



Analisis Anggaran Biaya Mitigasi Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan *Activity Based Costing*

Galih Faqih Handoko¹, Jojok Widodo Soetjipto^{2*}, Syamsul Arifin³

^{1,2,3} Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jember

*Corresponding author's email: jojok.teknik@unej.ac.id

Diterima: Oktober 2023, Direvisi: Oktober 2023, Disetujui: Oktober 2023, Terbit: Oktober 2023

Abstract: *Implementing construction projects is an activity with a high risk of work accidents. Much research has been carried out on risk analysis but has yet to be integrated with the cost requirements to mitigate these risks. Therefore, it is necessary to study work accident risk analysis integrated with their mitigation budget. Risk analysis using the bowtie method aims to determine high risks and the responses (causes and impacts) of the risks caused. Meanwhile, the calculation of risk response costs uses the Activity Based Costing (ABC) method. This research uses assessment and interview methods with respondents with expertise and experience appropriate to the work in the case study. The research results show three dominant risks: workers falling from a height during the excavation process, workers falling from a height during bridge work, and slings breaking. 11 causal factors cause this dominant risk and cause eight impacts of work accidents. To reduce this risk requires 24 risk mitigations at Rp. 80,125,000. Combining these two methods has been proven to mitigate the risk of work accidents and the costs involved.*

Keywords: OSH; Risk; Bowtie Analysis; Budget Estimate; Activity Based Costing.

Abstrak: *Pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi merupakan kegiatan dengan tingkat risiko kecelakaan kerja yang tinggi. Penelitian tentang analisis risiko sudah banyak dilakukan tetapi masih belum mengintegrasikan dengan kebutuhan biaya untuk memitigasi agar risiko tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian analisis risiko kecelakaan kerja yang terintegrasi dengan anggaran biaya mitigasi risiko kecelakaan kerja. Analisis risiko menggunakan metode bowtie bertujuan untuk mengetahui risiko tinggi beserta respon (penyebab dan dampak) risiko yang ditimbulkan. Sedangkan untuk perhitungan biaya respon risiko menggunakan metode Activity Based Costing (ABC). Penelitian ini menggunakan metode penilaian dan wawancara pada responden yang memiliki kepakaran dan pengalaman sesuai pekerjaan pada studi kasus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 3 risiko dominan yaitu pekerja terjatuh dari ketinggian pada proses galian, pekerja terjatuh dari ketinggian pada pekerjaan jembatan, dan sling putus. Risiko dominan tersebut disebabkan oleh 11 faktor penyebab dan menimbulkan 8 dampak kecelakaan kerja. Untuk mengurangi risiko tersebut membutuhkan 24 mitigasi risiko dengan biaya sebesar Rp. 80.125.000. Penggabungan kedua metode ini terbukti mampu menyelesaikan mitigasi risiko kecelakaan kerja beserta biaya yang dibutuhkannya.*

Keywords: K3; Risiko; Bowtie Analysis; Anggaran Biaya; Activity Based Costing.

1. Pendahuluan

Pembangunan proyek jalan baru memiliki potensi risiko kecelakaan kerja. Risiko kecelakaan kerja dapat disebabkan oleh 3 faktor utama yaitu faktor manusia, alat/material, dan lingkungan kerja [1]. Kecelakaan kerja pada proyek konstruksi dapat menyebabkan kerugian bagi pekerja maupun kontraktor. Diperlukan sebuah analisis risiko untuk mengurangi tingkat risiko yang mungkin terjadi. Selain itu, risiko kecelakaan kerja membutuhkan biaya dalam pelaksanaan respon risiko. Penelitian terdahulu telah banyak dilakukan analisis risiko kecelakaan kerja yang ditimbulkan dalam bidang konstruksi. Metode Hazard Identification (HAZID) telah digunakan dalam identifikasi risiko kecelakaan kerja [2]. Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) digunakan dalam menganalisis bahaya dan control [3]. Metode lain yang telah digunakan ialah Fault Tree Analysis (FTA) untuk menentukan faktor penyebab utama dari setiap risiko kegiatan [4]. Metode FMEA (Failure Mode Effect Analysis) dapat digunakan untuk analisis kecelakaan kerja berupa prioritas risiko dan dampak yang ditimbulkan [5]. Metode-metode penelitian di atas hanya dapat menilai bahaya kecelakaan tanpa adanya kontrol atau mitigasi yang dapat dilakukan.

Risiko kecelakaan kerja yang telah dilakukan identifikasi perlu dilakukan analisis untuk mencegah maupun menangani risiko tersebut. Analisis risiko kecelakaan kerja perlu menggunakan metode yang dapat menganalisis tingkat risiko, penyebab, dampak, dan memitigasi suatu risiko. Metode yang dapat digunakan dalam analisis tersebut adalah metode

Bowtie Analysis. Metode ini merupakan gabungan dari metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Event Tree Analysis (ETA). Metode ini memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi faktor penyebab dan dampak kecelakaan kerja dengan kontrol atau mitigasi yang detail [6]. Bowtie Analysis telah banyak digunakan dalam analisis risiko berkaitan dengan kecelakaan kerja karena memiliki keunggulan dibandingkan metode lain. Pemberian tindakan preventif dan recovery dalam upaya merespon risiko merupakan keunggulan metode ini.

Salah satu kelemahan penelitian menggunakan metode Bowtie Analysis terdahulu adalah tidak memperhitungkan biaya respon risiko [7]. Saat ini setiap aktivitas pada proyek baik utama ataupun penunjang harus diperhitungkan biaya yang dibutuhkan sehingga proyek dapat mengetahui kebutuhan anggaran yang harus dipersiapkan. Oleh karena itu pada penelitian ini respon risiko kecelakaan kerja dari diagram bowtie dihitung biaya respon risikonya. Perhitungan anggaran biaya memiliki berbagai macam metode, salah satu metode yang dapat digunakan adalah Activity Based Costing. Metode ini dilakukan berdasarkan aktivitas yang dikerjakan di perusahaan [8].

Proyek Jalan Lintas Selatan Lot 7 berlokasi di Desa Tambakrejo hingga Serang Kabupaten Blitar. Proyek yang dikerjakan oleh salah satu BUMN membentang di kawasan perbukitan dengan panjang 12.85 Km. Proyek ini juga memiliki pekerjaan 13 titik pembuatan box culvert dan 2 titik jembatan di sepanjang jalan yang dikerjakan. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, Proyek Jalan Lintas Selatan ini memiliki risiko kecelakaan kerja tinggi. Risiko tersebut disebabkan karena kurangnya penerapan K3 dengan baik dan kondisi lingkungan proyek yang terbuka dan sangat rentan dengan kecelakaan kerja. Hal ini dapat menyebabkan kejadian kecelakaan kerja pada proyek tersebut.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui risiko tinggi yang mungkin terjadi pada proyek tersebut. Serta untuk mengetahui faktor penyebab dan dampak yang terjadi dengan pemberian rekomendasi tindakan dalam merespon hal tersebut dengan menggunakan metode Bowtie Analysis. Penelitian ini juga menganalisis biaya dari respon risiko menggunakan metode Activity Based Costing.

2. Metodologi

Bagian metodologi harus menjelaskan apa yang dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian, menjelaskan bagaimana hal itu dilakukan, membenarkan desain eksperimen, dan menjelaskan bagaimana hasil dianalisis. Dalam metodologi, penting untuk menggambarkan jenis penelitian; jenis data apa dan bagaimana data dikumpulkan dan/atau dipilih data Anda; bagaimana data dianalisis; alat atau bahan apa saja yang digunakan dalam penelitian; alasan pemilihan metode tersebut. Alasan pemilihan metode harus didukung oleh referensi.

Penelitian ini menggunakan beberapa tahapan meliputi rancangan/desain penelitian, pengumpulan data (penilaian risiko dan wawancara mitigasinya), analisis data untuk menentukan risiko tinggi, dan analisis biaya yang dibutuhkan untuk mitigasi risiko tersebut.

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada studi kasus Proyek Jalan Lintas Selatan Lot 7. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode Bowtie Analysis dan Activity Based Costing. Penelitian ini menggunakan hasil penilaian dan wawancara terhadap praktisi profesional yang bekerja pada objek penelitian. Penentuan responden pada objek penelitian ini menggunakan metode purposive sampling dengan kriteria yang telah ditetapkan oleh peneliti [9]. Responden yang dipilih adalah responden yang memiliki kriteria: staff ahli teknis di lapangan dan berpengalaman terhadap manajemen risiko kecelakaan kerja, pendidikan minimal D3, dan memiliki pengalaman kerja minimal 4 tahun. Adapun responden yang memenuhi kriteria tersebut berjumlah 8 orang staff. Hasil yang didapat dari penilaian responden ini dilakukan uji validitas dan reliabilitasnya.

2.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan yang ada di lokasi penelitian. Variabel risiko didapatkan dari studi literatur sebelumnya [10], [11], [12], [13]. Variabel risiko didapatkan dari studi literatur ditambahkan dengan hasil pengamatan langsung keseluruhan berjumlah 57 variabel.

2.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan teknik kuesioner dan wawancara kepada responden yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil pengumpulan data ini berupa penilaian terhadap severity dan likelihood risiko kecelakaan kerja, faktor penyebab terjadinya kecelakaan, dampak yang ditimbulkan oleh kecelakaan, dan rekomendasi kontrol untuk mengurangi penyebab dan dampak yang ditimbulkan oleh risiko kecelakaan kerja.

2.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan yang runtut dimulai dari penentuan variabel untuk penyusunan kuesioner pendahuluan melalui pengamatan langsung dan studi literatur. Kemudian dilakukan pengumpulan data berupa kuesioner dan wawancara untuk menghasilkan tingkat risiko, penyebab, dampak, dan respon risiko. Selanjutnya dilakukan pengujian validitas dan reliabilitas untuk hasil kuesioner. Pada penelitian ini uji validitas dilakukan dengan bivariate pearson dan uji reliabilitas dilakukan dengan Cronbach Alpha Adapun rumus uji validitas dan reliabilitas dapat dilihat pada persamaan berikut

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X \sum Y)}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2 (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (1)$$

Dengan:

r = Koefisien Korelasi
X = Skor Pertanyaan
Y = Total Skor
n = Jumlah Sampel

$$r = \left[\frac{k}{(k-1)} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right] \quad (2)$$

Dengan:

r = Nilai Reliabilitas
 $\sum \sigma_b^2$ = Total Nilai Varian Skor tiap Item
 σ_t^2 = Total Varian
k = Total Item Pertanyaan

Variabel yang telah dinyatakan validitas dan reliabilitas dapat digunakan dalam penyusunan kuesioner utama. Kuesioner utama ini digunakan untuk menentukan tingkat risiko setiap variabel. Penilaian risiko ditentukan dengan skala likert 1-5 berdasarkan severity dan likelihood risiko. Rumus dari severity index dan likelihood index menurut [14] sebagai berikut:

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

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

Tahapan selanjutnya melakukan pengkategorian tingkat risiko kecelakaan kerja menggunakan *importance index* dengan melihat matriks risiko. Metode *importance index* (IMPI) ini mempertimbangkan nilai frekuensi dan dampak [15]. Berikut merupakan rumus *importance index* menurut [14]:

$$IMPI = FI \times SI \quad (5)$$

Risiko dengan kategori tinggi dari hasil Importance Index dilakukan penentuan penyebab, dampak, dan kontrol pencegahan dan pemulihan. Analisis risiko ini menggunakan Bowtie

Analysis dengan hasil berbentuk sebuah diagram.

Respon risiko yang memerlukan biaya selanjutnya dihitung biayanya menggunakan metode *Activity Based Costing*. Metode ini dilakukan dengan menggolongkan aktivitas, kemudian menghubungkan biaya dengan aktivitas, menentukan pemicu biaya (*cost driver*) dari aktivitas, dilanjutkan dengan menentukan biaya sejenis (*cost pool*), menentukan tarif kelompok (*pool rate*), dan perhitungan biaya totalnya [16].

Tabel 1. Uji Validitas Variabel Risiko

Kode	Variabel Risiko	R hit	R tab	Ket
X1	Pekerja tergelincir/terjatuh dari ketinggian pada proses galian	0.976	0.707	V
X2	Pekerja terjatuh akibat elevasi yang curam	0.976	0.707	V
X3	Pekerja mengalami kecelakaan dengan alat berat	-0.685	0.707	TV
X4	Pekerja terpapar debu saat proses galian timbunan	0.791	0.707	V
X5	Pekerja tergores atau tertusuk material	0.795	0.707	V
X6	Pekerja tertimpa material jatuh	0.976	0.707	V
X7	Pekerja terserang penyakit DBD	-0.443	0.707	TV
X8	Alat berat terguling dari ketinggian	0.976	0.707	V
X9	Alat berat terguling akibat elevasi yang curam	0.795	0.707	V
X10	Alat berat mengalami rem blong	-0.685	0.707	TV
X11	Elevasi dan kepadatan tanah timbunan berubah akibat hujan	0.976	0.707	V
X12	Kecelakaan antar alat berat	0.759	0.707	V
X13	Kegagalan alat atau mesin	-0.467	0.707	TV
X14	Terjadi tanah longsor pada proses galian	0.795	0.707	V
X15	Pekerja terkena pecahan batu saat <i>drilling</i>	0.759	0.707	V
X16	Pekerja mengalami gangguan pendengaran akibat <i>drilling</i> lubang	0.791	0.707	V
X17	Pekerja menghirup gas beracun atau kekurangan oksigen	-0.608	0.707	TV
X18	Pekerja tersengat arus listrik	-0.665	0.707	TV
X19	Pekerja terpeleset atau terjatuh	0.759	0.707	V
X20	Alat berat terguling dari ketinggian	0.976	0.707	V
X21	Alat berat terguling akibat elevasi yang curam	0.759	0.707	V
X22	Terjadi kesalahan perakitan ledakan	-0.976	0.707	TV
X23	Terjadi gelombang tekanan udara (<i>air blast</i>)	0.759	0.707	V
X24	Terjadinya <i>overbreak</i> lubang ledak	-0.976	0.707	TV
X25	Terjadinya batuan melayang (<i>flying rock</i>)	0.759	0.707	V
X26	Terjadi getaran saat peledakan	-0.759	0.707	TV
X27	Bahan ledak meledak lebih cepat saat pengangkutan	0.759	0.707	V
X28	Gangguan pendengaran akibat kebisingan	0.759	0.707	V
X29	Pekerja terseret aliran sungai	-0.759	0.707	TV
X30	Pekerja terjatuh dari ketinggian	0.976	0.707	V
X31	Pekerja terpeleset	0.759	0.707	V
X32	Pekerja terjepit rangka baja	0.976	0.707	V
X33	Pekerja terjepit balok kayu	0.791	0.707	V
X34	Alat berat pemancangan kehilangan kendali	-0.795	0.707	TV
X35	<i>Sling crane</i> putus	0.976	0.707	V
X36	<i>Crane collapse</i>	0.822	0.707	V
X37	<i>Boom/jib</i> patah	0.791	0.707	V
X38	Alat berat terseret aliran sungai	0.822	0.707	V
X39	Alat berat terperosok atau tejatuh	-0.759	0.707	TV
X40	Dongkrak mengalami kegagalan menahan beban	0.822	0.707	V
X41	<i>Temporary support</i> terseret aliran sungai	0.791	0.707	V
X42	Balok kayu jatuh dari ketinggian	0.127	0.707	TV
X43	Material jatuh dari ketinggian	0.759	0.707	V
X44	Pekerja tertusuk alat <i>bar bender</i> atau <i>bar cutter</i>	-0.099	0.707	TV
X45	Pekerja tergores alat <i>bar bender</i> atau <i>bar cutter</i>	0.767	0.707	V
X46	Pekerja terpotong alat <i>bar bender</i> atau <i>bar cutter</i>	0.19	0.707	TV
X47	Pekerja terjepit bekisting	0.712	0.707	V
X48	Pekerja terjatuh dari ketinggian	-0.712	0.707	TV

Kode	Variabel Risiko	R hit	R tab	Ket
X49	Pekerja tergores atau tertusuk material	0.767	0.707	V
X50	Pekerja tertabrak alat berat	-0.976	0.707	TV
X51	Pekerja terkena cipratan beton	0.795	0.707	V
X52	Pekerja tersemprot beton	-0.767	0.707	TV
X53	Pekerja tersengat aliran listrik	-0.795	0.707	TV
X54	Alat berat terperosok atau tejatuh	0.795	0.707	V
X55	<i>Concrete mixer</i> atau <i>concrete pump</i> kehilangan kendali	0.767	0.707	V
X56	Material jatuh dari ketinggian	0.712	0.707	V
X57	Talang pengecoran roboh	0.712	0.707	V

Keterangan: V = Valid ; TV = Tidak Valid

Untuk perhitungan pool rate dan biaya total menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Pool Rate = \frac{Cost Poll}{Cost Driver} \quad (6)$$

$$BT = PR \times CD \quad (7)$$

Dengan:

BT = Biaya Total

PR = Pool Rate

CD = Cost Driver

3. Hasil dan Pembahasan

Variabel yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari variabel yang telah diuji validitasnya sehingga variabel tersebut merupakan variabel risiko yang diperkirakan terjadi pada lokasi penelitian.

3.1 Uji Validitas dan Reliabilitas

Hasil uji validitas variabel yang telah dikonfirmasi oleh responden menggunakan program bantu statistik dengan rumus bivariate pearson dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa dari 57 variabel, terdapat 38 variabel yang nilai r hitung $> r$ tabel [17] atau dinyatakan valid. Sedangkan 19 variabel dinyatakan tidak valid karena r hitung $< r$ tabel.

Variabel dari hasil validitas di atas kemudian dilakukan pengujian reliabilitas menggunakan program bantu statistik dengan rumus Cronbach Alpha dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa nilai Cronbach Alpha sebesar 0.988. Hal tersebut dapat dikatakan reliabel dan dapat diterima karena melebihi nilai 0,7 [17].

Tabel 2. Uji Reliabilitas Variabel Risiko

Cronbach's Alpha	N of Items
.988	38

3.2 Penilaian Tingkat Risiko

Variabel yang telah dinyatakan valid dan reliabel di atas digunakan dalam kuesioner utama. Kuesioner utama ini dilakukan untuk mendapatkan data frekuensi dan dampak dari setiap variabel tersebut. Dari nilai itu dapat diketahui tingkat risiko setiap variabel guna mengetahui risiko tinggi pada proyek. Penilaian kategori nilai frekuensi dan severity menggunakan skala likert sesuai dengan uraian yang terdapat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Dari hasil perhitungan nilai tingkat *frekuensi index* dan *severity index* dilakukan penentuan skala. Penentuan tingkat skala berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5. Setelah diketahui nilai *frequency index* dan *severity index* setiap variabel, dilanjutkan dengan penentuan tingkat risiko variabel tersebut. Tingkat risiko setiap variabel diperoleh dari hasil perhitungan *importance index*. Nilai *frequency index*, *severity index*, dan *importance index* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 3. Nilai *Frequency Index* [18]

Level	Deskripsi	Uraian
1	Rare	Jarang Terjadi
2	Unlikely	Terkadang Terjadi
3	Possible	Biasa Terjadi
4	Likely	Sering Terjadi
5	Almost Certain	Hampir Pasti Terjadi

Tabel 4. Nilai *Severity Index* [18]

No	Deskripsi	Uraian
1	Sangat Kecil	Tidak ada cedera, tidak menimbulkan kerugian finansial
2	Kecil	Cedera ringan, kerugian finansial sedikit
3	Sedang	Cedera sedang, kerugian finansial sedang
4	Berat	Cedera berat, kerugian finansial besar
5	Sangat Berat	Korban meninggal, kerugian sangat besar

Tabel 5. Tingkat Frequency dan Severity Index: [19]

No	Format	Keterangan
1	$0\% < SI \leq 20\%$	Sangat Kecil
2	$0\% < SI \leq 20\%$	Kecil
3	$0\% < SI \leq 20\%$	Sedang
4	$0\% < SI \leq 20\%$	Besar
5	$0\% < SI \leq 20\%$	Sangat Besar

Tabel 6. Hasil *Importance Index* dan Tingkat Risiko

Kode	Hasil FI	Rank	Hasil SI	Rank	Nilai IMPI	Tingkat
X1	53%	3	75%	4	12	T
X2	50%	3	41%	3	9	S
X4	78%	4	16%	1	4	R
X5	22%	2	25%	2	4	R
X6	31%	2	31%	2	4	R
X8	22%	2	22%	2	4	R
X9	22%	2	25%	2	4	R
X11	56%	3	31%	2	6	S
X12	16%	1	16%	1	1	R
X14	53%	3	47%	3	9	S
X15	50%	3	38%	2	6	S
X16	25%	2	25%	2	4	R
X19	56%	3	34%	2	6	S
X20	22%	2	31%	2	4	R
X21	34%	2	22%	2	4	R
X23	53%	3	38%	2	6	S
X25	59%	3	47%	3	9	S
X27	50%	3	47%	3	9	S
X28	22%	2	9%	1	2	R
X30	56%	3	75%	4	12	T
X31	69%	4	34%	2	8	S
X32	22%	2	44%	3	6	S
X33	34%	2	31%	2	4	R
X35	41%	3	81%	5	15	T
X36	16%	1	81%	5	5	S
X37	19%	1	81%	5	5	S
X38	19%	1	25%	2	2	R
X40	28%	2	63%	4	8	S
X41	16%	1	53%	3	3	R
X43	34%	2	41%	3	6	S
X45	13%	1	19%	1	1	R
X47	25%	2	22%	2	4	R

Kode	Hasil FI	Rank	Hasil SI	Rank	Nilai IMPI	Tingkat
X49	34%	2	22%	2	4	R
X51	28%	2	16%	1	2	R
X54	28%	2	22%	2	4	R
X55	9%	1	22%	2	2	R
X56	28%	2	44%	3	6	S
X57	53%	3	53%	3	9	S

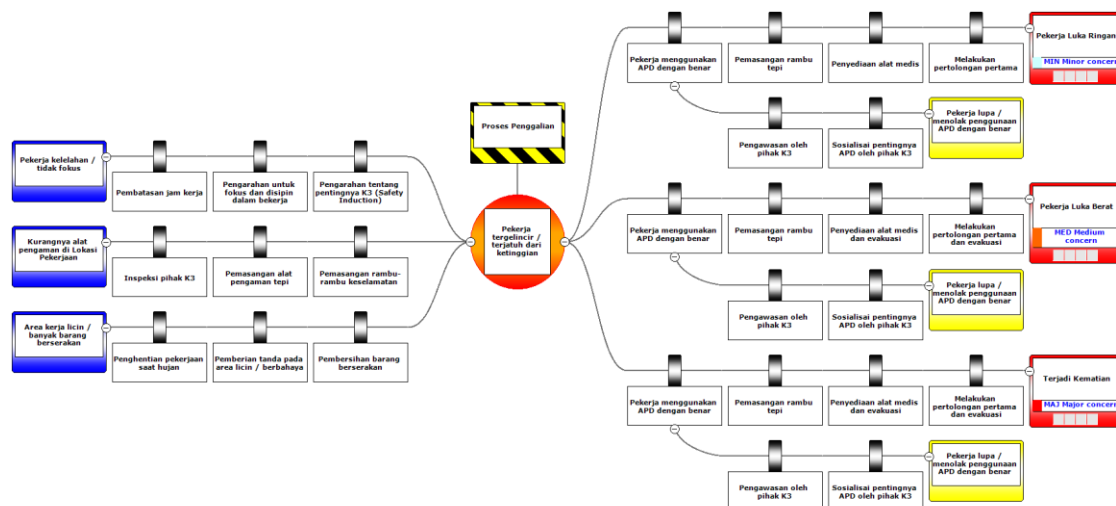
Keterangan: T = Tinggi; S = Sedang; R = Rendah

Dari hasil perhitungan *importance index* di atas, dapat diketahui terdapat 3 variabel kategori tinggi, 16 variabel kategori sedang, dan 19 variabel kategori rendah. 3 variabel kategori tinggi yaitu risiko pekerja tergelincir/terjatuh dari ketinggian pada proses galian (X1), pekerja terjatuh dari ketinggian pada pekerjaan jembatan (X30), dan sling putus (X35). Kemudian 3 variabel diatas dilakukan analisis penyebab, dampak, dan kontrol menggunakan *Bowtie Analysis*

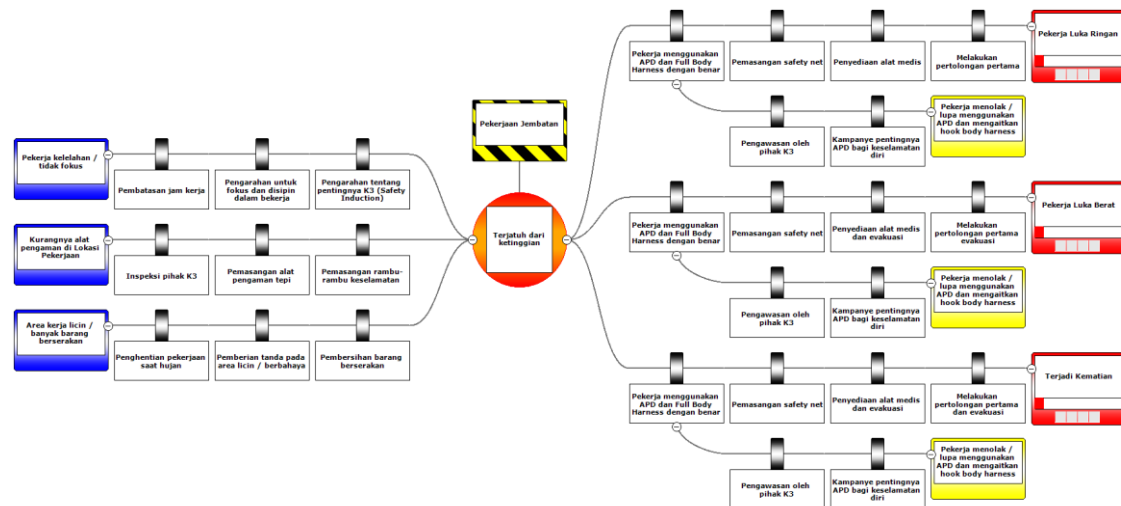
3.3 Analisis Bowtie

Metode *bowtie analysis* memuat faktor penyebab dan dampak dari risiko tinggi dengan disajikan dalam sebuah diagram. Pada sisi kiri diagram (berwarna biru) memuat faktor penyebab dari risiko, sedangkan sisi kanan (berwarna merah) merupakan dampak dari risiko. Langkah respon untuk mencegah terjadinya penyebab maupun dampak dari setiap risiko diletakkan pada kotak tanpa warna disamping kotak biru dan merah. Kendala yang terjadi dalam respon risiko dimuat pada kotak berwarna kuning di sisi kanan maupun kiri diagram.

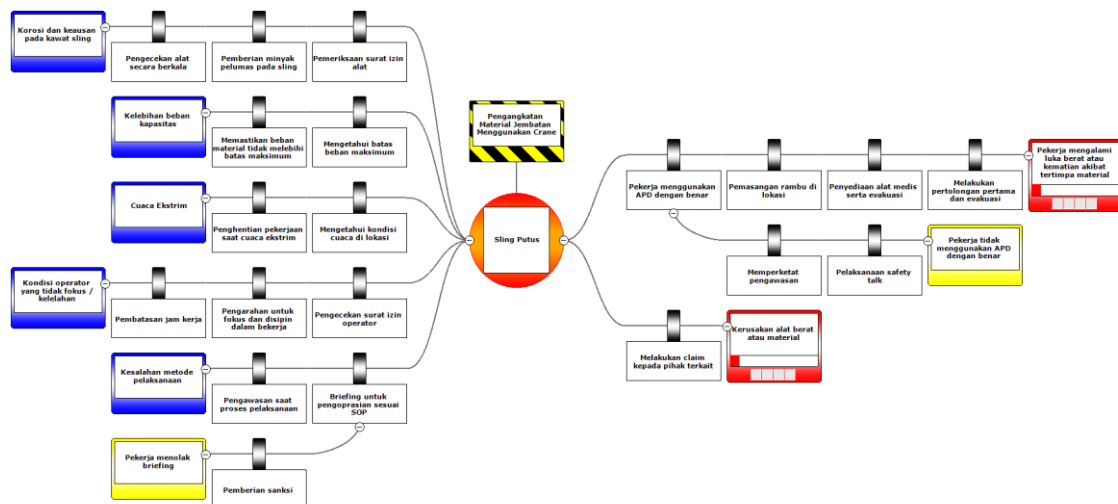
Faktor penyebab dan dampak risiko tinggi diperoleh dari hasil wawancara dengan pihak K3 yang ahli dan berpengalaman dalam bidang manajemen risiko kecelakaan kerja. Dari hasil wawancara dapat diketahui terdapat faktor penyebab dan dampak yang ditimbulkan oleh 3 risiko tinggi kecelakaan kerja. Dalam diagram *bowtie* juga memuat kontrol pencegahan serta kontrol penanganan untuk mengurangi hingga mencegah kecelakaan kerja terjadi pada lokasi penelitian. Adapun hasil dari analisis Bowtie dapat dilihat pada diagram Gambar 1 – 3.



Gambar 1. Diagram *Bowtie* Risiko Pekerja Tergelincir/Terjatuh dari Ketinggian pada Proses Galian



Gambar 2. Diagram *Bowtie* Risiko Pekerja Terjatuh dari Ketinggian pada Pekerjaan Jembatan



Gambar 3. Diagram *Bowtie* Risiko Sling Putus

1. Pekerja tergelincir/terjatuh dari ketinggian pada proses galian

Gambar 1 merupakan diagram *bowtie* risiko pekerja tergelincir/terjatuh dari ketinggian pada proses galian (X1). Pada risiko ini diketahui terdapat 3 faktor penyebab (biru), 33 dampak (merah), dan 21 respon risiko.

2. Pekerja terjatuh dari ketinggian pada pekerjaan jembatan

Gambar 2 merupakan diagram *bowtie* risiko pekerja terjatuh dari ketinggian pada pekerjaan jembatan (X30). Pada risiko ini diketahui 3 faktor penyebab (biru), 33 dampak (merah), dan 21 respon risiko.

3. Sling putus

Gambar 3 merupakan diagram *bowtie* risiko sling putus (X35). Pada risiko ini diketahui terdapat 5 faktor penyebab (biru) dan 2 dampak (merah) serta 17 respon risiko.

3.4 Perhitungan Biaya

Respon penyebab dan dampak dari 3 risiko tinggi di atas memerlukan biaya dalam pelaksanaannya. Maka dari itu dilakukan analisis anggaran biaya untuk respon risiko menggunakan metode *Activity-Based Costing*. Perhitungan dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Menggolongkan aktivitas

Aktivitas yang telah direkomendasikan dari hasil analisis *bowtie* sebelumnya perlu dikelompokkan. Pengelompokan aktivitas tersebut sesuai dengan Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Penggolongan aktivitas

Level Aktivitas	Kegiatan
Level Unit	Penyediaan APD
Level Batch	-
Level Produk	-
Level Fasilitas	Pemasangan Pengaman Tepi Galian
	Penyediaan Alat Medis
	Pemasangan Rambu Pengaman
	Sosialisasi K3
	Pemasangan Pengaman Tepi Jembatan
	Pelumasan Sling
	Melakukan Pertolongan Pertama

2. Menghubungkan biaya dan aktivitas

Aktivitas yang telah digolongkan kemudian dihubungkan dengan semua komponen biaya yang diperlukan untuk menjalankan aktivitas. Pada satu aktivitas dapat terhubung dengan lebih dari satu jenis pembiayaan. Hubungan antara biaya dan aktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8. Hubungan biaya dan aktivitas

Kegiatan	Biaya
Penyediaan APD	Helm Pengaman Sarung Tangan Sepatu Keselamatan Rompi Keselamatan Full Body Harness
Pemasangan Pengaman Tepi Galian	Stik Cone Safety Lane Barricade
Penyediaan Alat Medis	Kotak P3K Tandu Lipat
Pemasangan Rambu Pengaman	Rambu Petunjuk Rambu Peringatan Rambu Kewajiban
Sosialisasi K3	Banner K3 Poster k3 Papan Informasi K3
Pemasangan Pengaman Tepi Jembatan	Safety Net
Pelumasan Sling	Pelumas Sling
Pertolongan Pertama	Petugas Ahli K3

3. Menentukan *cost driver*

Biaya yang dibutuhkan oleh setiap aktivitas akan diklasifikasikan berdasarkan biaya pemicu (*cost driver*). Biaya *cost driver* sangat dipengaruhi oleh satuan sesuai biaya/jenis kegiatannya. Tabel 9 menggambarkan penentuan *cost driver* dari setiap aktivitas respon risiko. *Cost driver* ini dapat menjadi penentu harga satuan kegiatan.

Tabel 9. Cost Driver

Biaya	Cost Driver
Helm Pengaman	Jumlah Pekerja
Sarung Tangan	Jumlah Pekerja
Sepatu Keselamatan	Jumlah Pekerja
Rompi Keselamatan	Jumlah Pekerja
Full Body Harness	Jumlah Pekerja

Biaya	Cost Driver
Stik Cone	Panjang Area
Safety Lane Barricade	Panjang Area
Kotak P3K	Jumlah Area
Tandu Lipat	Jumlah Area
Rambu Petunjuk	Jumlah Area
Rambu Peringatan	Jumlah Area
Rambu Kewajiban	Jumlah Area
Banner K3	Jumlah Area
Poster k3	Jumlah Area
Papan Informasi K3	Jumlah Area
Safety Net	Panjang Area
Pelumas Sling	Jumlah Alat
Petugas Ahli K3	Jumlah Pekerja

4. Menentukan *Cost Pool*

Jenis biaya yang ada kemudian akan dikelompokkan dengan biaya lain yang mempunyai faktor yang sama. Tabel 10 merupakan pembentukan *cost pool* jenis biaya pada studi kasus penelitian ini.

Tabel 10. *Cost Pool*

Cost Pool	Kode	Biaya
Cost Pool 1	Y1	Helm Pengaman
	Y2	Sarung Tangan
	Y3	Sepatu Keselamatan
	Y4	Rompi Keselamatan
Cost Pool 2	Y5	Full Body Harness
Cost Pool 3	Y6	Stik Cone
	Y7	Safety Lane Barricade
Cost Pool 4	Y8	Kotak P3K
	Y9	Tandu Lipat
Cost Pool 5	Y10	Rambu Petunjuk
	Y11	Rambu Peringatan
	Y12	Rambu Kewajiban
	Y13	Banner K3
	Y14	Poster k3
	Y15	Papan Informasi K3
Cost Pool 6	Y16	Safety Net
Cost Pool 7	Y17	Pelumas Sling
Cost Pool 8	Y18	Petugas Ahli K3

5. Menentukan *Pool Rate*

Tarif kelompok ditentukan oleh biaya sejenis yang telah dikelompokkan dalam suatu *cost pool*. Penentuan *pool rate* pada aktivitas setiap respon risiko dapat dilihat pada Tabel 11.

6. Perhitungan biaya total

Perhitungan ini dilakukan dengan cara *pool rate* dikali dengan *cost driver* setiap aktivitas. Pada penelitian ini terdapat 3 biaya aktivitas mitigasi risiko seperti pada Tabel 12 berikut.

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat dijelaskan bahwa penggabungan kedua metode yaitu *metode bowtie* dan ABC, maka dapat disusun strategi respon risiko beserta kebutuhan biaya yang dibutuhkan untuk memitigasi risiko tersebut. Hasil temuan ini sangat bermanfaat dan dapat dikembangkan lebih lanjut dengan membangun sistem informasi yang jauh lebih besar dan akurat.

Tabel 11. Pool Rate

Cost Pool	Kode	Biaya		Cost Pool	Kode	Biaya	
Cost Pool 1	Y1	Rp	3.900.000	Cost Pool 5	Y10	Rp	2.000.000
	Y2	Rp	300.000		Y11	Rp	2.000.000
	Y3	Rp	7.800.000		Y12	Rp	2.000.000
	Y4	Rp	3.000.000		Y13	Rp	3.000.000
Jumlah Biaya		Rp	15.000.000		Y14	Rp	1.000.000
Jumlah Pekerja			60		Y15	Rp	9.000.000
Pool Rate 1		Rp	250.000	Jumlah Biaya		Rp	19.000.000
Cost Pool 2	Y5	Rp	2.275.000	Jumlah Area			20
		Rp	2.275.000	Pool Rate 5		Rp	950.000
Jumlah Pekerja			10	Cost Pool 6	Y16	Rp	1.332.000
Pool Rate 2		Rp	227.500	Jumlah Biaya		Rp	1.332.000
Cost Pool 3	Y6	Rp	12.750.000	Panjang Area			222
	Y7	Rp	356.000	Pool Rate 6		Rp	6.000
Jumlah Biaya		Rp	13.106.000	Cost Pool 7	Y17	Rp	1.112.000
Jumlah Panjang Area			60	Jumlah Biaya		Rp	1.112.000
Pool Rate 3		Rp	218.433	Jumlah Alat			4
Cost Pool 4	Y8	Rp	5.800.000	Pool Rate 7		Rp	278.000
	Y9	Rp	1.500.000	Cost Pool 8	Y18	Rp	21.000.000
Jumlah Biaya		Rp	7.300.000	Jumlah Biaya		Rp	21.000.000
Jumlah Area			2	Jumlah Pekerja			3
Pool Rate 4		Rp	3.650.000	Pool Rate 8		Rp	7.000.000

Tabel 12. Biaya Total

Level Aktivitas	Cost Driver	Bobot	Risiko	Risiko	Risiko
Level Unit	Jumlah Pekerja	40	Rp 10.000.000	Rp 2.500.000	Rp 2.500.000
		10			
		10			
	Jumlah Pekerja	10		Rp 2.275.000	
Level Fasilitas	Panjang Area	48	Rp 10.484.800	Rp 2.621.200	
		12			
	Jumlah Area	1	Rp 3.650.000	Rp 1.825.000	Rp 1.825.000
		0,5			
		0,5			
	Jumlah Area	16	Rp 15.200.000	Rp 1.900.000	Rp 1.900.000
		2			
		2			
	Panjang Area	222		Rp 1.332.000	
	Jumlah Alat	4			Rp 1.112.000
	Jumlah Pekerja	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
		1			
		1			
Jumlah Biaya Respon Risiko			Rp 46.334.800	Rp 19.453.200	Rp 14.337.000
Jumlah Biaya Total Respon Risiko					Rp 80.125.000

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa proyek pembangunan JLS Lot 7 Blitar memiliki risiko tinggi terjadi kecelakaan kerja. Risiko tinggi yang terjadi berupa pekerja terjatuh dari ketinggian pada proses galian, pekerja terjatuh dari ketinggian pada pekerjaan jembatan, dan sling putus. Hasil analisis terhadap 3 risiko tinggi tersebut diperoleh 11 faktor penyebab dan 8 dampak. Hasil Bowtie Analysis didapatkan 24 kegiatan kontrol pencegahan dan penanganan terhadap risiko dengan 4 faktor kendala (eskalasi). Respon risiko harus diambil adalah Penyediaan APD, Pemasangan Pengaman Tepi Galian, Penyediaan Alat Medis, Pemasangan Rambu Pengaman, Sosialisasi K3, Pemasangan Pengaman Tepi Jembatan, dan Pelumasan Sling, dan Melakukan Pertolongan Pertama. Kegiatan tersebut memerlukan

biaya sebesar Rp. 80.125.000 untuk pelaksanaannya berdasarkan perhitungan menggunakan Activity Based Costing.

Acknowledgment (Pilihan)

-

Daftar Pustaka

- [1] Y. S. Mulyo, S. Puro, and A. F. Fahrurroji, "Evaluasi Sistem Manajemen Risiko Keselamatan Kerja pada Pekerjaan Struktur Atas Di Proyek Pembangunan LRT Cawang–Dukuh Atas," *Media Tek. Sipil*, vol. 18, no. 1, pp. 43–55, 2020.
- [2] D. S. A. Yafi, "Assessment Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Menurut Variabel OHSAS dengan Menggunakan Metode HIRA, HAZID dan HAZOP," *Fak. Tek. Univ. Jember*, pp. 28–37, 2018.
- [3] Supriyadi, A. Nalhadi, and A. Rizal, "Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko K3 Pada Tindakan Perawatan dan Perbaikan Menggunakan Metode HIRARC (Hazard Identification And Risk Assesment Risk Control) pada PT. X," *Semin. Nas. Ris. Terap.*, no. July, pp. 281–286, 2015.
- [4] J. W. Soetjipto, O. H. Ul-Haq, and S. Arifin, "Asesmen Pelaksanaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Proyek Konstruksi dan Sistem Pengambilan Keputusan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis," *J. Bina Ketenagakerjaan*, vol. 2, no. 2, pp. 133–147, 2021.
- [5] A. J., S. H., and E. W.I., "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Bangunan Gedung Dengan Metode Fmea," *J. Muara Sains, Teknol. Kedokt. dan Ilmu Kesehat.*, vol. 1, no. 1, pp. 115–123, 2017, doi: 10.24912/jmstkik.v1i1.419.
- [6] I. A. Alfarezi, J. W. Soetjipto, and S. Arifin, "Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Masa Pandemi Covid-19 Dengan Metode Bowtie Analysis," *J. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 2, pp. 96–105, 2021, doi: 10.24815/jts.v10i2.21923.
- [7] A. Maddeppungeng, "Metode Bowtie Untuk Dampak Kecelakaan Kerja Pada Proyek Jalan (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Tol Serpong – Balaraja Seksi I A)," *J. Konstr.*, vol. 12, no. 1, pp. 135–143, 2020.
- [8] G. S. Rotikan, "Penerapan Metode Activity Based Costing Dalam Penentuan Harga Pokok Produksi Pada Pt. Tropica Cocoprime," *J. Ris. Ekon. Manajemen, Bisnis dan Akunt.*, vol. 1, no. 3, pp. 1019–1029, 2013, doi: 10.35794/emba.v1i3.2307.
- [9] Sugiyono, "Statistik Untuk Penelitian.pdf," pp. 1–370, 2007, [Online]. Available: <https://drive.google.com/file/d/0ByPwHcVompUhVFczOE5TTlpJMjg/view>.
- [10] Sarmini, Sunarno, and C. Irawan, "Kecelakaan Kerja Pada Proyek Jalan Tol Balikpapan-Samarinda Seksi V Beijing Urban Contruction Group Co ., Ltd (Manggar)," 2019.
- [11] H. Ghaisani and E. D. Nawawinetu, "Identifikasi Bahaya , Penilaian Risiko Dan Pengendalian Risiko Pada Proses Blasting di PT Cibaliung Sumberdaya , Banten," *Indones. J. Occup. Saf. Heal.*, vol. 3, no. 1, pp. 107–116, 2014.
- [12] S. Suparman and H. Fitriani, "Analisa Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Konstruksi Jembatan Musi Vi Palembang," *Cantilever*, vol. 5, no. 2, pp. 1–6, 2016, doi: 10.35139/cantilever.v5i2.46.
- [13] W. B. Veroza and C. B. Nurcahyo, "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Spazio Tower II Surabaya Menggunakan Metode Bowtie," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.25473.

- [14] L. Le-Hoi, Y. D. Lee, and J. Y. Lee, "Delay and cost overruns in Vietnam large construction projects: A comparison with other selected countries," *KSCE J. Civ. Eng.*, vol. 12, no. 6, pp. 367–377, 2008, doi: 10.1007/s12205-008-0367-7.
- [15] Y. O. L. Tobing, D. P. Sari, and P. A. Wicaksono, "Analisis Risiko Proyek Konstruksi Dengan Importance Index dan Bow Tie Analysis," *Ind. Enginerring Online J.*, vol. 7, no. 4, p. 2018, 2012.
- [16] R. Rahmadani, "Penerapan System Activity Based Costing (Sistem ABC) SEBAGAI Alternatif Dalam Menentukan Harga Pokok Produksi (Studi pada CV. Indah Cemerlang Malang)," *J. Adm. Bisnis S1 Univ. Brawijaya*, vol. 16, no. 1, p. 84906, 2014.
- [17] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2013.
- [18] M. R. Devi, A. Ismail, and E. Walujodjati, "Identifikasi Faktor Risiko Kecelakaan Kerja Menuju Zero Accident pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cisumdawu Phase II," *J. Konstr. Sekol. Tinggi Teknol. Garut*, vol. 16, no. 2, pp. 1–8, 2018.
- [19] I. Al-Hammad, "Criteria for Selecting Construction Labour Market in Saudi Arabia Ibrahim Al-Hammad, Ph.D.," 2008.

[This page is intentionally left blank]