

ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG MENGGUNAKAN METODE BOW TIE ANALYSIS (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL AZANA BANDAR LAMPUNG)

Fajri Dharmais¹, Anggarani Budi Ribowo^{2*}, Rajiman³, Putri Ayu Dwiyanas⁴

¹Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan

*Email: anggarani.ribowo@si.itera.ac.id

ABSTRAK

Proyek pembangunan Hotel Azana Bandar Lampung merupakan proyek gedung berlantai 11 yang memiliki potensi risiko kecelakaan kerja tinggi. Identifikasi risiko dilakukan terhadap beberapa faktor, seperti kurang fokusnya pekerja, penggunaan alat berat, area proyek yang tidak bersih, dan rendahnya kesadaran penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko kecelakaan melalui identifikasi risiko, survei lapangan, penilaian tingkat kecelakaan (likelihood index dan severity index), serta penentuan peringkat risiko. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko paling dominan adalah pekerja terjatuh dari ketinggian dengan likelihood index 21% dan severity index 64%, serta putusannya sling crane dengan likelihood index 7% dan severity index 61%. Analisis risiko menggunakan diagram Bow Tie mengungkap bahwa risiko pekerja terjatuh disebabkan oleh kecerobohan pekerja, tidak adanya alat pengaman, fasilitas yang tidak memadai, dan kebersihan lokasi yang buruk, dengan konsekuensi berupa luka ringan, luka berat, atau kematian. Sementara itu, risiko putusannya sling crane dipicu oleh usia alat yang sudah tua, kondisi sling tidak aman, kelebihan beban, cuaca ekstrem, kurang fokusnya operator, dan tidak adanya rambu pengaman, yang berakibat pada luka berat, kematian, atau kerusakan alat berat. Kontrol peristiwa dan faktor eskalasi juga dianalisis untuk memitigasi risiko yang mungkin terjadi.

Kata kunci: Manajemen Risiko Proyek, Kecelakaan Konstruksi, Analisis Bow Tie

ABSTRACT

The construction project of Hotel Azana Bandar Lampung, an 11-story building, poses significant workplace accident risks. Hazard identification revealed several contributing factors, including worker inattentiveness, heavy equipment operation, untidy worksites, and low compliance in using Personal Protective Equipment (PPE). This study aimed to analyze occupational hazards through risk identification, field surveys, accident-level assessment (likelihood and severity indices), and risk prioritization. A qualitative methodology was employed. The dominant risks identified were falls from heights (likelihood index: 21%, severity index: 64%) and crane sling breakage (likelihood index: 7%, severity index: 61%). Bowtie diagram analysis demonstrated that fall risks were caused by worker negligence, lack of safety equipment, inadequate facilities, and poor site cleanliness, resulting in minor injuries, severe injuries, or fatalities. Meanwhile, crane sling failure was attributed to aged equipment, unsafe sling conditions, material overload, extreme weather, operator distraction, and absent safety signage, leading to severe injuries, fatalities, or equipment damage. Event controls and escalation factors were further examined to mitigate potential risks.

Keywords: Project Risk Management, Construction Accidents, Bow Tie Analysis

1. PENDAHULUAN

Pembangunan gedung bertingkat merupakan salah satu jenis proyek konstruksi yang memiliki tingkat risiko tinggi, terutama terkait dengan keselamatan kerja. Proyek seperti pembangunan Hotel Azana Bandar

Lampung, yang melibatkan pembangunan gedung setinggi 11 lantai, menghadirkan berbagai tantangan dalam manajemen risiko, baik dalam hal teknik maupun operasional. Risiko kecelakaan kerja di proyek konstruksi dapat timbul akibat berbagai faktor, seperti

penggunaan alat berat yang tidak terstandarisasi, kondisi lingkungan kerja yang kurang mendukung, serta kurangnya kepedulian terhadap keselamatan pekerja. Proyek konstruksi, dengan karakteristik yang melibatkan pekerjaan di ketinggian, penggunaan material berat, serta risiko kerja di bawah kondisi cuaca yang tidak menentu, memiliki potensi besar untuk menimbulkan kecelakaan yang dapat membahayakan pekerja maupun menghambat kelancaran proyek.

Di Indonesia, angka kecelakaan kerja di sektor konstruksi masih menjadi perhatian serius, dengan sebagian besar kecelakaan disebabkan oleh faktor manusia, kelalaian operasional, dan infrastruktur yang tidak memenuhi standar keselamatan. Faktor-faktor tersebut, jika tidak ditangani dengan baik, dapat menimbulkan akibat yang merugikan, baik dari sisi kesehatan pekerja, kerugian material, maupun dampak terhadap jadwal proyek. Oleh karena itu, penting untuk memiliki sistem manajemen risiko yang efektif untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan risiko-risiko tersebut sebelum berakibat fatal.

Salah satu pendekatan yang efektif dalam manajemen risiko adalah penggunaan Bow Tie Analysis (BTA), yang merupakan teknik analisis yang menggabungkan metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Event Tree Analysis (ETA). Bow Tie Analysis berfungsi untuk memetakan hubungan antara penyebab dan akibat dari peristiwa risiko yang dapat terjadi. Dalam diagram Bow Tie, sisi kiri menggambarkan kontrol yang bersifat proaktif (untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kejadian), sedangkan sisi kanan menggambarkan kontrol yang bersifat reaktif (untuk mengurangi dampak atau akibat dari kejadian yang telah terjadi). Dengan pendekatan ini, identifikasi dan evaluasi risiko dapat dilakukan secara lebih sistematis dan komprehensif, yang memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam pengendalian risiko pada proyek konstruksi.

Pendekatan ini sangat relevan untuk diterapkan pada proyek konstruksi gedung bertingkat, yang memiliki kompleksitas tinggi dan banyak potensi risiko yang harus dikelola dengan hati-hati. Bow Tie Analysis tidak hanya

memungkinkan untuk mengidentifikasi risiko yang terkait dengan berbagai tahapan pekerjaan, tetapi juga membantu dalam merancang langkah-langkah mitigasi yang dapat mengurangi kemungkinan kecelakaan dan memperkecil dampak yang mungkin timbul.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko kecelakaan yang mungkin terjadi dalam proyek pembangunan Hotel Azana Bandar Lampung. Proses analisis risiko dimulai dengan pengumpulan data melalui wawancara dengan pihak terkait, observasi lapangan, dan survei pendahuluan. Selanjutnya, penelitian ini akan mengaplikasikan metode Bow Tie Analysis untuk memetakan potensi risiko kecelakaan kerja, mengevaluasi tingkat kemungkinan (likelihood) dan tingkat keparahan (severity) dari setiap risiko, serta menentukan langkah-langkah pengendalian yang tepat untuk mengurangi atau menghilangkan risiko tersebut. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi terkait penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang lebih efektif di proyek-proyek konstruksi, khususnya yang melibatkan pekerjaan dengan risiko tinggi.

Secara lebih luas, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang manajemen risiko konstruksi dan memberikan panduan bagi pelaku industri konstruksi dalam meningkatkan keselamatan kerja di lapangan. Dengan demikian, hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk proyek-proyek serupa di masa depan, sehingga dapat meminimalkan risiko kecelakaan dan mengoptimalkan keberhasilan proyek konstruksi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kecelakaan kerja pada proyek pembangunan Hotel Azana Bandar Lampung dengan menggunakan metode Bow Tie Analysis. Penelitian dilakukan secara deskriptif kualitatif untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi risiko yang terjadi selama proses konstruksi, serta untuk menentukan tingkat kemungkinan (likelihood) dan keparahan (severity) dari kecelakaan kerja yang

dapat terjadi. Data diambil menggunakan survei pendahuluan, studi literatur, wawancara, dan observasi lapangan.

2.1 Analisis Data

Proses analisis data dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Identifikasi Risiko:** Berdasarkan hasil wawancara, observasi lapangan, dan survei pendahuluan, peneliti mengidentifikasi berbagai potensi risiko yang dapat terjadi dalam proyek konstruksi. Risiko ini dikategorikan dalam beberapa tipe, seperti risiko terkait dengan penggunaan alat berat, pekerjaan di ketinggian, dan kondisi lingkungan yang tidak aman.
- Penilaian Risiko:** Risiko yang teridentifikasi dinilai berdasarkan dua parameter utama, yaitu likelihood (kemungkinan terjadinya peristiwa) dan severity (keparahan akibat peristiwa). Penilaian ini menggunakan skala dari 0 hingga 4, dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 1. Skala Penilaian Risiko

	Severity	Deskripsi
0: Hampir Pasti	0: Tidak Signifikan	Tidak ada kerugian atau cedera
1: Sering Terjadi	1: Kecil	Cedera ringan, kerugian kecil
2: Dapat Terjadi	2: Sedang	Cedera berat, kerugian finansial besar
3: Kadang-kadang	3: Berat	Cedera parah, kerugian besar
4: Jarang Terjadi	4: Bencana	Kematian, kerugian sangat besar

Penilaian risiko dilakukan dengan mengisi kuesioner yang disebarkan kepada responden yang terlibat dalam proyek, dengan menggunakan skala di atas untuk menentukan kemungkinan dan keparahan setiap jenis risiko.

Penggunaan Metode Bow Tie Analysis: Setelah risiko teridentifikasi dan dinilai, analisis lebih lanjut dilakukan dengan menggunakan Bow Tie Analysis. Metode ini menggambarkan hubungan antara penyebab (causes), peristiwa puncak (top event), dan akibat (effects) dari suatu risiko. Diagram Bow Tie akan menggambarkan kontrol yang dapat mengurangi kemungkinan terjadinya peristiwa serta kontrol untuk mengurangi dampak peristiwa tersebut. Diagram ini

membantu dalam menentukan langkah-langkah pengendalian yang efektif. Diagram Bow Tie memetakan:

- **Penyebab:** Faktor yang dapat memicu terjadinya kecelakaan.
- **Peristiwa Puncak:** Kejadian yang tidak diinginkan yang terjadi akibat penyebab tersebut.
- **Akibat:** Dampak atau konsekuensi yang ditimbulkan oleh peristiwa puncak.



Gambar 1. Diagram Bow Tie

Berisi bagaimana data dikumpulkan, sumber data dan cara analisis data, disertai alur penelitian yang dilakukan.

3. TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen risiko kecelakaan kerja pada proyek konstruksi sangat penting untuk meningkatkan keselamatan kerja dan kelancaran proyek. Kecelakaan di sektor konstruksi sering terjadi akibat penggunaan alat berat yang tidak sesuai standar, kondisi kerja yang tidak aman, serta kelalaian pekerja dalam menggunakan alat pelindung diri. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk menganalisis dan mengelola risiko kecelakaan dalam proyek konstruksi adalah Bow Tie Analysis (BTA). Bow Tie Analysis memungkinkan identifikasi dan penilaian risiko secara sistematis, serta pengambilan keputusan yang lebih terstruktur dalam pengendalian risiko. Seperti yang dijelaskan oleh Alijoyo et al.[1], BTA sangat efektif untuk memetakan risiko dan menentukan langkah-langkah mitigasi yang dapat diterapkan untuk mengurangi kemungkinan dan dampaknya. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Lewis & Smith[2], BTA diterapkan pada proyek konstruksi gedung bertingkat untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang ada, seperti pekerjaan di ketinggian dan penggunaan alat berat. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan menggunakan

BTA, para pengelola proyek dapat dengan mudah menggambarkan hubungan antara penyebab kecelakaan, peristiwa puncak, serta akibat dari kecelakaan tersebut. Hal ini membantu dalam merancang langkah-langkah pengendalian yang lebih tepat dan efektif.

Selain itu, Bow Tie Analysis juga dapat digunakan untuk menganalisis berbagai risiko yang terkait dengan pekerjaan berisiko tinggi, seperti pekerjaan dengan crane atau pekerjaan di ketinggian, yang sering menjadi penyebab utama kecelakaan pada proyek konstruksi [8, 9]. Implementasi metode ini pada proyek pembangunan Hotel Azana Bandar Lampung diharapkan dapat membantu dalam mengidentifikasi dan memitigasi risiko-risiko tersebut secara lebih efektif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil peneliti berdasarkan hasil wawancara, observasi lapangan, dan survei kuesioner yang dilakukan, berbagai risiko kecelakaan yang mungkin terjadi di proyek tersebut telah teridentifikasi. Risiko yang terkait dengan pekerjaan di ketinggian, seperti pemasangan bekisting dan pengecoran di lantai atas, merupakan salah satu risiko utama yang ditemukan. Risiko ini terkait dengan potensi pekerja jatuh dari ketinggian, yang dapat menyebabkan cedera atau bahkan kematian.

Selain itu, penggunaan alat berat, khususnya crane, juga merupakan sumber risiko utama. Kecelakaan yang melibatkan crane dapat disebabkan oleh kegagalan fungsi alat berat atau kesalahan operasional, yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada alat, cedera pada pekerja, atau kerugian finansial yang signifikan. Berdasarkan penilaian likelihood dan severity, risiko pekerja jatuh dari ketinggian memiliki likelihood index sebesar 21% dan severity index sebesar 64%, yang menunjukkan tingkat risiko yang tinggi. Sementara itu, risiko sling crane putus memiliki likelihood index sebesar 7% dan severity index sebesar 61%. Meskipun likelihood untuk risiko ini lebih rendah, dampak yang ditimbulkan sangat besar, yang menyebabkan risiko ini juga masuk dalam kategori tinggi.

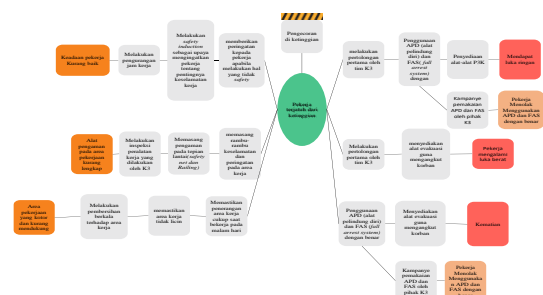
Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa berdasarkan matriks risiko, risiko-risiko proyek ini dapat dikelompokkan ke dalam

kategori risiko tinggi, sedang, dan rendah. Risiko pekerja terjatuh dari ketinggian dan sling crane putus, keduanya dengan kategori tinggi, membutuhkan pengendalian yang lebih intensif untuk meminimalkan dampak kecelakaan. Tabel 1 menunjukkan rekapitulasi matriks risiko berdasarkan likelihood index dan severity index yang diperoleh dari survei kuesioner.

Tabel 2. Matriks Risiko Proyek Hotel Azana

Risiko	Likelihood Index	Severity Index	Kategori Risiko
Pekerja Terjatuh dari Ketinggian	21%	64%	Tinggi
Sling Crane Putus	7%	61%	Tinggi
Pekerja Tertabrak Alat Berat	14%	18%	Sedang
Pekerja Terkena Penyakit DBD	18%	4%	Rendah

Setelah risiko teridentifikasi, analisis lebih lanjut dilakukan dengan menggunakan Bow Tie Analysis untuk menggambarkan hubungan antara penyebab, peristiwa puncak, dan akibat dari setiap risiko. Gambar 1 menunjukkan contoh diagram Bow Tie untuk risiko pekerja terjatuh dari ketinggian. Dalam diagram ini, sisi kiri menggambarkan penyebab yang mengarah pada peristiwa puncak, sementara sisi kanan menggambarkan akibat yang ditimbulkan dan kontrol yang diterapkan untuk mengurangi dampak.

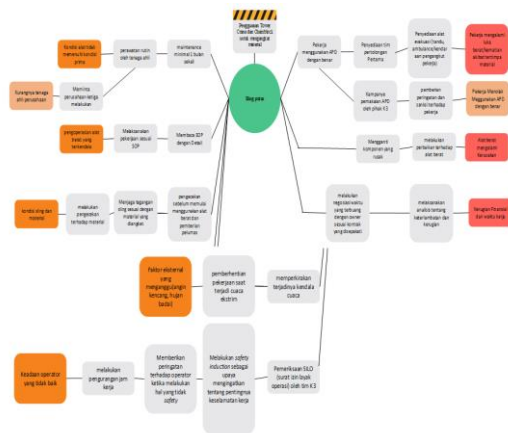


Gambar 3. Bow Tie Analysis Pekerja Terjatuh Dari Ketinggian

Analisis dari Bow Tie untuk pekerja terjatuh dari ketinggian yaitu:

- Penyebab: Pekerja ceroboh, tidak ada alat pengaman, area kerja yang tidak bersih.

- b. Peristiwa Puncak: Pekerja jatuh dari ketinggian.
- c. Akibat: Luka ringan, luka berat, atau kematian.
- d. Kontrol: Penggunaan alat pelindung diri (APD), pemasangan safety net, dan pembersihan area kerja.



Gambar 4. Bow Tie Analysis Sling Putus

Analisis dari Bow Tie untuk sling putus yaitu:

- a. Penyebab : kondisi alat berat yang tidak terawat dengan baik, kerusakan pada sling akibat usia yang sudah tua, beban yang melebihi kapasitas sling, cuaca ekstrim seperti angin kencang, dan kesalahan operasional yang dilakukan oleh operator crane.
- b. Peristiwa puncak: terjadinya putusnya sling saat crane mengangkat material, yang dapat terjadi secara tiba-tiba.
- c. Akibat: pekerja yang tertimpa material dapat mengalami cedera berat atau bahkan kematian, serta kerusakan pada alat berat seperti crane itu sendiri. Kerugian finansial dan waktu proyek juga dapat terjadi karena kecelakaan ini.
- d. Kontrol: perawatan rutin dan inspeksi berkala pada alat berat dan sling, pembatasan beban yang diangkat sesuai kapasitas crane, pengawasan ketat terhadap prosedur operasional, penghentian pekerjaan saat cuaca buruk, dan penggunaan alat pelindung diri (APD) bagi pekerja di area berisiko tinggi.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan untuk menganalisis risiko kecelakaan kerja pada proyek pembangunan Hotel Azana Bandar Lampung dengan menggunakan metode Bow Tie Analysis, dapat disimpulkan bahwa proyek ini memiliki sejumlah risiko utama yang perlu diperhatikan dalam manajemen keselamatan kerja. Risiko yang paling signifikan terkait dengan pekerjaan di ketinggian dan penggunaan alat berat, khususnya crane. Kecelakaan kerja yang dapat terjadi antara lain pekerja jatuh dari ketinggian dan kerusakan pada alat berat, seperti putusnya sling crane. Kedua risiko ini menunjukkan tingkat likelihood dan severity yang tinggi, yang berarti dampak kecelakaan jika terjadi bisa sangat besar dan merugikan.

Metode Bow Tie Analysis terbukti efektif dalam memetakan penyebab, peristiwa puncak, serta akibat dari risiko yang teridentifikasi, sehingga memungkinkan untuk menentukan langkah-langkah pengendalian yang lebih tepat dan sistematis. Analisis ini mengungkapkan bahwa meskipun beberapa risiko memiliki kemungkinan terjadinya yang lebih rendah, dampak yang ditimbulkan sangat besar, dan oleh karena itu pengendaliannya tetap menjadi prioritas utama.

Adapun langkah pengendalian yang perlu diterapkan mencakup perawatan rutin pada alat berat dan sling, pembatasan beban yang diangkat sesuai dengan kapasitas crane, serta pengawasan ketat terhadap prosedur operasional. Selain itu, penting pula untuk menghentikan pekerjaan saat cuaca ekstrim dan memastikan penggunaan alat pelindung diri yang tepat oleh para pekerja. Dengan penerapan langkah-langkah pengendalian yang tepat, diharapkan risiko kecelakaan dapat diminimalkan, dan keselamatan kerja di proyek konstruksi dapat terjaga dengan lebih baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Güney, M. E. (2005). A Numerical Procedure For The Nonlinear Analysis Of Reinforced Concrete Frames With Infill Walls. Turkey: The Middle East Technical University.

- Nextday, W. (2023). Respons Elemen Kolom Terhadap Beban Gempa Time History dengan Metode Scalling (Studi Kasus: Gedung Laboratorium Teknik (GLT) 4 ITERA). Lampung: Institut Teknologi Sumatera.
- Prasetyo, G. (2023). Respon Struktur Balok dengan Metode Levelling Time History (Studi Kasus Gedung Laboratorium Teknik (GLT) 4 ITERA). Lampung: Institut Teknologi Sumatera.
- Resti Nur Arini, R. P. (2021). Analisa Tegangan Regangan Pada Balok Dengan Menggunakan Software Abaqus Cae V6.14. Jakarta: Jurnal Artesis.