

Evaluasi *Safety In Design (SID)* dalam Perencanaan Konseptual SMKK di Proyek Jembatan

Monica Filarita Dwitama¹, Akhmad Suraji², Sabril Haris HG³

Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Kampus Unand
Limau Manis, Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat, 25165, Indonesia^{1,2,3}

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Kecelakaan Konstruksi; RK-SMKK; Konsultan Perencana; *Safety in Design (SID)*; Jembatan.

***Correspondence email:**

Monicafilaritadwitama@gmail.com

Submitted: 08-07-2025

Revised: 24-07-2025

Accepted: 26-07-2025

Published: 03-08-2025

ABSTRAK

Indonesia masih menjadi salah satu negara dengan tingkat kecelakaan konstruksi tertinggi, permasalahan utama terkait dengan keselamatan pada proyek konstruksi, khususnya pada tahap desain. Oleh karena itu, peran konsultan perencana sangat penting untuk memperhitungkan risiko keselamatan selama proses desain, berdasarkan Pedoman Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 10 Tahun 2021 tentang Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK). Tujuan Penelitian untuk mengevaluasi pemahaman dan hambatan praktek *Safety in Design (SID)* pada proyek perencanaan jembatan. Dengan memvalidasi penelitian menggunakan teknik Triangulasi data dan dianalisis dengan *Mixed Method*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat persentase penerapan SMKK pada Dokumen Kerangka Acuan Kerja (KAK) pada perencanaan proyek jembatan sebesar 60% dan 62% (implementasi penerapan baik), berdasarkan hasil wawancara terhadap Konsultan Perencana bahwa rata-rata penerapan SMKK sebesar 39,22% (implementasi penerapan kurang baik), Sedangkan hasil kuesioner penerapan SMKK memiliki persentase sebesar 50,50% (implementasi penerapan kurang baik). Kesimpulan menunjukkan bahwa Tingkat pemahaman dan praktek penerapan *Safety in Design (SID)* berdasarkan Peraturan Menteri Nomor 10 Tahun 2021 tentang Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) pada perencanaan proyek jembatan di Indonesia belum diterapkan secara efektif, karena terdapat beberapa faktor penghambat dalam menerapkan RK-SMKK pada desain.

ABSTRACT

Keywords:

Construction Accident; RK-SMKK; Planning Consultant; *Safety in Design (SID)*; Bridge.

Indonesia remains one of the countries with the highest rates of construction accidents, with the main issues related to safety in construction projects, particularly during the design phase. Therefore, the role of design consultants is crucial in assessing safety risks throughout the design process, in accordance with the Guidelines of the Minister of Public Works Regulation No. 10 of 2021 on the Construction Safety Management System (CSMS). The research objective is to evaluate the understanding and challenges of *Safety in Design (SID)* practices in bridge planning projects. The study was validated using data triangulation techniques and analyzed using mixed methods. The results of the study indicate that the percentage of SMKK implementation in the Work Framework Document (KAK) for bridge project planning is 60% and 62% (good implementation), based on interviews with planning consultants, who reported an average SMKK implementation rate of 39,22% (poor implementation). Meanwhile, the questionnaire results on SMKK implementation have a percentage of 50,50% (poor implementation). The conclusion indicates that the level of understanding and practice of *Safety in Design (SID)* based on Ministerial Regulation No. 10 of 2021 on the Construction Safety Management System (SMKK) in bridge project planning in Indonesia has not been effectively implemented, as there are several barriers to applying the RK-SMKK in design.

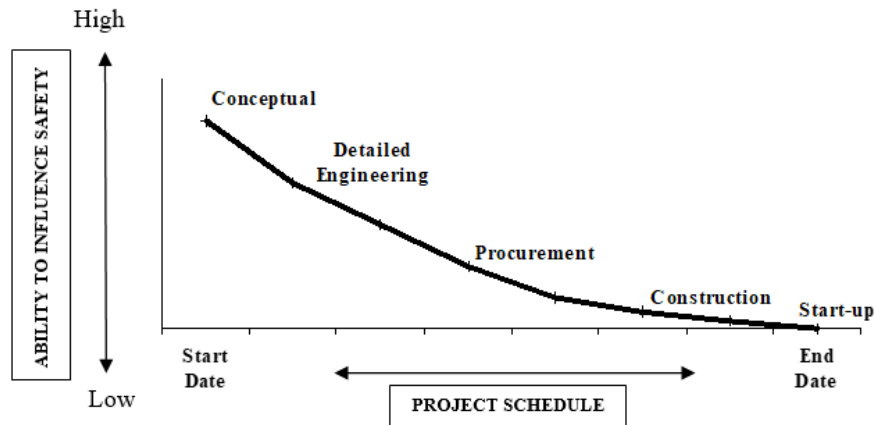
PENDAHULUAN

Indonesia masih memiliki Tingkat kecelakaan kerja yang tinggi. Permasalahan keselamatan dalam proyek konstruksi tidak hanya disebabkan oleh perilaku pekerja yang tidak aman (*unsafe actions*) dan kondisi tempat kerja yang berbahaya (*unsafe conditions*), tetapi juga dipengaruhi oleh kelemahan dalam sistem manajemen secara keseluruhan, termasuk kurang optimalnya penerapan sistem hukum dan kebijakan keselamatan konstruksi (Chan et al., 2023)

Setiap kecelakaan kerja tidak hanya merugikan perusahaan dan tenaga kerja, tetapi juga berdampak negatif secara tidak langsung terhadap masyarakat. Oleh karena itu, analisis risiko perlu dilakukan pada awal setiap pekerjaan

untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan tingkat risikonya. Hasil analisis tersebut memungkinkan pengambilan tindakan pencegahan, seperti perubahan atau modifikasi metode kerja, guna mengurangi kemungkinan terjadinya risiko (Irawan & Prafitasiwi, 2024)

Menurut konsep Syzmberski, kurva risiko pengaruh keselamatan menunjukkan bahwa tahap desain dasar (*basic design*) atau desain teknik rinci (*Detail Engineering Design*) memiliki pengaruh besar terhadap keselamatan sepanjang siklus hidup proyek. Oleh karena itu, konsultan perencana perlu memperhitungkan potensi bahaya dan risiko pada tahap desain agar aman untuk dikonstruksi. Konsultan juga wajib merujuk pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 10 Tahun 2021 tentang Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK), dengan tujuan mempertimbangkan aspek keselamatan sejak awal perencanaan proyek, baik untuk bangunan, infrastruktur, maupun sistem teknik lainnya. Langkah ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi potensi risiko yang dapat membahayakan pekerja, pengguna, dan lingkungan selama fase konstruksi, operasional hingga pemeliharaan (van't Land, 2019).



Gambar 1. Risk Influence curve
(Sumber: Teori Symberski, 1997)

Namun, menurut penelitian keselamatan konstruksi di Indonesia secara umum belum mendapat perhatian serius dari pemangku kepentingan, sehingga implementasi aspek keselamatan masih memerlukan peningkatan signifikan (Suraji, 2022). *Safety in Design (SID)* atau keselamatan dalam desain adalah suatu pendekatan yang mengintegrasikan aspek keselamatan untuk mengantisipasi atau menagani masalah yang mempertimbangkan Kesehatan dan Keselamatan sejak tahap awal desain proyek konstruksi yang bertujuan untuk menghilangkan dan mengurangi risiko di tempat kerja sebelum konstruksi dimulai, mempertimbangkan bahaya dan risiko sepanjang siklus hidup struktur sejak tahap konstruksi, operasional, pemeliharaan dan pembongkaran (Narimisa et al., n.d.)

Industri jasa konstruksi merupakan salah satu sektor industry yang memiliki risiko kecelakaan kerja yang cukup tinggi. Berbagai penyebab utama kecelakaan kerja pada proyek konstruksi adalah hal-hal yang berhubungan dengan karakteristik proyek konstruksi yang bersifat unik, Lokasi kerja yang berbeda-bed, terbuka dan dipengaruhi cuaca, waktu pelaksanaan yang terbatas, dinamis dan menuntut ketahanan fisik yang tinggi, serta banyak menggunakan tenaga kerja yang tidak terlatih. Ditambah dengan manajemen keselamatan kerja yang sangat lemah, akibatnya para pekerja bekerja dengan metoda pelaksanaan konstruksi yang beresiko tinggi. Penerapan SMKK merupakan pemenuhan terhadap standar keamanan, keselamatan, Kesehatan, dan keberlanjutan dengan menjamin keselamatan keteknikan konstruksi, keselamatan dan Kesehatan kerja, keselamatan penyedia jasa dalam menyelenggaraan jasa konstruksi harus menerapkan SMKK (Rita et al., 2025).

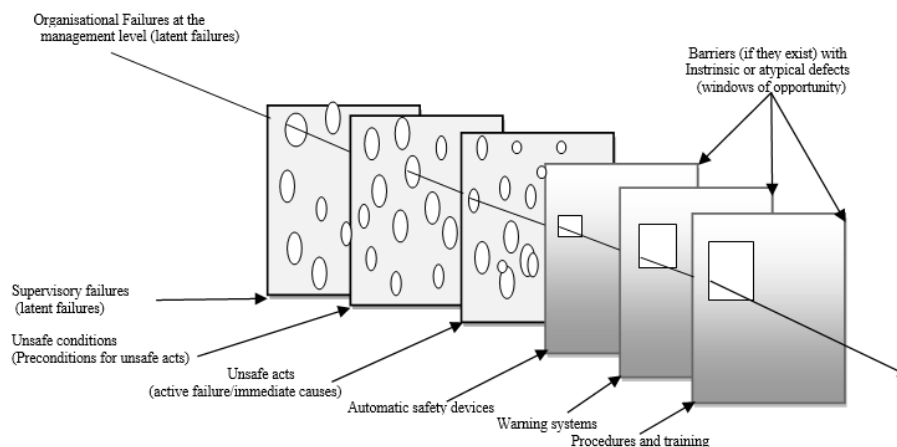
Implementasi sistem manajemen terfokus pada kesehatan dan keselamatan kerja sangat diperlukan dalam proyek-proyek kontruksi yang sedang berlangsung. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan tingkat keamanan dan kenyamanan di lingkungan kerja, sekaligus mengurangi insiden kecelakaan kerja. Setiap kegiatan dalam proyek pembangunan menggunakan banyak sekali tenaga kerja dan dipengaruhi oleh kondisi pekerja dan tempat kerja. Oleh karena itu, perusahaan kontraktor wajib melaksanakan program keamanan kerja di setiap usaha yang mereka laksanakan (Prasinanda & Caroline, 2025)

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi istilah keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah Keselamatan Konstruksi. Pekerjaan konstruksi memiliki karakteristik yang unik bila dibandingkan dengan industri manufaktur (Andi et al., 2005), dan pekerjaan konstruksi memiliki sifat yang khas, antara lain tempat kerja terbuka yang terpengaruh oleh cuaca, waktu pekerjaan yang terbatas, tenaga kerja yang belum terlatih, peralatan pekerjaan yang membahayakan keselamatan serta pekerjaan yang banyak mengeluarkan tenaga (Pangkey et al., 2012) sehingga memiliki resiko kecelakaan konstruksi yang berbeda. Kecelakaan konstruksi di Indonesia masih sangat buruk dan masalah seputar keselamatan konstruksi di Indonesia masih sering terabaikan, Tema utama keselamatan konstruksi

adalah pencegahan kecelakaan. Demi untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja perlu dilakukannya pengendalian bahaya (Kani et al., 2013).

Sebelum melakukan pengendalian bahaya, perlu mengidentifikasi atau mengenali bahaya yang ada disetiap langkah pekerjaan konstruksi. Menurut Harrington dan Gill (2003) seni mengenal bahaya diperoleh dengan melakukan survei jalan lintas (walk-through survey), dan praktisi harus selalu waspada dengan adanya potensi lingkungan kerja yang membahayakan kesehatan. Sekali kemungkinan itu diketahui, besarnya bahaya harus dievaluasi. Dengan demikian bahaya itu dapat dilenyapkan seandainya ancaman bahaya belum pernah dikenali dalam penelitian atau diterima sebagaimana adanya, ditambah dengan sedikit pengendalian. Pengendalian bahaya untuk mewujudkan Keselamatan Konstruksi terdiri dari Eliminasi, Substitusi, Rekayasa Teknis, Pengendalian Administratif dan Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Pengendalian bahaya keselamatan konstruksi biasa dilakukan dengan menggunakan metode Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, Penentuan Pengendalian Risiko dan Peluang (IBPRP). IBPRP merupakan penilaian risiko Keselamatan Konstruksi pada setiap tahapan pekerjaan yang dihitung dengan perkalian tingkat kekerapan dan tingkat keparahan dampak bahaya (Permen PUPR No. 10 tahun 2021) (Muhti Hairi et al., 2022).

Teori model Reason's 'swiss cheese' mengatakan bahwa kecelakaan tidak terjadi karena satu kesalahan besar, tetapi karena kombinasi celah-celah kecil di berbagai tingkat sistem, sehingga pencegahan kecelakaan harus dilakukan dengan memperbaiki sistem secara keseluruhan dan menutupi sebanyak mungkin lubang-lubang di tiap lapisan pertahanan yang mengakibatkan kecelakaan (Wiegmann et al., 2022).



Gambar 2. *Accident causation model 'Swiss cheese'*
(Sumber: Reason, 1997)

Teori kendala respon menjelaskan bahwa respon atau tindakan manusia dibatasi oleh kondisi sistem dan lingkungan, baik secara fisik, informasi, maupun prosedur, sehingga dilakukan perancangan sistem untuk mencegah kesalahan manusia dengan membatasi apa yang bisa dilakukan pengguna atau operator (Suraji 1, A. Roy Duff 2, Stephen J Peckitt 3, n.d. 2001) Penerapan keselamatan dalam desain dan penghapusan masalah keselamatan selama tahap konstruksi suatu proyek akan berdampak positif pada biaya konstruksi, jadwal, produktivitas dan kualitas (Gambatese et al., 2005) Masalah keselamatan pada tahap desain proyek konstruksi telah diidentifikasi sebagai hal penting untuk meningkatkan hasil keselamatan konstruksi. Sebuah studi di Inggris menemukan bahwa hampir dua pertiga dari cedera dan kematian di lokasi konstruksi dapat ditelusuri pada keputusan desain dan kurangnya perencanaan dalam elemen utama proyek ini (WorkCover New South Wales, 2001)

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Mixed Method* dengan menggabungkan data kuantitatif dan kualitatif yang berfungsi untuk memastikan keakuratan dan validasi hasil penelitian yang diperoleh dengan menggunakan metode Triangulasi Data untuk mengetahui tingkat pemahaman dan penerapan *Safety in Design (SID)* pada proyek konstruksi jembatan antara lain:

1. Dokumen Review

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan data sekunder yang diperoleh melalui review pada 2 (dua) dokumen perencanaan proyek jembatan di Sumatera Barat berdasarkan Dokumen *Detail Engineering Design (DED)*, Kerangka Acuan Kerja (KAK), Rencana Anggaran Biaya (RAB), Rencana Keselamatan Konstruksi (RKK) dan dokumen lainnya. Melalui review dokumen perencanaan, peneliti dapat memperoleh pemahaman mendalam mengenai penerapan keselamatan dalam desain atau *Safety in Design (SID)* yang menekankan pentingnya untuk mempertimbangkan aspek keselamatan sejak tahap awal desain.

2. Wawancara Semi Struktur

Menurut (Frey, 2022), Wawancara Semi Struktur untuk memperoleh informasi lebih mendalam dan relevan dengan topik penelitian sehingga membantu peneliti memahami permasalahan secara luas dan memperoleh wawasan yang relevan. Pertanyaan wawancara disusun berdasarkan literature, jurnal yang membahas keselamatan konstruksi yang sesuai dengan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) terhadap desain. Oleh karena itu, penulis melakukan wawancara terhadap beberapa responden yang terdiri dari konsultan perencanaan jembatan di Indonesia. Selanjutnya di analisis dengan menggunakan metode analisis tematik.

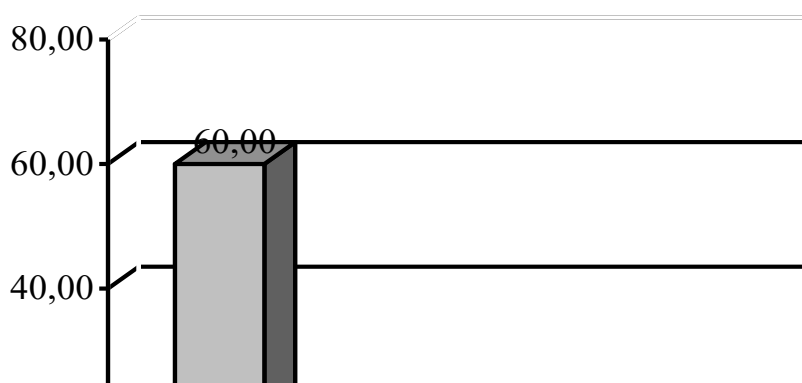
3. Kuesioner

Menurut (Ummah, 2019), kuesioner terstruktur adalah instrumen pengumpulan data dari serangkaian pertanyaan yang sudah dirancang dengan urutan jelas dan format jawaban yang telah di tentukan sebelumnya, seperti pilihan ganda atau skala likert. Skala likert efektif digunakan untuk mengatur sikap, pendapat dan persepsi seseorang terhadap suatu fenomena (Sugiyono, 2014) Dalam penelitian ini, peneliti menggali informasi tentang penerapan keselamatan dalam desain atau *Safety in Design* (SID). Pertanyaan kuesioner disusun berdasarkan literatur dan jurnal terkait pemanfaatan teknologi *Building information modeling* (BIM) untuk mengali pemahaman, kesadaran, dan pentingnya penerapan dalam keselamatan desain. Selanjutnya di analisis statistik Deskriptif dengan bantuan perangkat lunak *Statistical Package for the social sciences* (SPSS).

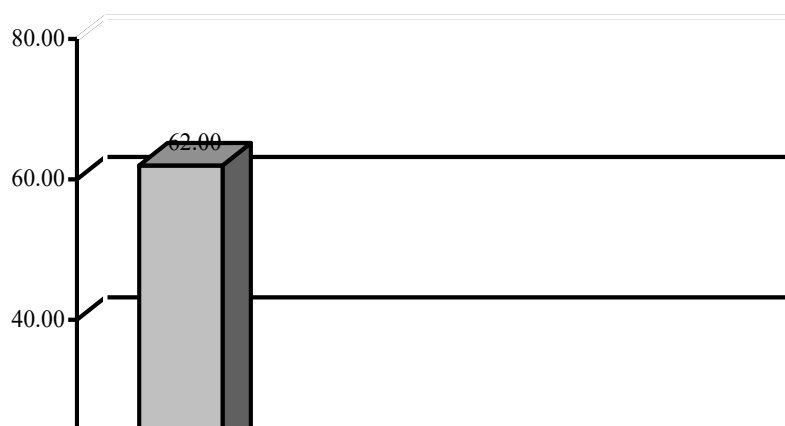
HASIL

1. Dokumen Review

Berdasarkan hasil penelitian melalui Dokumen Review terhadap tingkat penerapan Rancangan Konseptual Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) di Indonesia dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Persentase Dokumen Review pada Jembatan Komposit
(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

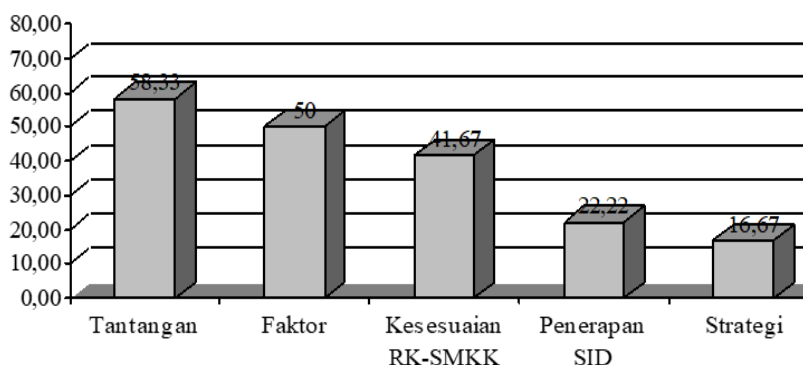


Gambar 4. Grafik Persentase Dokumen Review Pada Jembatan Prestressed
(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

2. Wawancara Semi Struktur

Berdasarkan hasil wawancara peneliti menentukan beberapa tema dan sub-tema dari jawaban responden yang membahas terkait pemahaman dan penerapan RK-SMKK terhadap desainnya. Serta mengelompokkan

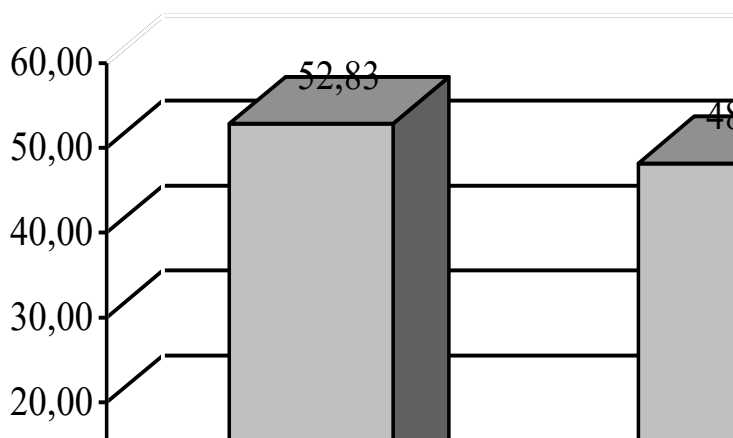
berdasarkan tantangan dan faktor yang ditemui oleh responden saat merencanakan desain proyek, berikut grafik hasil wawancara dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 5. Grafik Persentase Berdasarkan Kuesioner Penerapan RK-SMKK
(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

3. Kuesioner

Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner bahwa tingkat pemahaman dan kesadaran konsultan perencana terhadap pentingnya Teknologi *Building Information Modelling* (BIM) dalam meminimalikan risiko keselamatan konstruksi sejak tahap awal desain adalah sebesar 52,83%, sedangkan kontraktor menunjukkan tingkat pemahaman sebesar 48,17%, Rata-rata keseluruhan tingkat pemahaman dan kesadaran antara konsultan dan kontraktor adalah 50,50% yang menunjukkan bahwa penerapan dan kesadaran Teknologi BIM terhadap keselamatan konstruksi belum diterapkan dengan baik, karena ada beberapa faktor penghambat untuk menerapkan RK-SMKK yang sesuai kriteria *Safety in Design* (SID). Berikut grafik hasil presentase penerapan SMKK oleh konsultan dan kontraktor dapat di lihat sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik Persentase Berdasarkan Kuesioner Penerapan RK-SMKK
(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

Pembahasan

1. Dokumen Review

Dalam proses analisis, dilakukan peninjauan terhadap elemen-elemen utama Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK), seperti pengelolaan risiko keselamatan, penerapan prosedur keselamatan kerja, dan integrasi sistem keselamatan di setiap tahap perencanaan dan pelaksanaan proyek. Setiap komponen di evaluasi secara mendalam untuk di identifikasi tingkat kepatuhan terhadap pedoman yang telah ditentukan, dan menilai potensi perbaikan yang diperlukan.

Analisis ini memberikan wawasan penting untuk mengetahui sejauh mana dokumen perencanaan proyek konstruksijembatan di Sumatera Barat telah mematuhi standar Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK). Hasil evaluasi ini diharapkan dapat emjadi acuan pengembangan dokumen perencanaan yang lebih komprehensif, khususnya dalam menciptakan sistem keselamatan yang mampu mengurangi risiko dan meningkatkan keberlanjutan proyek. Dengan perbaikan yang terarah, sehingga penerapan SMKK dapat berjalan lebih optimal dan memberikan dampak positif bagi keselamatan konstruksi di masa depan.

Dokumen perencanaan jembatan konstruksi di Sumatera Barat telah di terapkan dengan baik pada elemen dokumen Kerangka Acuan Kerja (KAK) yang memiliki persentase sebesar 60% dan 62%, sedangkan pada elemen lainnya belum diterapkan dengan baik, karena memiliki hambatan dalam penerapan konsep *Safety in*

Design (SID). Untuk menentukan hasil atau besaran nilai persentase dari kesesuaian dokumen RK-SMKK terhadap Dokumen Perencanaan Jembatan dalam menjalankan tugasnya, didapatkan dari:

Persentase kesesuaian = Jumlah nilai kesesuaian : total nilai maksimal kesesuaian x 100%

Contoh :

Nilai kesesuaian = 31

Total nilai max = 5 (Nilai Max per kriteria)

= 10 (Kriteria sesuai Dokumen)

(%) Kesesuaian = $31 : 50 \times 100\% = 62\%$ (Kategori Tingkat Penerapan Baik)

Dari hasil persentase diatas peneliti dapat mengetahui tingkat penilaian penerapan Rancangan Konseptual Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (RK-SMKK) pada dokumen perencanaan proyek jembatan.

Tabel 2. Kategori Tingkat Penerapan RK-SMKK

Persentase Pencapaian Penerapan	Tingkat Penilaian Penerapan
0-59%	Kurang Baik
60-84%	Penerapan Baik
85-100%	Penerapan Memuaskan

(Sumber: Pemerintah RI, 2021)

Kategori tingkat penerapan Rancangan Konseptual Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (RK-SMKK) sudah ditentukan berdasarkan Peraturan Permen Nomor 10 Tahun 2021.

2. Wawancara Semi Struktur

Berdasarkan Wawancara terhadap beberapa responden, Strategi untuk meningkatkan keselamatan dalam desain salah satunya adalah pelaksanaan pelatihan dan Pendidikan keselamatan yang berkelanjutan bagi semua pihak yang terlibat, baik konsultan perencana, kontraktor, maupun pemilik proyek. Pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan kesadaran akan pentingnya keselamatan sejak tahap awal desain, sehingga budaya keselamatan dapat diterapkan secara mendalam dalam setiap tahapan proyek. Selain itu, perlunya sosialisasi menyeluruh terkait regulasi keselamatan konstruksi, seperti RK-SMKK, menjadi langkah penting untuk memastikan semua pihak memahami perannya masing-masing dalam mendukung keselamatan. Berikut sub-tema dari tema yang ditemukan dalam penelitian menggunakan *Thematic Analysis*.

Tabel 3. Sub-Tema dengan *Thematic Analysis*

No.	Tema	Sub-Tema
1.	Biaya	Identifikasi bahaya dan risiko pelatihan tenaga kerja pengadaan teknologi
2.	Tantangan	Kesalahan desain, Spesifikasi material yang tidak sesuai kurangnya analisis risiko Perubahan cuaca Pengerusan dasar sungai Kekurangan tenaga ahli Koordinasi antar pemilik proyek Kurangnya pengawasan Metode kerja yang kurang efektif.
3.	Strategi	Pelatihan berkelanjutan Sosialisasi Penggunaan teknologi Dokumentasi keselamatan

(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

Untuk menentukan hasil atau besaran nilai persentase penerapan RL-SMKK didapatkan dari :

a. Kategori Data

Setelah wawancara dilakukan, tanggapan dari responden dikelompokkan berdasarkan Tema yaitu: kesesuaian, tantangan, faktor, penerapan *Safety in Design* (SID), dan strategi.

b. Perhitungan Frekuensi

Setiap tanggapan responden dianalisis untuk menentukan apakah mereka menerapkan peraturan dalam dokumen perencanaan tersebut dilakukan atau tidak dilakukan. Hasilnya dihitung sebagai frekuensi.

Contoh :

Dari 6 responden, 4 menyatakan "Ya" dalam penyesuaian Dokumen RK-SMKK, dan 2 menyatakan "Tidak."

c. Menghitung Persentase

Persentase = Jumlah responden yang menerapkan : total responden x 100%

Contoh :

Persentase dokumen RK-SMKK = 4 : 6 x 100% = 66,67 %

d. Tingkat pelaksanaan sesuai kategori

Hasil persentase dari semua pertanyaan dalam satu kategori kemudian dirata-rata untuk mendapatkan tingkat pelaksanaan kategori tersebut. Kategori "Penyesuaian" memiliki pertanyaan. Hasil persentase setiap pertanyaan dirata-rata untuk mendapatkan tingkat pelaksanaan kategori.

Contoh :

- Tahap Penyesuaian RK-SMKK

Persentase rata-rata = Jumlah persentase dari tema : Jumlah pertanyaan
 = 58,33%+50,00%+41,6%+22,22%+16,67% : 17
 = 39,22 % (Kategori Kurang Baik)

Berdasarkan tingkat penerapan RK-SMKK sesuai konsep *Safety in Design* (SID) belum diterapkan dengan baik dengan hasil persentase rata-rata sebesar 39,22%. Disebabkan oleh adanya tantangan, faktor, strategi, dan kesesuaian pada Dokumen menunjukkan bahwa semua aspek kriteria telah berusaha diterapkan meskipun belum efektif. Ketidaksesuaian minor ini ditemukan pada keselamatan konstruksi, misalnya pada kebijakan pengguna APD sudah diterapkan, namun masih ada diantaranya pekerja yang tidak memakai APD lengkap ketika sedang melakukan pekerjaan yang memiliki risiko kecelakaan.

3. Kuesioner

Temuan ini menunjukkan perlunya upaya strategis untuk memperkuat pemahaman dan implementasi praktis BIM, baik melalui pelatihan intensif yang dirancang secara khusus, evaluasi berkala terhadap penggunaan BIM, maupun adopsi pendekatan sistematis dalam integrasi teknologi ini ke dalam siklus proyek. Peningkatan kompetensi dalam BIM tidak hanya akan membantu mengurangi kesenjangan distribusi pemahaman antar responden tetapi juga mempercepat adopsi teknologi ini sebagai standar utama dalam industri konstruksi. Data ini relevan dalam menggambarkan kondisi terkini penerapan BIM, sekaligus menjadi dasar untuk menyusun langkah-langkah peningkatan yang terarah.

Data kuesioner dilakukan dengan pengukuran statistik deskriptif variable ini dilakukan untuk melihat gambaran data secara umum seperti nilai rata-rata (Mean), nilai tertinggi (Max), nilai terendah (Min), dan standar deviasi dari variable. Yang merupakan sebagai langkah awal yang penting dalam analisis data untuk memahami pola dasar dan karakteristik data. Dengan menggunakan ukuran pemusatan dan penyebaran. Hubungan antar variable pada penelitian ini didapatkan dari hasil analisis menggunakan analisis menggunakan aplikasi perangkat lunak *statistical package for the social sciences* (SPSS) pertanyaan dibuat berdasarkan Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021 tentang SMKK, bertujuan untuk mengetahui kesadaran, kepentingan, dan memahami pengembangan desain melalui transformasi teknologi penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) dalam mengurangi atau mengidentifikasi Keselamatan sejak tahap awal desain. Validasi data ini dilakukan untuk mengetahui hubungan tersebut relevan atau tidak. Berikut hasil validasi data dari beberapa sampel responden dari pengumpulan data kuesioner salah satunya adalah:

Tabel 4. Data Statistik

Statistics		
N	Valid	30
	Missing	0
	Mean	53.00
	Median	49.00
	Mode	23
	Std. Deviation	22.510
	Variance	506.690
	Range	89
	Minimum	23
	Maximum	112
	Sum	1590
Percentiles	25	38.75
	50	49.00
	75	69.25

(Sumber:Hasil Penelitian,2025)

Dengan pendekatan yang tepat, BIM dapat dimanfaatkan lebih optimal untuk mendukung efisiensi, kolaborasi, dan pengendalian kualitas dalam proyek konstruksi. Untuk menentukan hasil atau besaran nilai presentase dari hasil kuesioner dengan tingkat pemahaman dalam penerapan Teknologi BIM didapatkan dari:

Tingkat pelaksanaan sesuai kategori

Hasil persentase dari semua pertanyaan dalam satu kategori kemudian dirata-rata untuk mendapatkan tingkat pelaksanaan kategori tersebut. Kategori "Tingkat Pemahaman responden" Hasil persentase setiap pertanyaan dirata-rata untuk mendapatkan tingkat pelaksanaan kategori.

Contoh :

$$\begin{aligned} \text{Persentase rata-rata} &= \text{Total jawaban dari hasil kuesioner} : \text{Jumlah Responden} \\ &= 1268 : 24 \\ &= 52,83 \text{ (Kategori Kurang Baik)} \end{aligned}$$

Untuk rata-rata keseluruhan dari tingkat pemahaman konsultan dan kontraktor sebesar 50,50%

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= 52,83 + 48,17 : 2 \times 100\% \\ &= 50,50 \% \text{ (Kategori Kurang Baik)} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner pada 30 responden, peneliti menyimpulkan bahwa tingkat pemahaman dan kesadaran konsultan terhadap pentingnya Teknologi Building Information Modelling (BIM) dalam meminimalikan risiko keselamatan konstruksi sejak tahap awal desain adalah sebesar 52,83%, sedangkan kontraktor menunjukkan tingkat pemahaman sebesar 48,17%, Rata-rata keseluruhan tingkat pemahaman dan kesadaran antara konsultan dan kontraktor adalah 50,50% yang menunjukkan bahwa penerapan dan kesadaran Teknologi BIM terhadap keselamatan konstruksi belum diterapkan dengan baik, karena ada beberapa faktor penghambat untuk menerapkan *Safety in Design* (SID) tersebut.

Hasil ini juga mengidentifikasi bahwa konsultan memiliki peran yang lebih signifikan dalam meningkatkan pemahaman dan kesadaran terhadap penggunaan Teknologi Building Information Modeling (BIM), oleh karena itu konsultan perencana memiliki tanggung jawab dalam penyusunan dokumen desain yang mencakup keselamatan konstruksi.

Temuan ini menegaskan perlunya langkah-langkah strategis untuk meningkatkan implementasi BIM secara menyeluruh, meliputi:

- Pelatihan teknis bagi konsultan untuk memastikan dokumen desain mencakup aspek keselamatan berbasis BIM.
- Integrasi BIM dengan dokumen perencanaan yang mengutamakan keselamatan konstruksi sejak tahap awal.
- Sosialisasi berkelanjutan tentang peran penting BIM dalam mengurangi risiko dan mencapai target zero incident pada proyek konstruksi.

Selain itu, peningkatan koordinasi antara konsultan dan kontraktor perlu menjadi prioritas, sehingga implementasi BIM tidak hanya berfungsi sebagai alat desain tetapi juga mendukung keselamatan kerja secara holistik. Dengan langkah ini, BIM dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk merancang dokumen yang mendukung keselamatan dan efisiensi pada semua tahap proyek konstruksi.

SIMPULAN

Penelitian ini mengevaluasi penerapan Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 Tahun 2021 terkait Rancangan Konseptual Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) pada dokumen perencanaan jembatan di Indonesia dengan metode Triangulasi Data yang mencakup Dokumen review, wawancara dan kuesioner untuk memastikan sejauh mana elemen keselamatan konstruksi telah diterapkan dalam dokumen perencanaan. Setelah dilakukan validasi data bahwa tingkat pemahaman konsultan perencana dalam penerapan RK-SMKK dengan konsep *Safety in design* (SID) masih kurang baik.

Karena terdapat beberapa temuan yang berupa hambatan dan tantangan dalam penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) pada proyek konstruksi jembatan yaitu Penyusunan table IBPRP (identifikasi bahaya, penilaian risiko, pengendalian risiko dan peluang) untuk mencegah atau mengurangi risiko kecelakaan konstruksi. Namun, implementasi yang kurang sistematis masih menjadi kendala di lapangan, Keterbatasan Anggaran yang menjadi hambatan utama dalam penyusunan dokumen perencanaan yang efektif, karena kurangnya alokasi dana untuk pelatihan tenaga ahli keselamatan serta penyusunan dokumen keselamatan yang rinci akan berdampak pada kualitas perencanaan dan implementasi keselamatan di proyek, Kurangnya pemahaman dan penerapan Teknologi *Building information modeling* (BIM) berperan penting dalam mengintegrasikan aspek keselamatan sejak tahap desain. Namun, penerapannya dikalangan konsultan perencana masih terbatas akibat kurangnya pelatihan teknis, pemahaman, serta keterbatasan fasilitas teknologi pendukung, dari beberapa tantangan tersebut yang menjadi faktor penghambat oleh konsultan perencanaan dalam menerapkan RK-SMKK pada Dokumen Perencanaan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi, Ratna S. Alifen, & Aditya Chandra. (2005). Model Persamaan Struktural Pengaruh Budaya Keselamatan Kerja pada Perilaku Pekerja di Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(3), 127–136.
- Chan, A. P. C., Guan, J., Choi, T. N. Y., Yang, Y., Wu, G., & Lam, E. (2023). Improving Safety Performance of Construction Workers through Learning from Incidents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph20054570>
- DEVELOPMENT OF A CAUSAL MODEL OF CONSTRUCTION ACCIDENT CAUSATION Akhmad Suraji 1 , A. Roy Duff 2 , Stephen J Peckitt 3. (n.d.).
- Frey, B. B. (2022). Semi-Structured Interview. *The SAGE Encyclopedia of Research Design*. <https://doi.org/10.4135/9781071812082.n555>
- Gambatese, J., Hinze, J., & Behm, M. (2005). Investigation of the Viability of Designing for Safety. *The Center to Protect Workers' Rights*, May, 39.
- Irawan, A., & Prafitasiwi, A. G. (2024). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Gedung TPQ 2 Lantai menggunakan Metode Bowtie. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(1), 21. <https://doi.org/10.30587/jtsl.v1i1.7436>
- Kani, B. R., Mandagi, R. J. M., Rantung, J. P., & Malingkas, G. Y. (2013). Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pt. Trakindo Utama). *Jurnal Sipil Statik*, 1(6), 430–433.
- Muhti Hairi, M. J., Handayani, E., & Dwiretnani, A. (2022). Evaluasi Risiko Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi Berdasarkan Permen PUPR NO. 10 Tahun 2021 pada Pekerjaan Konstruksi Jalan. *Jurnal Talenta Sipil*, 5(2), 361. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v5i2.139>
- Narimisa, M. R., Ezlin, N., Basri, A., Khoramshahi, A., & Alipanahi, E. (n.d.). *Sur-Sur Guidance on health and safety at work . Design safety and fire-fighting systems in urban rail transport networks*. 4, 215–221.
- Pangkey, F., Malingkas, G. Y., & Walangitan, D. O. R. (2012). PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (SMK3) PADA PROYEK KONSTRUKSI DI INDONESIA (Studi Kasus: Pembangunan Jembatan Dr. Ir. Soekarno-Manado). *Jurnal Ilmiah MEDIA ENGINEERING*, 2(2), 100–113.
- Prasinanda, E., & Caroline, J. (2025). Implementasi Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Proyek Pembangunan Universitas Terbuka Surabaya. *Jurnal Talenta Sipil*, 8(1), 60. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v8i1.801>
- Rita, E., Saputra, L., Carlo, N., Jumas, D. Y., & Utama, L. (2025). Faktor Penerapan SMK3 Pembangunan Gedung Sentra IKM Minyak Atsiri di Kecamatan Lunang. *Jurnal Talenta Sipil*, 8(1), 82. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v8i1.776>
- Sugiyono. (2014). Sugiyono, 2009. *Metode Penelitian Administrasi Dilengkapi Dengan Metode R&D, Revisi Alfabeta*.
- Suraji, A. (2022). Studi Penerapan Kebijakan Keselamatan Pada Proyek Gedung di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 18(3), 230. <https://doi.org/10.25077/jrs.18.3.230-243.2022>
- Ummah, M. S. (2019). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1). http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- van't Land, C. M. (2019). Safety in design. *Safety in Design*, February 2015, 1–205. <https://doi.org/10.1002/9781118745427>
- Wiegmann, D. A., Wood, L. J., Cohen, T. N., & Shappell, S. A. (2022). Understanding the “swiss Cheese Model” and Its Application to Patient Safety. *Journal of Patient Safety*, 18(2), 119–123. <https://doi.org/10.1097/PTS.0000000000000810>
- WorkCover New South Wales. (2001). *CHAIR - Safety in Design Tool*. 104. <http://www.designforconstructionsafety.org/Documents/Chair Safety in Design Tool.pdf>