

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Manajemen Risiko K3 Konstruksi

Manajemen risiko pada proyek konstruksi merupakan suatu pendekatan terstruktur yang sangat krusial, mengingat industri konstruksi merupakan salah satu sektor dengan tingkat kecelakaan kerja tertinggi. Proses ini melibatkan identifikasi secara proaktif terhadap potensi kerugian dan penerapan langkah-langkah mitigasi untuk meminimalkan dampak negatif terhadap manusia, peralatan, dan lingkungan kerja. Implementasi manajemen risiko yang efektif memastikan bahwa setiap personil di lapangan memahami peran mereka dalam menjaga keselamatan, sehingga keberhasilan proyek dapat diukur tidak hanya dari ketepatan waktu dan biaya, tetapi juga dari capaian nihil kecelakaan (*zero accident*).

3.1.1 Definisi K3 dan Manajemen Risiko

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) secara filosofis didefinisikan sebagai suatu pemikiran dan upaya fundamental untuk menjamin keutuhan serta kesempurnaan, baik secara jasmaniah maupun rohaniah, bagi tenaga kerja pada khususnya dan manusia pada umumnya demi tercapainya tingkat produktivitas yang optimal. Dalam konteks industri konstruksi yang memiliki kompleksitas tinggi, K3 tidak hanya dipandang sebagai kewajiban regulasi, tetapi juga sebagai instrumen perlindungan terhadap aset paling berharga dalam proyek, yakni sumber daya manusia. Dalam kerangka ini, manajemen risiko menjadi inti dari sistem manajemen yang baik, di mana setiap bentuk ketidakpastian yang muncul selama siklus hidup proyek dikelola secara sistematis melalui tahapan identifikasi, analisis, dan evaluasi risiko yang akurat. Proses ini bertujuan untuk memitigasi potensi bahaya sejak dini dan menentukan tindakan pengendalian yang paling efektif guna mencegah terjadinya kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja (PAK). Implementasi manajemen risiko yang terstruktur, seperti yang mengacu pada standar ISO 31000:2018, memungkinkan organisasi untuk mengambil keputusan yang berbasis informasi (*infor-med decision making*) guna meminimalkan dampak

negatif serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi pada seluruh tahapan pekerjaan proyek.

3.1.2 Karakteristik Risiko Proyek Jembatan

Proyek pembangunan jembatan memiliki profil risiko yang berbeda dan cenderung lebih kompleks dibandingkan dengan pembangunan gedung atau jalan raya. Kompleksitas ini lahir dari interaksi antara struktur teknis yang dinamis dengan kondisi alam yang sulit diprediksi. Karakteristik khusus tersebut meliputi sebagai berikut.

1. Kondisi Geografis dan Hidrologis

Kondisi geografis dan hidrologis menjadi parameter kritis karena struktur Jembatan gantung umumnya direncanakan untuk membentang di atas rintangan alam yang luas seperti sungai, lembah, atau jurang dengan bentang panjang yang meminimalkan penggunaan pilar di tengah bentang. Kondisi geografis yang ekstrem tersebut menuntut ketelitian dalam penempatan struktur angkur dan menara pylon agar mampu menahan beban tarik kabel secara optimal, sementara aspek hidrologis seperti fluktuasi debit air dan arus deras menjadi ancaman utama terhadap stabilitas fondasi serta keselamatan tenaga kerja selama proses konstruksi di area perairan.(Nugroho & Purwanto, 2024).

2. Bekerja di Ketinggian (*Working at Height*)

Sebagian besar item pekerjaan jembatan gantung mulai dari ereksi pylon hingga penarikan kabel utama dilakukan pada ketinggian ekstrem. Risiko terjatuh menjadi ancaman utama yang memiliki tingkat keparahan (*severity*) tinggi. Hal ini mengharuskan penerapan sistem perlindungan jatuh yang komprehensif, termasuk penggunaan perancah yang kokoh, jaring pengaman, dan alat pelindung jatuh perorangan.

3. Mobilisasi Material

Lokasi proyek jembatan seringkali berada pada area dengan akses terbatas dan kontur tanah yang tidak stabil. Mobilisasi material berat seperti beton *precast* atau kabel baja memerlukan pengawasan teknis yang sangat ketat. (Kementerian PUPR, 2021)

4. Tegangan Tinggi pada Komponen Struktur

Khusus pada jembatan gantung, terdapat risiko mekanis berupa tegangan tinggi pada kabel utama dan kabel penggantung (*hanger*). Selama proses penarikan dan penyetelan, kegagalan pada alat sambung atau kabel dapat menyebabkan pelepasan energi besar yang sangat berbahaya bagi pekerja di area sekitar pylon dan bentang jembatan.

3.1.3 Urgensi Manajemen Risiko pada Proyek Jembatan

Urgensi penerapan manajemen risiko pada pembangunan infrastruktur jembatan bersifat sangat mendesak mengingat kompleksitas teknis dan lingkungan yang tinggi. Menurut (Wayan Muka et al., 2024), pendekatan terstruktur dalam manajemen risiko sangat penting untuk menekan angka kecelakaan kerja pada proyek jembatan yang memiliki dinamika pekerjaan tinggi serta melibatkan berbagai tahapan kritis seperti pemasangan balok beton dan komponen struktur berat lainnya. Ketepatan dalam menganalisis risiko pada setiap tahapan ini menjadi penentu dalam menjaga stabilitas proyek dan keselamatan para pekerja yang terlibat.

3.2 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya merupakan tahap awal dan paling krusial dalam siklus manajemen risiko konstruksi yang bertujuan untuk mengenali karakteristik semua sumber bahaya yang ada, mendokumentasikannya, dan memahami interaksinya terhadap pekerja di lapangan. Tanpa proses identifikasi yang menyeluruh dan akurat, langkah-langkah penilaian serta pengendalian risiko selanjutnya tidak akan memiliki dasar yang kuat sehingga menjadi tidak efektif. Dalam konteks proyek jembatan, identifikasi harus dilakukan secara dinamis karena perubahan cuaca dan metode pelaksanaan di lapangan dapat memunculkan risiko baru setiap harinya.

3.2.1 Konsep dan Jenis Bahaya (*Hazard*)

Bahaya (*hazard*) adalah segala sesuatu, baik berupa situasi, kondisi, maupun material, yang memiliki potensi intrinsik untuk menyebabkan kerugian berupa cedera pada manusia, penyakit akibat kerja, kerusakan aset, hingga kerusakan lingkungan. Identifikasi terhadap konsep bahaya ini menjadi langkah fundamental untuk menentukan strategi mitigasi yang tepat. Bahaya di tempat kerja konstruksi bersifat multifaktorial dan dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis utama,

antara lain bahaya fisik (energi fisik dan gravitasi), bahaya mekanik (peralatan bergerak), bahaya kimia (bahan korosif dan toksik), serta bahaya ergonomi (posisi kerja dan beban manual).

3.2.2 Metode Identifikasi Bahaya Berbasis HIRARC

Dalam penelitian ini, identifikasi bahaya dilakukan menggunakan kerangka kerja HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) yang dipetakan secara sistematis berdasarkan item pekerjaan. Penggunaan metode ini didukung oleh berbagai penelitian terdahulu yang membuktikan efektivitasnya dalam membedah risiko pada proyek infrastruktur:

1. I Wayan Muka (2024) menggunakan HIRARC untuk mengidentifikasi secara detail 24 jenis risiko yang tersebar pada tujuh tahap utama pemasangan komponen struktur jembatan (Wayan Muka et al., n.d.).
2. Fadillah Hamdi Syahputra (2025) menerapkan tabel HIRARC untuk menganalisis risiko pada pekerjaan jembatan irigasi secara spesifik per aktivitas teknis (Syahputra, F. H. 2025).
3. Nabila Aminatun Salamah, dkk. (2022) melakukan pengembangan dengan mengintegrasikan aspek lingkungan ke dalam identifikasi bahaya menggunakan HIRARC pada pembangunan jembatan (Salamah et al., 2022).
4. Arif Sasmito (2023) turut memanfaatkan landasan HIRARC untuk mengidentifikasi bahaya pada sistem proteksi dan operasional jembatan guna menjamin keamanan struktural (Sasmito, 2023).

3.2.3 Klasifikasi Bahaya Struktur Jembatan Gantung

Klasifikasi bahaya pada proyek jembatan gantung dilakukan dengan membagi area kerja menjadi dua bagian utama, yaitu struktur bawah (*sub-structure*) dan struktur atas (*super-structure*). Berdasarkan studi dari Arif Sasmito (2023), fokus identifikasi pada struktur bawah meliputi pekerjaan pondasi dan blok angkur yang memiliki risiko tertimbun longsor atau bahaya perairan. Sementara itu, pada bagian struktur atas, perhatian utama dititikberatkan pada pekerjaan kabel utama (*main cable*) dan menara (*pylon*), di mana karakteristik jembatan gantung yang mengandalkan sistem kabel menciptakan potensi bahaya mekanis dan jatuh dari ketinggian yang sangat signifikan (Sasmito, 2023).

3.3 Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Penilaian risiko merupakan proses evaluasi komprehensif yang dilakukan untuk mengestimasi besarnya risiko yang muncul dari bahaya yang telah diidentifikasi sebelumnya. Proses ini tidak hanya menitikberatkan pada besarnya dampak, tetapi juga mempertimbangkan kecukupan sistem pengendalian yang telah ada di lapangan guna menentukan signifikansi dari risiko tersebut. Dalam konteks proyek jembatan, penilaian risiko bersifat dinamis karena variabel lingkungan seperti cuaca dan beban kerja dapat berubah sewaktu-waktu, sehingga diperlukan metode penilaian yang objektif untuk menentukan prioritas penanganan bahaya agar sumber daya perusahaan tidak terbuang untuk risiko kecil sementara risiko fatalitas terabaikan.

3.3.1 Parameter Penilaian (*Likelihood & Severity*)

Penilaian risiko dilakukan dengan mengukur dua parameter utama yang merepresentasikan probabilitas dan konsekuensi dari suatu kejadian:

1. Metode Mencari *Likelihood* (L)

Penentuan nilai kemungkinan atau *Likelihood* (L) dalam penelitian ini merujuk pada parameter penilaian risiko yang disusun oleh Syahriadi dan Tenriajeng (2020) berdasarkan standar (AS/NZS 4360:2004). Kriteria *likelihood* diklasifikasikan ke dalam lima tingkatan untuk menggambarkan frekuensi probabilitas terjadinya kecelakaan kerja pada proyek konstruksi jembatan. Tingkat pertama adalah *Rare* (sangat jarang terjadi), yang didefinisikan sebagai peristiwa yang hanya muncul pada kondisi yang sangat luar biasa. Tingkat kedua adalah *Unlikely* (jarang terjadi), yaitu risiko yang mungkin terjadi namun frekuensinya rendah. Tingkat ketiga adalah *Possible* (sedang/mungkin terjadi), di mana risiko tersebut dapat muncul sewaktu-waktu pada durasi pengerjaan tertentu. Selanjutnya, Syahriadi dan Tenriajeng (2020) menetapkan tingkat keempat sebagai *Likely* (sering terjadi), yaitu kejadian yang kemungkinan besar akan muncul dalam sebagian besar kondisi pelaksanaan di lapangan. Tingkat tertinggi adalah *Almost Certain* (hampir pasti terjadi), yang merujuk pada potensi bahaya yang diperkirakan akan muncul secara rutin dan berulang pada setiap tahapan pekerjaan kritis. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan

bobot skala 1 sampai 5, yang nantinya akan dikalikan dengan nilai keparahan (*severity*) untuk menentukan level risiko secara komprehensif (Syahriadi & Tenriajeng, 2020).

2. Metode Mencari *Severity* (S)

Parameter ini mengukur tingkat keparahan cedera atau kerugian yang dihasilkan jika kecelakaan benar-benar terjadi. Berdasarkan standar yang diterapkan oleh Mahendra Eka Bagus Sadewa (2021), skala dampak diukur mulai dari cedera ringan yang hanya membutuhkan tindakan P3K hingga dampak paling ekstrem berupa fatalitas (kematian) atau kerusakan struktur jembatan yang massif (Sadewa, M. E. B. 2021).

3.3.2 Analisis Matriks Risiko (HIRARC/HIRADC)

Analisis risiko dilakukan dengan mengintegrasikan nilai dari kedua parameter di atas ke dalam sebuah matriks risiko guna mendapatkan nilai risiko total. Secara teknis, besarnya nilai risiko dihitung dengan menggunakan rumus matematis sebagai berikut:

$$R = L \times S \quad (3.1)$$

Di mana R adalah *Risk* (Tingkat Risiko), L adalah *Likelihood* (Kemungkinan), dan S adalah *Severity* (Tingkat Keparahan). Mahendra Eka Bagus Sadewa (2021) dalam penelitiannya menggunakan matriks ini sebagai instrumen utama untuk menentukan tingkat risiko awal secara akurat sebelum dilakukan intervensi atau penentuan langkah pengendalian lebih lanjut (Sadewa, M. E. B. 2021).

3.3.3 Kategori Tingkat Risiko

Berdasarkan hasil perkalian antara nilai probabilitas dan keparahan, risiko diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori untuk menentukan urgensi tindakan mitigasi. Sesuai dengan standar Kementerian PUPR (2021) dan hasil analisis dalam penelitian Rendy Prasetyo (2023), tingkat risiko dibagi menjadi empat kategori utama:

1. *Low* (Rendah)

Risiko yang dianggap dapat diterima tanpa memerlukan tindakan pengendalian khusus tambahan, namun tetap memerlukan pemantauan rutin.

2. *Moderate* (Sedang)

Menunjukkan adanya potensi kerugian nyata yang membutuhkan tindakan administratif atau tinjauan prosedur kerja.

3. *High* (Tinggi)

Risiko signifikan yang mewajibkan penerapan pengendalian teknis atau rekayasa segera sebelum pekerjaan dilanjutkan.

4. *Extreme* (Ekstrem)

Kondisi kritis dengan potensi kematian atau kegagalan struktur yang sangat tinggi, sehingga pekerjaan wajib dihentikan total (*Stop Work Authority*) hingga risiko dapat dikurangi ke level yang lebih rendah.

3.4 Pengendalian Risiko (*Risk Control*)

Setelah tingkat risiko dianalisis dan diketahui level prioritasnya, langkah selanjutnya dalam siklus HIRARC adalah merumuskan mitigasi melalui pengendalian risiko. Pengendalian risiko merupakan langkah krusial untuk meminimalkan atau menghilangkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja guna mencapai batas risiko yang dapat diterima oleh organisasi atau standar keselamatan yang berlaku. Dalam proyek jembatan gantung, pengendalian risiko harus bersifat aplikatif dan mempertimbangkan kondisi aktual di lapangan, seperti faktor cuaca, aksesibilitas alat, dan kompleksitas struktur kabel.

3.4.1 Konsep Hierarki Kontrol

Pemilihan langkah pengendalian dalam penelitian ini tidak dilakukan secara acak, melainkan mengikuti urutan prioritas yang dikenal sebagai hierarki kontrol. Penentuan pengendalian ini didasarkan pada tingkat efektivitasnya dalam mereduksi risiko dari sumbernya hingga ke perlindungan individu. Urutan hierarki tersebut meliputi sebagai berikut.

1. Eliminasi

Merupakan langkah pengendalian tingkat pertama yang paling efektif dengan cara menghilangkan sumber bahaya secara total dari lokasi kerja, seperti melalui perubahan desain atau metode kerja.

2. Substitusi

Langkah ini dilakukan dengan mengganti bahan, alat, atau metode kerja yang memiliki tingkat bahaya tinggi dengan alternatif yang lebih aman bagi pekerja.

3. Rekayasa Teknik (*Engineering Control*)

Pengendalian yang bertujuan memisahkan pekerja dari sumber bahaya melalui modifikasi desain alat atau lingkungan kerja, seperti pemasangan pagar pengaman pada menara jembatan (*pylon*) atau jaring pengaman (*safety net*).

4. Administrasi

Fokus pada pengaturan cara kerja secara organisatoris dan perilaku manusia, termasuk penyusunan *Standard Operating Procedure* (SOP) yang ketat, pemberian pelatihan K3, serta pemasangan rambu-rambu peringatan.

5. Alat Pelindung Diri (APD)

Merupakan lini pertahanan terakhir (*last line of defense*) yang berfungsi untuk mengurangi dampak keparahan cedera saat kecelakaan terjadi, yang pada proyek jembatan mencakup penggunaan *full body harness*, pelampung, dan helm keselamatan.

3.4.2 Ragam Pengendalian pada Penelitian Terdahulu

Implementasi pengendalian risiko dalam penelitian ini turut merujuk pada keberhasilan strategi mitigasi yang diterapkan dalam berbagai studi terdahulu:

1. Mohammad Mukhlisin, dkk. (2019). Menekankan pada efektivitas pengendalian administratif melalui pemberian bimbingan (*safety briefing*) secara rutin dan penyediaan APD yang sesuai dengan jenis bahaya di lapangan (Mukhlisin et al., 2019).
2. Rusandi Noor & Yusrika Asmaul Husna (2025). Menggunakan Rencana Keselamatan Konstruksi (RKK) sebagai instrumen pengawasan yang ketat untuk mengendalikan risiko pada tahap pemancangan struktur jembatan (Noor & Husna, 2025).
3. Fadillah Hamdi Syahputra (2025). Menunjukkan pentingnya melakukan perbandingan tingkat risiko sebelum dan sesudah intervensi pengendalian untuk membuktikan secara empiris penurunan level risiko menjadi kategori yang dapat diterima (*low* atau *moderate*) (Syahputra, F. H. 2025).

3.5 Landasan Hukum dan Regulasi

Implementasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Indonesia bukan sekadar himbauan moral, melainkan suatu kewajiban konstitusional yang memiliki dasar

hukum mengikat, baik secara perdata maupun pidana. Payung hukum ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap aktivitas ekonomi, khususnya di sektor konstruksi yang berisiko tinggi, tidak mengabaikan aspek kemanusiaan dan perlindungan jiwa. Bagi praktisi teknik sipil, kepatuhan terhadap regulasi merupakan parameter profesionalisme dan syarat mutlak dalam memenangkan serta menjalankan kontrak kerja konstruksi.

3.5.1 UU No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja

Undang-undang ini merupakan "Lex Generalis" atau induk dari seluruh regulasi K3 yang berlaku di Indonesia. Lahirnya undang-undang ini menandai pergeseran paradigma dari pengobatan setelah kecelakaan menjadi pencegahan sebelum kecelakaan terjadi. UU ini mengatur secara fundamental mengenai kewajiban pengurus atau pimpinan perusahaan untuk memeriksa kesehatan fisik dan mental pekerja secara berkala, menyediakan Alat Pelindung Diri (APD) yang sesuai dengan standar secara cuma-cuma, serta memasang tanda-tanda peringatan bahaya di lokasi yang mudah terlihat. Selain itu, undang-undang ini memberikan hak kepada pekerja untuk menyatakan keberatan melakukan pekerjaan jika alat perlindungan yang disediakan tidak memenuhi syarat keamanan yang ditetapkan (Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970).

3.5.2 PP No. 50 Tahun 2012 tentang Penerapan SMK3

Peraturan Pemerintah ini merupakan regulasi operasional yang mewajibkan setiap perusahaan yang mempekerjakan sedikitnya 100 orang, atau perusahaan yang memiliki tingkat potensi bahaya tinggi (seperti proyek pembangunan jembatan), untuk menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). SMK3 harus terintegrasi dengan sistem manajemen perusahaan secara keseluruhan. Salah satu poin krusial dalam PP ini adalah kewajiban perusahaan untuk melakukan perencanaan K3 yang didasarkan pada hasil Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Pengendalian Risiko (HIRARC) secara berkala (PP No. 50 Tahun 2012).

3.5.3 Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 tentang Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)

Sebagai peraturan turunan yang spesifik mengatur sektor konstruksi teknik sipil, regulasi ini memperkenalkan istilah Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi

(SMKK). Peraturan ini sangat vital bagi proyek Jembatan Gantung Ciharuman karena mewajibkan setiap paket pekerjaan konstruksi untuk menyusun Rencana Keselamatan Konstruksi (RKK) sebagai bagian dari dokumen kontrak. Salah satu terobosan dalam regulasi ini adalah penegasan bahwa biaya penerapan SMKK harus dialokasikan secara khusus dan tidak boleh menjadi bagian dari biaya *overhead* dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek. Hal ini memastikan bahwa aspek keselamatan memiliki anggaran mandiri untuk pengadaan APD, rambu-rambu, pelatihan, hingga biaya personil ahli K3 konstruksi di lapangan (Permen PUPR No. 10 Tahun 2021).

3.5.4 UU No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan

Undang-undang ini merupakan pilar hukum yang menjamin hak-hak dasar pekerja di Indonesia. Dalam Pasal 86 dan 87, secara eksplisit dinyatakan bahwa setiap pekerja mempunyai hak untuk memperoleh perlindungan atas keselamatan dan kesehatan kerja guna menjamin kesejahteraan hidup serta meningkatkan produktivitas kerja. Regulasi ini memberikan sanksi tegas bagi perusahaan yang melalaikan kewajiban K3, mulai dari sanksi administratif hingga sanksi pidana. Dengan demikian, penerapan HIRARC bukan hanya kebutuhan teknis di lapangan, tetapi juga merupakan pemenuhan hak asasi manusia bagi para pekerja konstruksi yang terlibat dalam pembangunan infrastruktur nasional (UU No. 13 Tahun 2003).