	Rank	Severity Index (SI)	Rank	Importance Index	Kategori Matriks
6d	27.5%	1	27.5%	1	7.6%	L
6e	45.0%	2	42.5%	2	19.1%	M
7a	32.5%	1	50.0%	2	16.3%	M
7b	40.0%	1	62.5%	3	25.0%	M
8a	35.0%	1	65.0%	3	22.8%	M
8b	30.0%	1	45.0%	2	13.5%	M
8c	32.5%	1	40.0%	1	13.0%	L
8d	47.5%	2	45.0%	2	21.4%	M
8e	35.0%	1	35.0%	1	12.3%	L
9a	35.0%	1	45.0%	2	15.8%	M
9b	32.5%	1	45.0%	2	14.6%	M
9c	37.5%	1	50.0%	2	18.8%	M
9d	37.5%	1	35.0%	1	13.1%	L
9e	40.0%	1	60.0%	2	24.0%	M
9f	37.5%	1	52.5%	2	19.7%	M

Identifikasi Sumber Penyebab Kecelakaan dengan Metode *Bowtie*

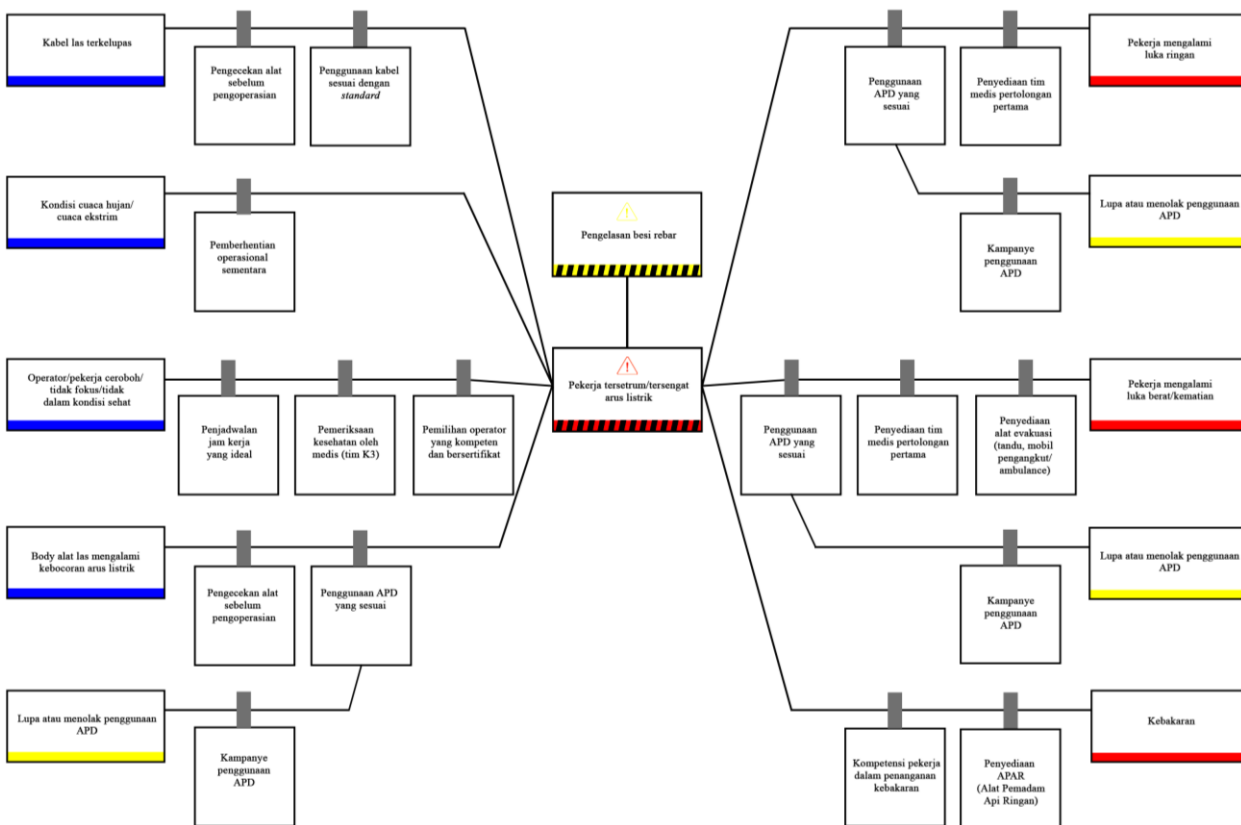
Setelah analisis penilaian tingkat risiko dilakukan maka dapat diketahui potensi risiko yang dominan. Dari Tabel 4 didapatkan 3 variabel dengan nilai *importance index* paling tinggi yaitu: pada variabel 5a (risiko pekerja tertusuk perlatan tajam), 4b (risiko jari terjepit mesin bar bender), dan 4e (risiko pekerja terserum/tersengat aliran listrik). Berikut adalah diagram *bowtie* risiko kecelakaan kerja yang paling dominan tersebut yaitu pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.



Gambar 2. Diagram *Bowtie* Risiko Pekerja Tertusuk Perlatan Tajam



Gambar 3. Diagram *Bowtie* Risiko Jari Terjepit Mesin Bar Bender



Gambar 4. Diagram *Bowtie* Risiko Pekerja Tersetrum/Tersengat Aliran Listrik

5. KESIMPULAN

1. Didapatkan risiko kecelakaan kerja yang paling dominan pada tahapan pelaksanaan konstruksi struktur bawah bangunan *Blending Silo* proyek “*EPC Talavera*” adalah risiko pekerja tertusuk peralatan tajam, risiko jari terjepit mesin bar bender, dan risiko pekerja tersetrum/tersengat arus listrik.
2. Penyebab, dampak, dan respon resiko dari risiko yang paling dominan adalah sebagai berikut:
 - 1) Penyebab dan kontrol:
 - a) Peralatan tajam berserakan.
 - i. Penataan alat-alat tajam.
 - b) Pekerja ceroboh/tidak fokus/tidak dalam kondisi sehat.
 - i. Penjadwalan jam kerja yang ideal.
 - ii. Pemeriksaan kesehatan oleh medis (tim K3).
 - iii. Pemilihan tenaga kerja yang kompeten dan bersertifikat.
 - c) Peralatan yang tidak layak pakai.
 - i. Pengecekan alat sebelum digunakan.
 - ii. Penggantian alat yang tidak layak pakai.
 - d) Kondisi mesin bar bender yang kurang baik.
 - i. Pemeriksaan sebelum mengoperasikan mesin bar bender.
 - ii. Pemeliharaan mesin bar bender secara berkala.
Faktor eskalasinya adalah tidak memiliki perlengkapan yang memadai dan kontrol eskalasinya adalah pemeliharaan dilakukan kepada pihak ketiga.
 - e) Metode pengoperasian bar bender.
 - i. Pengoperasian sesuai dengan SOP (Standart Operating Procedur).
 - f) Kabel alat las terkelupas
 - i. Pengecekan alat sebelum pengoperasian
 - ii. Penggunaan kabel sesuai dengan standard
 - g) Kondisi cuaca hujan/cuaca ekstrim
 - i. Pemberhentian operasional sementara
 - h) Body alat las mengalami kebocoran arus listrik
 - i. Penggunaan APD yang sesuai
Faktor eskalasinya adalah lupa atau menolak penggunaan APD dan kontrol eskalasinya adalah kampanye penggunaan APD.
 - ii. Pengecekan alat sebelum pengoperasian
 - 2) Dampak dan kontrol:
 - a) Luka ringan
 - i. Penggunaan APD yang sesuai
Faktor eskalasinya adalah lupa atau menolak penggunaan APD dan kontrol eskalasinya adalah kampanye penggunaan APD
 - ii. Penyediaan tim medis pertolongan pertama
 - b) Luka berat/kematian
 - i. Penyediaan tim medis pertolongan pertama
 - ii. Penggunaan APD yang sesuai
Faktor eskalasinya adalah lupa atau menolak penggunaan APD dan kontrol eskalasinya adalah kampanye penggunaan APD
 - iii. Penyediaan alat evakuasi (tandu, mobil pengangkut/ambulance)
 - c) Kebakaran
 - i. Kompetensi pekerja dalam penanganan kebakaran
 - ii. Penyediaan APAR(Alat Pemadam Api Ringan)
 - d) Mesin bar bender mengalami kerusakan

DAFTAR PUSTAKA

- Alijoyo, A., Wijaya, B., & Jacob, I. (2020). “31 Teknik Penilaian Risiko Berbasis ISO 31010”. Bandung: CRMS Indonesia.
- Anthony, M. B. (2019). Analisa Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Menggunakan Standar AS/NZS 4360:2004 Di Perusahaan Pulp&Paper. Jurnal Universitas Kadiri Kediri.
- Astuti, D. F. W. (2017). *Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Bowtie Pada Proyek One Galaxy Surabaya*. Skripsi. Surabaya : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.

- Aust, J., & Pons, D. (2019). Bowtie Methodology for Risk Analysis of Visual Borescope Inspection during Aircraft Engine Maintenance.
- Bramantio, B., & Rachmawati, F. (2021). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Bowtie pada Proyek The Grandstand Surabaya. *JURNAL TEKNIK ITS*.
- Erajati, D., Subekti, A., & Khairansyah, M. D. (2017). Identifikasi Bahaya dengan Menggunakan Metode Bowtie untuk Keselamatan Proses pada Boiler UBB di Pabrik III PT. Petrokimis Gresik.
- Gunawan, F.A. 2013. Kepemimpinan Keselamatan Kerja. Jakarta : Dian Rakyat.
- Handari, S. R., & Qolbi, M. S. (2019). Faktor-Faktor Kejadian Kecelakaan Kerja pada Pekerja Ketinggian di PT. X Tahun 2019. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*.
- Handayani, D. S. (2021). Aplikasi Bowtie Analysis untuk Identifikasi Environmental Critical Element (ECE) pada Floating Liquefied Natural Gas (FLNG) dan Pipa Gas Bawah Laut. Skripsi. Jakarta : Fakultas Perencanaan Infrastruktur.
- Hidayat, I. P., & Siswoyo. (2020). "Analisa Risiko Kesehatan Dan Keselamatan Kerja". *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, 35-44.
- Kartikasari, Ratih Dwi & Swasto, Bambang. (2017). Pengaruh Keselamatan dan Kesehatan Kerja Karyawan Terhadap Kinerja Karyawan. *Jurnal Administrasi Bisnis Vol. 44 No 01*. Malang : Fakultas Ilmu Administrasi Universitas Brawijaya.
- Maddeppungeng, A., Asyiah, S., & Iqbal, M. (2020). Metode Bowtie Untuk Dampak Kecelakaan Kerja Pada Proyek Jalan (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Tol Serpong – Balaraja Seksi I A). *Jurnal Konstruksia*.
- Marbun, R. J., Puspitasari, N. B., & Budiawan, W. (2015). Identifikasi Dan Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Area Produksi PT. Cengkareng Paper.
- Permata, E. G., Handy, M. I., & Ardi, M. F. (2021). Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Bow Tie Di PT. X. *Jurnal Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan*.
- Peruzzi, A., Kriswardhana, W., & Ratnaningsih, A. (2020). Risk Assessment Kecelakaan Kerja dengan Menggunakan Metode Domino Pada Proyek Apartemen Grand Dharmahusada Lagoon. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 103-116.
- Ramadhan, F. (2017). Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). *Seminar Nasional Riset Terapan 2017*.
- Supriyo. (2017). Manajemen Resiko Dalam Perspektif Islam. *Jurnal Promosi Vol 5 No 1*.
- Tagueha, W. P., Mangare, J. B., & Arsjad, T. T. (2018). Manajemen Resiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Unsrat). *Jurnal Sipil Statik*.
- The Australian and New Zealand Standard, "AS/NZS 4360:1999". 1999.
- Veroza, B. W. (2017). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Spazio Tower II Surabaya Menggunakan Metode Bowtie. Skripsi. Surabaya : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- Wilwin, & Sutandi, A. (2021). Studi Identifikasi Risiko pada Proyek Infrastruktur di Indonesia.