

METODE ANALISIS BOWTIE UNTUK RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PROYEK BEPI OFFICE

Della Widyanti¹, Hasan Dani²

1) Program Studi Sarjana Terapan Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

2) Pengajar Program Studi Terapan Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang, Kota Surabaya

E-mail : dellawidyanti.20030@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Pembangunan gedung bertingkat merupakan salah satu pembangunan yang mempunyai risiko kecelakaan kerja tertinggi. Penggunaan cara yang tidak tepat atau tidak akurat dapat mengakibatkan kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja diartikan sebagai suatu kegiatan yang tidak direncanakan. Untuk menghindari risiko kecelakaan kerja, manajer proyek harus mampu mengelola risiko agar tidak berdampak fatal terhadap pencapaian tujuan proyek. Manajemen risiko yang efektif sangat penting untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola risiko kecelakaan kerja di lokasi proyek. Berdasarkan penjelasan latar belakang yang telah diberikan, maka tujuan dilakukannya penelitian yaitu untuk mengidentifikasi faktor risiko utama, penyebab, dan tindakan mitigasi risiko pada pembangunan gedung Bepi *Office* dengan menggunakan metode *Importance Index* (IMPI) dan *Bowtie Analysis*. Terdapat dua risiko utama yang termasuk dalam kategori berisiko tinggi yaitu pekerja tertimpa material pembersihan lahan dan pekerja terkena kawat tulangan.

Kata Kunci: Kecelakaan Kerja, Gedung Bertingkat, Risiko, Bowtie Analysis

Abstract

The construction of high rise buildings is one of the developments that has the highest risk of work accidents. The use of improper or inaccurate methods can lead to work accidents. Work accident is defined as an unplanned activity. To avoid the risk of work accidents, project managers must be able to manage risks so that they do not have a fatal impact on achieving project goals. Effective risk management is essential to identify, evaluate, and manage the risk of work accidents at the project site. Based on the background explanation that has been given, the purpose of the research is to identify the main risk factors, causes, and risk mitigation measures in the construction of the Bepi Office building using the Importance Index (IMPI) and Bowtie Analysis methods. There are two main risks that fall into the high-risk category, namely workers being hit by land clearing materials and workers being exposed to reinforcing wires.

Keywords: Work Accidents, High Rise Building, Risk, Bowtie Analysis

PENDAHULUAN

Bangunan bertingkat tinggi (*high rise building*) memiliki risiko fleksibilitas yang cukup tinggi (Budi Bagus Kuncoro & Dahlia, 2019). Salah satu contoh bangunan bertingkat tinggi atau *high rise building* adalah gedung perkantoran. Gedung perkantoran merupakan tempat untuk melaksanakan aktivitas perekonomian (Asnaf, 2022). Contoh gedung bertingkat adalah gedung perkantoran. Pembangunan gedung bertingkat merupakan salah satu pembangunan yang mempunyai risiko kecelakaan kerja tertinggi. Penggunaan cara yang tidak tepat atau tidak akurat dapat mengakibatkan kecelakaan kerja. Pada saat ini di Indonesia, kecelakaan kerja umumnya diabaikan. Kecelakaan kerja diartikan sebagai suatu kegiatan yang tidak direncanakan yang dapat mengganggu jalannya aktivitas pada proyek (Breegas B & Farida R, 2021).

Untuk menghindari risiko kecelakaan kerja, manajer proyek harus mampu mengelola risiko agar tidak berdampak fatal terhadap pencapaian tujuan proyek. Dalam konstruksi, risiko biasanya mengacu pada faktor-faktor yang dapat mengganggu tujuan proyek dalam hal waktu, biaya, atau kualitas. Identifikasi risiko yang dapat dihadapi penting untuk diwaspadai dan dipersiapkan oleh kontraktor sejak dini ketidakpastian yang muncul. Ada banyak cara untuk mengidentifikasi risiko, penilaian risiko, dan memprediksinya (Reddy, 2019).

Penelitian yang saat ini dilakukan merupakan proyek pembangunan gedung perkantoran oleh PT. Sinar Waringin Adikarya. Proyek yang sedang dijalankan oleh PT. Sinar Waringin Adikarya adalah sebuah proyek Pembangunan Bepi *Office* yang terletak di Darmo Vila, Pradhakalikendal, Kec. Dukuhpakis, Surabaya. Proyek pada penelitian ini merupakan gedung dengan kategori *High Rise Building*, dimana gedung tersebut memiliki jumlah lantai yang tinggi (delapan lantai) sehingga berpotensi menimbulkan berbagai risiko kecelakaan kerja yang mungkin terjadi pada saat pembangunan proyek. Proyek Bepi *Office* adalah proyek gedung bertingkat tinggi yang memiliki luas lahan $\pm 900 \text{ m}^2$. Manajemen risiko yang efektif sangat penting untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola risiko kecelakaan kerja di lokasi proyek. Dengan menerapkan pendekatan manajemen risiko yang komprehensif seperti ini, diharapkan dapat digunakan untuk mengidentifikasi, menilai, dan menganalisis risiko dengan metode *Bowtie*. Metode analisis *Bowtie* sangat berguna untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengelola risiko kecelakaan kerja, termasuk dalam proyek Bepi *Office*. Dengan menerapkan metode *Bowtie Analysis*, tim proyek Bepi *Office* dapat secara sistematis mengelola risiko

kecelakaan kerja, meningkatkan keselamatan di tempat kerja, dan mengurangi kemungkinan dampak negatif yang dapat timbul dari kecelakaan kerja.

Berdasarkan penjelasan latar belakang yang telah diberikan, maka tujuan dilakukannya penelitian yaitu untuk mengidentifikasi faktor risiko utama, penyebab, dan tindakan mitigasi risiko pada pembangunan gedung Bepi *Office* dengan menggunakan metode *Importance Index* (IMPI) dan *Bowtie Analysis*.

METODE

1. Variabel Penelitian

Data variabel kegiatan didapatkan melalui studi literatur yang sudah dilakukan dalam penelitian ini, selanjutnya hasil tersebut didiskusikan atau dilakukannya kuesioner pendahuluan dengan pihak proyek yang bertanggung jawab sebagai K3 untuk memvalidasi risiko yang mungkin terjadi.

2. Responden

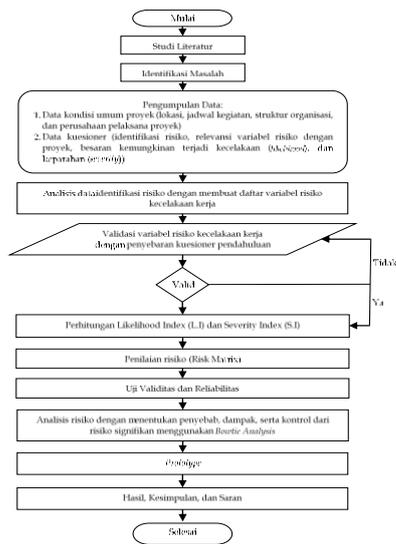
Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah sembilan orang. Penelitian ini menggunakan *non-probability sampling* dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Dalam penelitian ini, sembilan anggota sampel dipilih berdasarkan karakteristik tertentu yang berkaitan dengan tujuan penelitian

Berikut ini merupakan kriteria penentuan sampel:

- 1) Staf pelaksana yang menjabat sebagai *Site Manager*, *Site Engineer*, Tim Surveyor, Pelaksana, Logistik, dan Mekanik di PT Sinar Waringin Adikarya pada proyek Bepi *Office*.
- 2) Memiliki pengalaman di industri konstruksi minimal 1 tahun.
- 3) Memiliki latar belakang pendidikan SMK Bangunan.

3. Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1 Bagan Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identifikasi Variabel Risiko

Dalam survei ini, kami mengidentifikasi terlebih dahulu risiko kecelakaan kerja yang terjadi mulai dari tahap persiapan pekerjaan konstruksi hingga tahap pekerjaan pengecoran. Identifikasi risiko dilakukan dengan menyebarkan kuesioner awal kepada praktisi yang berpengalaman di industri konstruksi untuk mengidentifikasi variabel risiko yang valid. Berikut 11 variabel yang valid dari hasil identifikasi risiko yang sudah dilakukan:

Tabel 1. Variabel dan Indikator Risiko

Item Pekerjaan	Bahaya	Kode	Identifikasi Risiko
Pekerjaan Persiapan	Penggunaan alat berat pada saat pembersihan lahan (<i>dozer, dumptruck, excavator</i>)	1a	Pekerja tertabrak alat berat pada saat pembersihan lahan
		1b	Alat berat menabrak peralatan atau material lainnya
	1c	Pekerja tertimpa material pembersihan lahan	
	1d	Pekerja tergores material benda tajam akibat lokasi tidak bersih	
Pekerjaan Galian dan Urugan Tanah	Kondisi tanah becek atau licin	2a	Pekerja terpelesok atau jatuh akibat kondisi tanah becek atau licin
		2b	Pekerja terjatuh pada saat galian
	Lubang galian terbuka tidak aman	2c	Pekerja tertusuk material tajam berserakan
Pekerjaan Pembesian	Pelaksanaan penulangan	3a	Pekerja terkena debu dan kotoran pada saat pembobokan bekisting manual
		3b	Tangan pekerja terkena palu akibat pemasangan bekisting manual
Pekerjaan Pemasangan Bekisting	Pemasangan bekisting menggunakan peralatan tajam (manual)	4a	Pekerja terkena kawat tulangan
		4b	Pekerja terpelesok atau jatuh akibat becek atau licin

Item Pekerjaan	Bahaya	Kode	Identifikasi Risiko
Pekerjaan Pemasangan Bekisting	Pemasangan bekisting menggunakan peralatan tajam (manual)	3a	Pekerja terkena debu dan kotoran pada saat pembobokan bekisting
		3b	Tangan pekerja terkena palu akibat pemasangan bekisting manual
Pekerjaan Pemasangan Bekisting	Pemasangan bekisting menggunakan peralatan tajam (manual)	3a	Pekerja terkena debu dan kotoran pada saat pembobokan bekisting
		3b	Tangan pekerja terkena palu akibat pemasangan bekisting manual
Pekerjaan Pembesian	Pelaksanaan penulangan	4a	Pekerja terkena kawat tulangan
		4b	Pekerja terpelesok atau jatuh akibat becek atau licin

2. Penyebaran Kuesioner Likelihood dan Severity Index

Dilakukan penyebaran kuesioner guna memperoleh nilai *likelihood* dan *severity index* terharap para ahli atau pakar di bidang konstruksi bangunan. Temuan ditentukan menggunakan skala kemungkinan dan *level* keparahan melalui tabel risiko di bawah ini:

Tabel 2. Kemungkinan Kejadian (*likelihood*)

Tingkat Likelihood	Uraian	Definisi
1	Jarang Sekali	Terjadi <2 kali kejadian
2	Jarang	Terjadi 2-3 kali kejadian
3	Sedang	Terjadi 3-4 kali kejadian
4	Sering	Terjadi 4-5 kali kejadian
5	Sangat Sering	Terjadi >5 kali kejadian

(Sumber: Abdurrahman, 2012)

Tabel 3. Keparahannya (*severity*)

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

(Sumber: (Asih, 2021))

Tabel 4. Hasil Survei Kemungkinan dan Keparahan

Kode Kegiatan	Likelihood					Severity				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1a	6	0	0	0	3	5	1	0	0	3
1b	6	0	0	0	3	5	1	0	0	3
1c	3	2	0	0	4	3	0	2	0	4
2a	2	4	3	0	0	4	2	3	0	0
2b	2	3	4	0	0	2	3	4	0	0
2c	6	0	0	2	1	6	0	0	2	1
2d	4	2	3	0	0	4	2	3	0	0
3b	3	3	1	1	1	3	2	2	1	1
4a	3	0	3	1	2	2	2	1	1	3

Tabel 4 menunjukkan temuannya, kode kegiatan 1a terdapat enam responden memilih skala 1 dan tiga responden skala 5 untuk nilai *likelihood*, serta untuk nilai *severity* lima responden memilih skala 1, dua responden memilih skala 1, dan tiga responden memilih skala 5.

3. Uji Validitas dan Reliabilitas

Hasil variabel yang dipastikan responden dianalisis menggunakan persamaan *Bivariate Person* melalui program SPSS. Dalam penyusunan kuesioner juga digunakan validasi dari ahli yang berjumlah 1 orang. Berdasarkan perhitungan SPSS diperoleh hasil bahwa dari 11 variabel yang telah dikonfirmasi, 9 variabel dinyatakan valid karena $R_{hitung} > R_{tabel} = 0,666$ dan sebanyak 2 variabel dinyatakan tidak valid.

Variabel yang valid tersebut di atas dilakukan uji reliabilitas dengan persamaan *Cronbach Alpha* melalui program bantu statistik dan diperoleh hasil seperti pada gambar berikut:

Cronbach's Alpha	N of Items
.892	11

Gambar 2 Hasil Reliabilitas

Uji reliabilitas menunjukkan nilai *Cronbach Alpha* sebesar 0,892 sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap variabel dapat diandalkan.

4. Penilaian Risiko

a. Hasil Penilaian Persepsi Kemungkinan

Evaluasi penilaian persepsi kemungkinan risiko yang dihasilkan dilakukan dengan menggunakan analisis persepsi. Analisis ini membantu menentukan skor untuk tiap variabel risiko.

Dikarenakan tiap indikator mempunyai nilai kemungkinan yang tidak sama, maka nilai *Likelihood Index* dihitung dengan rumus:

$$L.I = \frac{\sum_{i=1}^5 a_i n_i}{5xN} \times 100\%$$

Contoh yang digunakan pada variabel 1a dengan kegiatan pekerjaan persiapan yang memiliki risiko pekerja tertabrak alat berat. Dari hasil survey tingkat kemungkinan diketahui enam responden mengisi kategori 1 dan tiga responden mengisi kategori 5. Temuan tersebut selanjutnya akan dihitung menggunakan rumus di atas. Oleh karena itu, skor variabel yang diperoleh untuk penilaian risiko dengan kode 1a adalah 47%.

$$L.I = \frac{\sum_{i=1}^5 (1x6) + (2x0) + (3x0) + (4x0) + (5x3)}{5x(9)} \times 100\%$$

$$L.I = 47\%$$

b. Hasil Penilaian Persepsi Keparahan

Evaluasi penilaian persepsi tingkat keparahan diperkirakan sama seperti penilaian persepsi dalam tingkat kemungkinan. Setiap indikator mempunyai nilai kategori keparahan yang menunjukkan perbedaan antar variabel, maka dibutuhkan perhitungan *Severity Index* sebagai berikut:

$$S.I = \frac{\sum_{i=1}^5 a_i n_i}{5xN} \times 100\%$$

Misalnya dilakukan pada variabel 1a, operasi penggalian dan urugan tanah dimana terdapat resiko kondisi tanah becek atau licin, terdapat resiko terperosok dan jatuh bagi pekerja. Survei tingkat keparahan menunjukkan bahwa lima responden mengisi tingkat keparahan 1, satu responden mengisi tingkat keparahan 2, dan tiga responden mengisi tingkat keparahan 5. Dengan demikian, hasil dari penilaian tingkat keparahan untuk variabel risiko 1a sebesar 49%.

$$S.I = \frac{\sum_{i=1}^5 (1x5) + (2x1) + (3x0) + (4x0) + (5x3)}{5x(9)} \times 100\%$$

$$S.I = 49\%$$

Hasil pemeringkatan yang diperoleh dari klasifikasi nilai indeks probabilitas dan indeks keparahan disesuaikan dengan menggunakan referensi tabel berikut:

Tabel 5. Klasifikasi Probabilitas dan Keparahan

Nomor	Tingkatan Kelas	Nilai
1	<i>Extremely Ineffective</i>	0% < S.I ≤ 20%
2	<i>Ineffective</i>	20% < S.I ≤ 40%
3	<i>Moderately Effective</i>	40% < S.I ≤ 60%
4	<i>Very Effective</i>	60% < S.I ≤ 80%
5	<i>Extremely Effective</i>	80% < S.I ≤ 100%

(Sumber: Robby Guntara, 2018)

Misalnya nilai indeks probabilitas kegiatan 1a adalah 47%, maka peringkat kegiatan ini

termasuk dalam peringkat 3 dengan tingkatan kelas *Moderately Effective* $40\% < S.I \leq 60\%$.

Hasil evaluasi indeks kemungkinan dan indeks keparahan keseluruhan responden disajikan pada tabel berikut:

Tabel 6. Hasil Penilaian Tingkat Kemungkinan dan Keparahan

Kegiatan	(L.I.)	Tingkat	(S.I.)	Tingkat
1a	47%	3	49%	3
1b	47%	3	49%	3
1c	60%	3	64%	4
2a	42%	3	38%	2
2b	44%	3	44%	3
2c	42%	3	42%	3
2d	38%	2	38%	2
3b	47%	3	49%	3
4a	58%	3	62%	4

c. Penggolongan Tingkat Risiko

Skala pemeringkatan dikategorikan dan hasil evaluasi terhadap hasil yang dicapai diplotkan pada matriks risiko sebagai berikut:

Tabel 7. Matriks Risiko

Kemungkinan (Likelihood)	Keparahan (Severity)				
	Tingkat	Kecil	Sedang	Berat	Bencana
	1	2	3	4	5
5	T	T	E	E	E
4	M	T	T	E	E
3	L	M	T	E	E
2	L	L	M	T	E
1	L	L	M	T	T

Keterangan:

E-Risiko Ekstrim = Sangat berisiko, dibutuhkan tindakan secepatnya

T-Risiko Tinggi = Berisiko besar, dibutuhkan perhatian dari manajemen puncak

M-Risiko Sedang = Risiko sedang, tanggung jawab manajemen harus spesifik

L-Risiko Rendah = Risiko rendah, ditangani dengan prosedur rutin

Tabel 5, indikator risiko kode 1a memiliki nilai indeks probabilitas sebesar 47% pada peringkat 3 dan nilai indeks keparahan sebesar 49% pada peringkat 3. Kemudian direpresentasikan dalam tabel matriks risiko sesuai tabel di atas. Variabel 1a termasuk dalam 'T' risiko tinggi seperti terlihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Hasil Pemetaan Risiko 1a pada Matriks

Kemungkinan (Likelihood)	Keparahan (Severity)				
	Tingkat	Kecil	Sedang	Berat	Bencana
	1	2	3	4	5
5	T	T	E	E	E
4	M	T	T	E	E
3	L	M	T	E	E
2	L	L	M	T	E
1	L	L	M	T	T

Klasifikasi indikator seluruh risiko, dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Evaluasi Penggolongan Matriks Risiko

Kegiatan	(L.I.)	Rank	(S.I.)	Rank	Kategori Matriks
1a	47%	3	49%	3	T
1b	47%	3	49%	3	T
1c	60%	3	64%	4	E
2a	42%	3	38%	2	M
2b	44%	3	44%	3	T
2c	42%	3	42%	3	T
2d	38%	2	38%	2	L
3b	47%	3	49%	3	T
4a	58%	3	62%	4	E

Hasil keseluruhan menunjukkan bahwa variabel yang termasuk dalam risiko ekstrim adalah variabel aktivitas 1c dan 4a. Variabel-variabel ini mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap pelaksanaan proyek dan dianggap dominan. Oleh karena itu, analisis *Bowtie* diperlukan guna menemukan penyebab, akibat, serta pengendalian variabel risiko kecelakaan kerja tersebut.

Tabel 10. Hasil Matriks Risiko

Kemungkinan (Likelihood)	Keparahan (Severity)				
	Tingkat	Kecil	Sedang	Berat	Bencana
	1	2	3	4	5
5					
4					
3		2a	1a, 1b, 2b, 2c, 3b	1c, 4a	
2		2d			
1					

Pada tabel di atas disajikan hasil matriks risiko yang berguna untuk menggolongkan tingkat risiko kecelakaan kerja yang terjadi.

5. Analisis Risiko

