



Manajemen Risiko Pada Proyek Konstruksi Jembatan: Kajian Literatur Sistematis

Indra Jadi Simanjuntak¹, Rizky Torang Siagian¹, Rendra Prasetyo¹, Nanda Fathur Rozak¹, Humiras Hardi Purba²

¹ Departemen Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jakarta

² Departemen Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jakarta

INFORMASI ARTIKEL

Diterima : 20 November 2021
 Direvisi : 26 Februari 2022
 Diterbitkan : 28 Februari 2022

KATA KUNCI

Flyover, Jembatan, Manajemen Risiko, Mitigasi Risiko

KORESPONDENSI

E-mail Author Korespondensi:
indrajodi.ptpp@gmail.com

E-mail Co-Author:
rizkytssiagian.ptpp@gmail.com
rendraprasetyo61@gmail.com
nandafathurrozaq@gmail.com
humiras.hardi@mercubuana.ac.id

A B S T R A K

Kemacetan sering kali terjadi di kota-kota besar di Indonesia, kemacetan akan semakin parah apabila kota tersebut tidak memiliki transportasi publik dan sistem lalu lintas yang memadai. Kemacetan tersebut dikarenakan menumpuknya kendaraan sehingga volume lalu lintas tinggi dan kapasitas lajur jalan tidak memadai. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkan jalur transportasi yang tidak sebidang, baik *flyover* atau *underpass* untuk mengurangi kemacetan terutama di area perkotaan sekaligus mengatasi perlintasan sebidang tanpa mengganggu arus lalu lintas yang sudah ada. Pada dasarnya *flyover* merupakan salah satu jenis dari jembatan yaitu jembatan layang, sehingga memiliki struktur yang hampir sama. Proyek konstruksi *flyover* maupun jembatan mempunyai karakteristik yang kompleks, maka berbagai jenis risiko mungkin terjadi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis manajemen risiko pada Proyek Konstruksi *Flyover* atau Jembatan. Untuk menjawab tujuan penelitian tersebut, dilakukan penelitian dengan kajian literatur sistematis menggunakan konsep manajemen risiko. Metode penelitian diawali dengan mengidentifikasi masing-masing risiko, setelah diketahui risiko yang paling signifikan pada konstruksi jembatan maka dapat diketahui mitigasi serta proses manajemen risiko tersebut. Hasil yang diperoleh adalah risiko yang paling banyak terjadi pada proyek konstruksi *flyover* maupun jembatan yaitu risiko internal, dari risiko internal paling banyak terjadi adalah risiko teknik. Risiko internal teknik antara lain metode konstruksi, desain konstruksi bangunan, ketersediaan material, keselamatan kerja kualitas kerja, dan lain-lain yang akan berakibat terhadap waktu, mutu dan biaya konstruksi. Mitigasi risiko yang harus dilakukan yaitu menjalin komunikasi antar komponen-komponen dalam proyek, serta meningkatkan kualitas kerja maupun keselamatan kerja. Manajemen risiko harus dilakukan sedini mungkin dari identifikasi kemungkinan risiko secara rutin, menganalisis risiko yang terjadi secara spesifik, evaluasi sumber risiko serta penyelesaian atau penanggulangan risiko, kemudian perlakuan risiko yang terjadi.

PENDAHULUAN

Kemacetan seringkali terjadi di kota-kota besar di Indonesia, kemacetan akan semakin parah apabila kota tersebut tidak memiliki transportasi publik dan sistem lalu lintas yang memadai. Bukan hanya itu, kemacetan juga dapat disebabkan oleh kepadatan penduduk dan banyaknya pengguna kendaraan pribadi. Menurut Enderzon, 2020 Kemacetan sering terjadi di daerah-daerah yang dekat dari fasilitas umum seperti pasar, stasiun kereta api, terminal bus, sekolah, persimpangan kereta api hingga lampu merah (*traffic lights*). Kemacetan tersebut dikarenakan menumpuknya kendaraan sehingga volume lalu lintas tinggi dan kapasitas lajur jalan tidak dapat memenuhi volume lalu lintas yang ada. Kemacetan dapat diatasi dengan suatu jalan alternatif agar dapat menguraikan arus lalu lintas yang ada. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dapat diatasi dengan memanfaatkan jalur transportasi yang tidak sebidang, baik *flyover* atau

underpass untuk mengurangi kemacetan terutama di area perkotaan sekaligus mengatasi perlintasan sebidang tanpa mengganggu arus lalu lintas yang sudah ada (Enderzon & Soekiman, 2020a). Sebagian besar daerah di perkotaan mengalami keterbatasan lahan, maka jalan elevated atau *flyover* menjadi solusi untuk mengatasi kemacetan tersebut. *Flyover* merupakan salah satu jenis dari jembatan yaitu jembatan layang, sehingga memiliki struktur yang hampir sama. *Flyover* dan jembatan mempunyai fungsi yang sama untuk menyeberangi perlintasan di bawahnya. *Flyover* biasanya menyeberangi perlintasan kereta api, jalan, sedangkan jembatan biasanya menyeberangi sungai atau jalan tol. Jembatan adalah suatu struktur yang memungkinkan suatu jalan untuk berpotongan dengan sungai, lembah, saluran air ataupun menyeberang dengan jalan lain dengan permukaan yang tidak sama tinggi. Jembatan digunakan untuk menavigasi lalu lintas melintasi penghalang pada jalan utama, untuk menavigasi jaringan



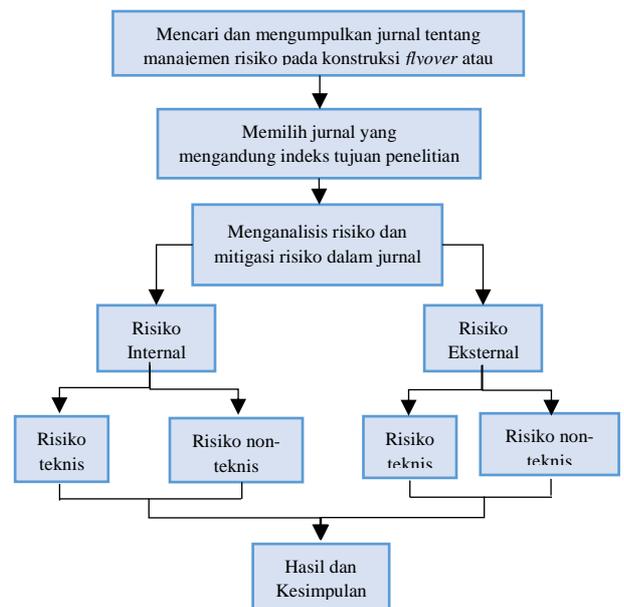
pipa dan bentuk transportasi lainnya. *Flyover* adalah struktur yang menghubungkan dua titik atau lebih, dimana titik tersebut dipisahkan oleh rute yang dapat diakses atau struktur buatan manusia dengan tujuan untuk memotong lalu lintas guna mewujudkan perjalanan yang lebih cepat dan menghindari timbulnya kemacetan akibat persimpangan jalan. Proyek konstruksi *flyover* maupun jembatan memiliki karakteristik yang sangat kompleks, maka berbagai jenis risiko sangat mungkin terjadi (Li et al., 2013). Masalah dapat ditimbulkan apabila terjadi ketidaksesuaian antara perencanaan dengan kenyataan yang terjadi dilapangan. Masalah tersebut disebabkan oleh berbagai faktor yang kemudian di kenal sebagai risiko proyek konstruksi. Pengertian risiko di dalam konteks proyek diartikan sebagai penjabaran terhadap konsekuensi yang merugikan, baik secara fisik maupun finansial, sebagai akibat keputusan yang dipilih atau akibat kondisi lingkungan di sekitar proyek. Berkaitan dengan konsep peluang, risiko adalah peluang terjadinya kondisi yang tidak diharapkan dengan berbagai konsekuensi yang mungkin muncul sehingga dapat menyebabkan keterlambatan ataupun kegagalan proyek (Gray dan Larson, dalam Karim, 2017). Risiko-risiko tersebut secara signifikan akan mempengaruhi kinerja proyek sehingga mengakibatkan kerugian baik dari sektor waktu, biaya, mutu, kepuasan pelanggan, keuntungan bisnis, serta faktor-faktor lain yang menentukan keberhasilan sebuah proyek. Risiko yang terjadi dapat mempengaruhi waktu, biaya, dan mutu dalam proyek konstruksi (Enderzon & Soekiman, 2020a). Penting untuk melakukan manajemen risiko untuk mencegah atau mengantisipasi risiko yang terjadi yang akan dibahas pada penelitian ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis manajemen risiko pada Proyek Konstruksi *Flyover* atau Jembatan. Risiko yang paling dominan dari jurnal literatur akan dibahas dan dicari solusi mitigasi risiko nya. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan pertimbangan untuk pencegahan risiko yang terjadi pada proyek pembangunan jembatan, memberikan masukan bagi pengembang sebagai penilaian pengambilan keputusan untuk penanggulangan risiko konstruksi terutama konstruksi jembatan sehingga dapat dijadikan bahan referensi untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan mencari jurnal pada sumber yang telah ditentukan dan kemudian memilih jurnal berdasarkan "identifikasi risiko", "mitigasi risiko", dan "manajemen risiko" dalam proyek konstruksi. Risiko yang akan ditinjau adalah risiko teknis dan non teknis baik dari risiko eksternal maupun risiko internal. Pencarian jurnal dalam penelitian ini didasarkan pada *research protocol* sebagai berikut:

- Pencarian jurnal pada database jurnal populer yaitu Google Scholar, Research Gate dan Academia.edu, Perpunas, dll.
- Kata kunci spesifik untuk pencarian yang digunakan yaitu: Manajemen Risiko* AND (pada proyek *fly over* OR pada proyek jembatan) AND mitigasi risiko
- Jurnal referensi dengan range dari tahun terbit 2008 sampai tahun 2021.

Setelah mengidentifikasi risiko berdasarkan kategorinya serta mitigasi masing-masing risiko, maka dilakukan studi ilmiah dan analisis mengenai manajemen risiko pada proyek pembangunan *flyover* atau jembatan secara umum. kerangka penelitian dalam makalah ini ditunjukkan pada gambar 1.



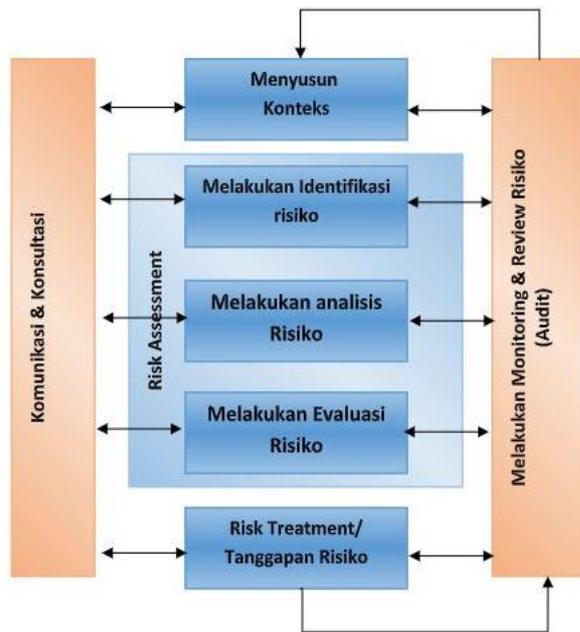
Gambar 1. Kerangka Berpikir Penelitian

HASIL DAN DISKUSI

Menurut (Azis, 2017) manajemen risiko adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk menanggapi risiko yang diketahui (melalui rencana analisa risiko atau bentuk observasi lainnya) untuk meminimalisir konsekuensi buruk yang mungkin terjadi, oleh karena itu risiko harus didefinisikan dalam bentuk suatu rencana atau prosedur yang relatif. Tujuan manajemen risiko proyek adalah untuk meningkatkan kemungkinan kejadian di proyek yang positif dan mengurangi kemungkinan kejadian proyek yang negatif. Manajemen risiko meliputi proses mulai dari perencanaan manajemen risiko, identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko, dan perlakuan terhadap risiko. Bagan proses manajemen risiko ditunjukkan pada gambar 2.

Garis horizontal sebelah kiri pada gambar 2 menunjukkan cara yang dilakukan untuk mendapatkan informasi dan kebenaran setiap tahapan risiko, sedangkan garis horizontal sebelah kanan menunjukkan tahap peninjauan

setiap tahapan risiko. Identifikasi risiko terbagi menjadi 2 yaitu risiko internal dan risiko eksternal.



Gambar 2. Proses Manajemen Risiko

1. Risiko internal yaitu risiko yang berasal dari dalam perusahaan itu sendiri, misalnya risiko terkait sumber daya, manajemen perusahaan, anggota proyek, lokasi konstruksi, dokumen, dan informasi.
2. Risiko eksternal adalah risiko yang berasal dari lingkungan luar perusahaan, misalnya kebijakan pemerintah daerah, kondisi alam dan cuaca, kondisi politik, retensi keuangan, dll.

Kedua jenis risiko di atas dibagi menjadi 2 (dua) kategori, yaitu:

- a. Risiko teknis; berkaitan dengan evaluasi kemungkinan bahwa sistem yang diwujudkan dalam desain ketika dibangun memenuhi persyaratan kinerja, dan jika terjadi kekurangan kinerja, seberapa serius kekurangannya. Contoh risiko teknis antara lain risiko metode konstruksi, desain konstruksi bangunan, ketersediaan material, kualitas kerja, keselamatan kerja dan lain-lain.
- b. Risiko non-teknis; adalah risiko yang dapat berpengaruh pada suatu proyek secara langsung, yang disebabkan oleh kejadian yang tidak terduga dan tidak diharapkan yang dapat menyebabkan penyimpangan yang tidak diharapkan dari lokasi pelaksanaan proyek yang dilakukan oleh pemangku kepentingan eksternal.

Yang membedakan risiko non-teknis dari risiko teknis dalam konteks proyek adalah adanya hubungan yang jelas antara risiko dan pemangku kepentingan eksternal. Dengan kata lain, risiko non-teknis biasanya berasal dari pemangku kepentingan atau lingkungan eksternal. Dalam artikel ini, risiko non-teknis berhubungan dengan risiko pembebasan lahan, risiko keuangan, risiko dari pemangku kepentingan atau pemerintah, risiko hukum, risiko politik, pemangku kepentingan, sosial ekonomi, risiko cuaca, dan sebagainya. Berikut ini merupakan kajian literatur dan analisa manajemen risiko pada proyek konstruksi jembatan yang telah dikelompokkan berdasarkan kategori risikonya dan di rangkum dalam tabel 1. Setelah diketahui faktor risiko yang paling dominan, maka dapat diketahui mitigasi risiko yang harus dilakukan.

Tabel 1. Ringkasan Tinjauan Literatur dan Analisa Manajemen Risiko pada Proyek Konstruksi Jembatan

No	Journal Code	Risk Identification				Result
		Internal		External		
		Technical	Non-technical	Technical	Non-technical	
1	(Enderzon & Soekiman, 2020b)	√	√	√	√	Hasil dari penelitian ini teridentifikasi 34 kejadian risiko, 17 agen risiko dan 17 tindakan pencegahan dalam proyek konstruksi <i>flyover</i> . Agen risiko yang harus dilakukan mitigasi adalah pengawasan pekerjaan yang tidak berjalan dengan baik. Langkah preventif yang perlu dilakukan adalah adanya pengawasan internal dari <i>owner</i> terhadap penyedia jasa maupun konsultan pengawas.
2	(Simanjuntak & Sudibyo, 2020)	√	√	√	X	Identifikasi faktor dan variabel risiko kontrak <i>design and build</i> pada proyek simpang susun semanggi antara lain kemampuan manajemen <i>owner</i> , <i>design team</i> , proses <i>procurement</i> , <i>builder team</i> dan <i>project manager</i> . Identifikasi faktor dan variabel risiko kontrak <i>design and build</i> pada proyek simpang susun semanggi terdapat 5 faktor dan 37 variabel risiko pada kontrak <i>design and build</i> pada proyek simpang susun semanggi.

3	(Enderzon, 2020)	√	X	√	√	Risiko pada proyek konstruksi <i>flyover</i> dan <i>underpass</i> di Indonesia, yaitu pada tahap konsepsi teridentifikasi risiko pengadaan lahan, pada tahap perencanaan teridentifikasi risiko perubahan desain dan kesalahan perencanaan, serta pada tahap pelaksanaan teridentifikasi risiko keamanan dan keselamatan kerja (K3) dan kondisi lapangan. Sedangkan pada tahap operasi tidak teridentifikasi adanya risiko yang terjadi.
4	(Rafiq Muhammad Choudhry & Aslam, 2019)	√	X	√	X	Potensi risiko yang terkait dengan proyek konstruksi jembatan diidentifikasi, yang termasuk dalam urutan menurun dari risiko keuangan, risiko eksternal, risiko desain, risiko manajemen, risiko konstruksi, risiko kontrak dan risiko kesehatan & keselamatan. Dari hasil studi kasus menunjukkan bahwa hasil prakiraan kurang lebih akurat dan mirip dengan yang sebenarnya dialami dalam hal biaya dan waktu proyek.
5	(Baskoro et al., 2013)	√	X	√	X	Berdasarkan hasil analisis risiko, ada 5 jenis variabel risiko yang signifikan terhadap waktu, yaitu kemacetan lalu lintas, kerusakan peralatan, kerusakan lingkungan akibat proyek, kebisingan saat pemancangan, dan kendala saat pengeboran. Sementara itu ada 6 macam variabel risiko yang signifikan terhadap biaya, yaitu kerusakan lingkungan sekitar akibat proyek, kerusakan peralatan, keterlambatan dalam mobilisasi material, kerusakan material hotmix saat pengiriman, dan kendala pada saat pengeboran.
6	(Cho & Kim, 2008)	√	√	X	X	Untuk evaluasi permukaan respons yang dibangun dari fungsi keadaan batas, hasil yang dianalisis telah dibandingkan dengan indeks keselamatan konvensional dan kesalahan yang diizinkan dalam kontrol ereksi selama tahap konstruksi kritis. Kontrol ereksi untuk defleksi vertikal dan horizontal selama tahap konstruksi kritis ke-7 dan ke-21 dipertimbangkan berdasarkan toleransi untuk rasio penurunan kabel dan keadaan batas layan jembatan bentang panjang yang dibangun terhadap deformasi vertikal.
7	(Li et al., 2013)	√	X	X	√	Studi ini menyajikan metode baru identifikasi risiko dengan analisis modular berbasis WBS-RBS (<i>Work Breakdown Structure-Risk Breakdown Structure</i>). Untuk tujuan penerapan yang lebih baik dari metode baru ini dalam identifikasi risiko jembatan besar, BCICS (Sistem Klasifikasi Informasi Konstruksi Jembatan) yang sesuai untuk tahap konstruksi jembatan besar didirikan berdasarkan sistem klasifikasi informasi ISO (Organisasi Standardisasi Internasional). Sistem pengkodean berdasarkan BCICS dan RBS yang disajikan dalam penelitian ini cocok untuk penyimpanan komputer termodulasi dari informasi risiko jembatan besar dalam tahap konstruksi dan memiliki kontribusi besar untuk membangun database risiko jembatan besar dalam tahap konstruksi.
8	(Sari et al., 2018)	√	X	X	√	Identifikasi risiko dilakukan menggunakan <i>Project Complexity and Risk Assessment (PCRA)</i> . Metode ini mengidentifikasi risiko sesuai dengan kompleksitas per-kategori dalam proyek. Dari 7 kategori yang telah dievaluasi oleh responden, dipilih kategori <i>project characteristic</i> yang memiliki score penilaian paling tinggi. Hasil analisis strategi mitigasi dari metode FMEA kemudian digunakan untuk membantu kontraktor proyek dalam menangani risiko yang terjadi dalam pembangunan <i>Flyover</i> Warungasem.
9	(Duchaczek & Skorupka, 2016)	X	X	√	√	Penggunaan metode AHP akan memungkinkan untuk mengukur risiko kerusakan fasilitas jembatan dalam aspek potensi serangan teroris. Metode AHP digunakan dalam prosedur penilaian risiko (untuk menilai kemungkinan terjadinya serangan teroris) dan metode Bellinger (untuk

						menilai konsekuensi kerusakan fasilitas jembatan). Keuntungan terpenting dari analisis yang disajikan dalam karya ini adalah kenyataan bahwa keputusan yang diambil dapat dijelaskan secara ilmiah dan tidak hanya mengacu pada pengetahuan dan pengalaman seseorang.
10	(Rafiq M. Choudhry, 2019)	√	X	X	√	Studi kasus digunakan untuk menentukan dampak biaya dan risiko jadwal. Analisis dilakukan dengan menggunakan simulasi Monte Carlo. Temuan simulasi Monte Carlo dibandingkan dengan waktu aktual dan biaya proyek pada studi kasus. Hasilnya menunjukkan waktu dan biaya aktual berada dalam distribusi simulasi yang diharapkan. Hasilnya menunjukkan bahwa analisis risiko sangat membantu dalam mengelola biaya dan menjadwalkan risiko.
11	(Vidivelli et al., 2017)	√	√	X	X	Peringkat keseluruhan faktor risiko untuk tujuh kategori dianalisis, nilai rata-rata berkisar antara 1 hingga 2,5 yang dianggap sebagai faktor paling kritis dalam proyek jembatan. Hasil analisis diharapkan dapat membantu para profesional proyek untuk fokus pada beberapa faktor dan mendapatkan hasil yang optimal daripada memperhatikan semua faktor dan tidak mendapatkan hasil yang proporsional. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi proyek pembangunan jembatan dan memasukkan faktor-faktor kritis untuk meningkatkan analisis risiko.
12	(Patil & Ghorpade, 2019)	√	√	X	X	Peringkat keseluruhan faktor risiko untuk kategori dianalisis, nilai rata-rata berkisar antara 4 hingga 5 yang dianggap sebagai faktor paling kritis dalam proyek jembatan. Peringkat sepuluh besar faktor risiko adalah sebagai berikut: keterlambatan selama proses konstruksi, kurangnya koordinasi, peralatan keselamatan untuk pekerja, banyak modifikasi desain yang dilakukan selama pelaksanaan, tidak tersedianya lahan dan hak jalan yang membatasi akses ke lokasi, pengecoran dan waktu pengerjaan lebih lama, kurang berpengalaman dalam menentukan harga tender, estimasi biaya dan jadwal yang tidak realistis, pemilik tertinggal dalam membayar kontraktor dan rendahnya kemampuan kontraktor.
13	(Nawaz et al., 2019)	√	√	X	X	Analisis menunjukkan bahwa manajemen risiko memiliki diimplementasikan pada tingkat rendah di lingkungan lokal. Hasilnya juga mengungkapkan bahwa ada tingkat korelasi yang lebih tinggi antara manajemen risiko yang efektif dan keberhasilan proyek. Temuan mengungkapkan pentingnya teknik manajemen risiko, penggunaannya, implikasinya, dan efeknya teknik pada keberhasilan proyek konstruksi dari perspektif kontraktor, sehingga meyakinkan peserta utama proyek tentang penggunaan manajemen risiko.
14	(Simanjuntak & Maulidya, 2017)	√	X	X	X	Risiko dapat diidentifikasi melalui sumber risiko dan dampak kerugian yang ditimbulkan. Berdasarkan dampak tersebut dapat dinilai risiko apa saja yang berpotensi besar dalam menimbulkan kerugian. Risiko dianalisis dengan menggabungkan nilai kemungkinan (probabilitas atau frekuensi) dan konsekuensi (dampak atau efek). Kemungkinan dan konsekuensi dari setiap risiko akan menentukan tingkat risiko. Dalam penanganan risiko dapat dilakukan melalui penghindaran risiko, pengurangan/mitigasi risiko, retensi risiko dan transfer risiko.
15	(Rani & Syammaun, 2019)	√	X	X	X	Analisis statistik yang digunakan adalah uji validitas, uji reliabilitas, analisis deskriptif dan regresi linier berganda. Faktor risiko manajemen material yang paling mempengaruhi kinerja waktu dalam pembangunan proyek <i>flyover</i> adalah faktor

						kendali mutu. Artinya jika faktor kendali mutu dapat ditangani dengan baik, maka kinerja waktu pengerjaan proyek akan meningkat.
16	(Hakim, 2017)	√	√	X	X	Pada analisa risk matrix terdapat 3 pekerjaan yang tergolong high risk yaitu Pekerja jatuh dari ketinggian pada pekerjaan pembesian, bekisting, dan parapet, pekerja terkena sengatan listrik pada pekerjaan instalasi listrik, dan material terjatuh dari ketinggian dan menimpa pekerja saat erection. Beberapa cara mitigasi risiko berupa menerapkan aturan yang jelas sesuai dengan metode pelaksanaan pekerjaan berdasarkan SMK3, khususnya mengenai standar APD dan mengasuransikan semua pekerja dan pelaksana yang terlibat dalam proyek melalui Jamsostek.
17	(Nugroho, D.T., 2020)	√	√	√	√	Faktor risiko meliputi faktor internal dan eksternal. Oleh karena itu untuk dapat meminimalisir segala risiko yang timbul dari pembangunan jembatan harus memperhatikan faktor risiko internal dan eksternal agar tidak mengakibatkan pembengkakan biaya dalam pembangunan jembatan serta perlu adanya respon risiko dan alokasi risiko. Mitigasi risiko dilakukan agar manajemen risiko dapat diimplementasikan ke dalam proyek pembangunan jembatan.
18	(LIANG et al., 2018)	√	X	X	X	Dalam makalah ini, berdasarkan model penilaian risiko metode Kent, disimpulkan empat kategori risiko utama dalam pembangunan jembatan di daerah reservoir. Metode ini diterapkan pada penilaian risiko konstruksi jembatan jalan raya sungai Xiangxi Yangtze, yang secara kuantitatif dapat menganalisis identifikasi risiko jembatan di area reservoir dan secara efektif menilai penerimaan risiko selama pembangunan jembatan di area reservoir.
19	(K. Wang et al., 2021)	√	X	X	X	Pengambil keputusan dalam proses pembangunan jembatan umumnya lebih memilih untuk mengandalkan pengalaman profesional mereka untuk menentukan sumber risiko. Konstruksi jembatan menjadi semakin kompleks, yang sulit untuk diakomodasi dengan metode umum dan membutuhkan beberapa inovasi, adalah makalah mengambil contoh jembatan super untuk melakukan pekerjaan penelitian teoritis untuk memenuhi keandalan jembatan itu sendiri. Meskipun perhitungan metode ini mungkin rumit, metode ini secara efektif mempertimbangkan korelasi yang melekat antara faktor sumber risiko dan mengurangi campur tangan faktor subjektif dalam proses penentuan bobot.
20	(Rosady et al., 2014)	√	√	√	√	Risiko yang signifikan terhadap waktu adalah pekerjaan terhambat kondisi cuaca hujan, kesulitan mendatangkan peralatan, keterlambatan pengiriman material, keterlambatan pelaksanaan saat pemancangan, kendala saat pengeboran, dan kemacetan pada lalu lintas. Sedangkan risiko yang signifikan terhadap biaya adalah pekerja tertimpa material, pekerja terbentur alat berat, kerusakan peralatan, pencurian alat dan material, kerusakan lingkungan sekitar akibat proyek.
21	(Pratita & Latif, 2018)	√	X	√	√	WBS standar berbasis risiko dapat digunakan untuk dasar perencanaan kualitas, membantu pelaksana proyek mengidentifikasi pekerjaan proyek ke item terkecil dan menetapkan tujuan kualitas untuk setiap item dalam akurasi yang lebih besar sebagai alat untuk memastikan setiap pekerjaan telah mempertimbangkan persyaratan untuk merespon kualitas- risiko terkait.
22	(Hapsari et al., 2018)	√	√	X	X	Hasil dari penelitian ini adalah identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko pada aktivitas perakitan alat gantry peluncuran, yang bila dilakukan dengan metode JSA

						(<i>Job Safety Analysis</i>) dan HIRARC (<i>Hazard Identification, Risk Assessment, Risk Control</i>), tiba pada berbagai tingkat risiko di semua tahap perakitan. Kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa dalam perakitan alat peluncur gantry terdapat risiko yang ekstrim.
23	(Yahampath et al., 2014)	X	√	X	√	Keselamatan pengguna jalan sangat dipengaruhi oleh <i>flyover</i> . Keterlambatan terjadi karena kemacetan yang tinggi terutama pada jam-jam puncak. Manfaat yang diharapkan belum tercapai dari proyek <i>flyover</i> .
24	(Handayani et al., 2018)	√	√	X	√	Berdasarkan hasil evaluasi terhadap pekerjaan proyek pembangunan <i>flyover</i> teridentifikasi sebanyak 37 risiko, yang terdiri dari 15 <i>project complexity</i> . Risiko-risiko tersebut antara lain adanya keterlambatan target penyelesaian pekerjaan, penggunaan dana diluar yang tercantum pada kontrak kerja, adanya bangunan pemerintahan, dan adanya utilitas milik PLN, Telkom, PDAM yang menghambat pekerjaan.
25	(Hamid et al., 2021)	√	√	X	√	Identifikasi awal faktor risiko paling besar probabilitas dan dampaknya terhadap waktu yaitu keterlambatan penerbitan SPMK, keterlambatan pembebasan lahan, cuaca. Terhadap biaya yaitu ketersediaan dana dari pihak penyedia jasa, kesalahan estimasi volume oleh pihak perencana akibat kontrak lumpsum, adanya pekerjaan tambah melebihi 10% dari nilai kontrak. Setiap komponen risiko sebaiknya dialokasikan kepada pihak yang paling mampu menangani risiko tersebut yaitu ketidakpastian kondisi dilapangan oleh penyedia jasa, terhambatnya keuangan pihak kontraktor oleh penyedia jasa, produktivitas oleh penyedia jasa dan penyedia jasa, cuaca oleh pengguna jasa dan penyedia jasa.
26	(Huang et al., 2018)	√	X	X	X	Risiko konstruksi substruktur jembatan Jiangshun dikelompokkan menjadi tiga kategori: konstruksi pondasi tiang pancang, konstruksi <i>cofferdam</i> baja dan konstruksi <i>platform</i> bantalan. Metode prediksi risiko konstruksi jembatan berdasarkan metode AHP-GST dapat digunakan sebagai cara yang efektif untuk mengendalikan risiko proyek konstruksi jembatan, dan mengambil tindakan yang efektif terlebih dahulu.
27	(Ozorhon & Demirkesen, 2015)	√	√	√	X	Seperti yang dirancang untuk menjadi jembatan gantung terpanjang keempat di dunia, proyek ini ditemukan risiko paling signifikan dalam proyek jembatan adalah keuangan, hukum, peraturan dan politik, serta rekayasa dan konstruksi. Strategi respons risiko dikembangkan untuk mengendalikan risiko secara efektif.
28	(Liu et al., 2020)	X	√	X	√	Ketika kita menggunakan mode BOT internasional, proyek akan memiliki kekhasan tersendiri dari transfer, konstruksi dan operasi proyek. Sehingga pengaruh risikonya akan lebih besar dibandingkan dengan bentuk proyek konstruksi lainnya. Jadi menganalisis seluruh proses manajemen risiko proyek BOT adalah kunci untuk mendapatkan manfaat ekonomi yang maksimal.
29	(X. Wang & Wang, 2020)	√	√	X	X	Makalah ini menetapkan sistem indikator risiko rekayasa jembatan, dan memperkenalkan teori jaringan saraf BP ke dalam penilaian risiko rekayasa jembatan. Menggunakan kemampuan pemetaan fungsi multi-dimensi yang sangat baik dan struktur jaringan yang fleksibel dan beragam dari jaringan saraf BP, struktur ini dapat mengatasi masalah oversubjektif dan kurangnya dukungan data objektif yang ada secara luas dalam penelitian penilaian risiko jembatan, dan menunjukkan objektivitas, rasionalitas dan keringkasannya.

30	(Ongkowijoyo et al., 2021)	√	√	√	√	Analisis mengungkapkan bahwa "perilaku alami yang tidak terduga" yang dikonfirmasi oleh pihak kontraktor dan konsultan adalah peristiwa risiko yang paling signifikan dan krusial. Peristiwa risiko lain yang ditemukan signifikan adalah "pembayaran tertunda." Di sisi lain, ditemukan juga bahwa beberapa risiko dalam kategori hukum ditemukan kurang signifikan dibandingkan dengan peristiwa risiko besar lainnya.
31	(Azis, 2017)	X	√	√	√	Dalam Pelaksanaan Pekerjaan Pemasangan Rangka Baja Jembatan Kutai Kartanegara diidentifikasi 15 (lima belas) sumber risiko. Terdapat 6 (enam) jenis risiko utama yang diidentifikasi dengan kategori tidak dapat diterima dan tidak diinginkan. Mitigasi atas risiko yang tidak dapat diterima pada keterlambatan kedatangan material akibat banyaknya antrian dari lokasi pengiriman, adalah dengan membuat jadwal kedatangan material yang disesuaikan dengan kebutuhan lapangan serta mengevaluasi jumlah material yang datang dengan kebutuhan bidang.
32	(Syahriadi & Tenriajeng, 2020)	X	X	√	√	Berdasarkan pembahasan yang telah disampaikan dapat disimpulkan beberapa hal yang menjawab tujuan dari penelitian yaitu pertama terdapat 5 variabel risiko tinggi, 41 variabel risiko sedang, dan 19 variabel risiko rendah. Risiko tinggi yang terjadi adalah terjadinya kebakaran BBM, terkena utilitas dibawahnya, girder yang diangkat terjatuh, pekerja tertimpa pipa tremi/concrete pump, dan pekerja tertimpa pipa tremi/concrete pump.
33	(Suparman & Fitriani, 2016)	X	X	√	√	Pada pekerjaan konstruksi Jembatan Musi VI Palembang bahwa terdapat 64 risiko kecelakaan kerja yang teridentifikasi dan terdapat 13 risiko dengan tingkat rendah, 47 risiko dengan tingkat sedang dan 4 risiko dengan tingkat tinggi. Berdasarkan penilaian risiko dengan perkalian probabilitas risiko dan dampak risiko dengan menggunakan matriks risiko AS/NZS 4360: 2004, maka diperoleh risiko tertinggi yang terjadi pada proyek konstruksi Jembatan Musi VI Palembang yaitu faktor risiko terhisap asap las.
34	(Latief et al., 2010)	X	√	√	√	Hasil peninjauan menunjukkan bahwa Metode <i>Fuzzy Inference Risk Map</i> memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dalam evaluasi risiko dibandingkan dengan Metode Pendekatan TFN (<i>Triangular Fuzzy Number</i>) dengan tingkat akurasi sebesar 78,36%. Dari hasil penelitian ini juga diamati risiko yang tertinggi dalam Proyek Pembangunan Jembatan Tello yaitu timbulnya kemacetan disekitar lokasi proyek.
35	(Luthfi et al., 2020)	√	√	√	√	Hasil penentuan identifikasi risiko melalui uji deskriptif menetapkan 13 skor yang paling berpengaruh pada keberhasilan pelaksanaan kedua proyek Jembatan Rangka Baja Krueng Teunom dan Panca. Tiga diantaranya mulai dari yang paling tinggi adalah, kesulitan mencari tenaga kerja yang terampil, kerusakan material saat pengiriman dan penyimpanan, dan peningkatan biaya kerja
36	(Karim, 2017)	√	√	√	√	Pada proyek Jembatan Selat Sunda, pihak terkait masih berjalan masing-masing, sehingga informasi dan data belum terdistribusi dengan baik. Sumber daya dalam hal perencanaan, pengawasan pekerjaan, dan monitoring jembatan bentang panjang dilapangan masih terbatas. Risiko eksternal seperti kondisi iklim yang buruk dan gempa bumi mungkin terjadi selama proyek pelaksanaan jembatan.
37	(Habir et al., 2018)	√	X	√	√	Penelitian ini menghasilkan identifikasi variabel risiko dan teridentifikasi 40 variabel risiko. Dari indikator faktor variable risiko yang paling berdampak pada proyek pembangunan

						konstruksi jembatan Mahakam IV Samarinda adalah faktor keterlambatan pengiriman alat, keterlambatan pengiriman barang, dan curah hujan yang tinggi.
38	(Ali et al., 2021)	√	√	X	X	Analisis risiko pada tahap estimasi proyek menyimpulkan bahwa risiko pembangunan jembatan adalah 3,4% dari perkiraan biaya dan total biaya akhir proyek. Secara paten, aktivitas yang paling banyak berkontribusi pada proyek adalah aktivitas yang membawa probabilitas kejadian berisiko tertinggi, yang menekankan kontribusi substansial dari aktivitas berisiko tinggi terhadap nilai proyek.
39	(Suliantoro et al., 2018)	√	√	X	√	Terdapat 36 risiko yang mempengaruhi proyek pengadaan konstruksi jembatan. Didapatkan 1 (satu) risiko kategori tinggi yaitu risiko cuaca buruk, 32 risiko kategori sedang dan 3 (tiga) risiko kategori rendah yaitu kesalahan material pada bentuk, fungsi dan spesifikasi, inflasi dan kesalahan yang terjadi dalam pemahaman dokumen kontrak. Risiko cuaca buruk adalah risiko terbesar dan risiko musiman, upaya penanganannya adalah 2 (dua) strategi respon penghindaran. Yaitu strategi respon jangka pendek dan strategi respon jangka Panjang.
40	(Hidayatulloh & Bhaskara, 2020)	√	√	√	√	Dari keseluruhan hasil analisis pada penelitian ini diperoleh kesimpulan, bahwa faktor risiko paling berpengaruh terhadap kinerja proyek adalah risiko manajemen, dan risiko paling besar dalam proses pembangunan adalah risiko pengukuran lapangan untuk menentukan posisi, titik, garis, dan ketinggian tidak sesuai dengan gambar, dengan ini faktor risiko teknis menjadi prioritas.
41	(Rosdiana et al., 2017)	X	√	√	√	Risiko-risiko yang ditemukan di lima area yang dianalisis antara lain adalah menghirup debu atau asap, tertimpa, tertabrak, terjepit, terpukul, terkena percikan, kesetrum, terkena cahaya, terpotong, tergores, terjatuh, dan kebisingan. Risiko tertinggi yang ditemukan antara lain, pada area fabrikasi adalah menghirup asap las CO ₂ dan menghirup debu gram, area komponen <i>plate</i> adalah menghirup asap <i>cutting</i> plasma, area komponen <i>profile</i> adalah tangan terpotong mesin, area H-beam adalah menghirup debu gram, dan area <i>trial</i> adalah terjatuh dari ketinggian yang termasuk dalam level risiko <i>substantial</i> .
42	(Widayat, 2018)	X	√	X	√	Dengan melakukan analisis SWOT, diketahui bahwa risiko lingkungan yang paling dominan adalah kebijakan pemerintah daerah yang menggunakan dana pembangunan Jembatan Siak untuk kegiatan PON pada tahun 2012, sehingga pembangunan jembatan tersebut mangkrak selama 5 tahun (2012-2017), hal itu berakibat akses warga ke pusat kota menjadi terhalang oleh jembatan yang belum selesai.
43	(Mukti, 2018)	√	√	√	√	Dalam tinjauan ini hasil identifikasi variabel risiko dan pengolahan data terdapat 40 variabel risiko baik dari segi waktu, biaya, peralatan, manusia, metode, bahan, teknis, lingkungan dan faktor eksternal. Dari indikator faktor variable risiko yang paling berpengaruh terhadap proyek pembangunan konstruksi jembatan Mahakam IV Samarinda adalah factor keterlambatan pengiriman alat.
44	(Winaktu et al., 2016)	X	√	√	√	Hasil analisis masing-masing elemen risiko didapatkan bobot yang bervariasi, namun bobot terbesar didominasi oleh faktor risiko alam. Hasil analisis bobot faktor risiko dari urutan paling besar adalah faktor alam, faktor risiko pelaksanaan, faktor risiko kontraktual, faktor risiko material dan peralatan, faktor risiko manajemen, dan faktor risiko desain dan teknologi. Hasil analisis pembobotan global masing-masing risiko dari 52

						(lima puluh dua) risiko yang mempunyai bobot terbesar adalah: risiko Gempa bumi.
45	(Noferi, 2015)	√	√	√	√	Pembangunan jembatan Barurusa II di Kota Pangkalpinang memiliki 7 (tujuh) sumber risiko yang tinggi yang sangat mempengaruhi biaya pelaksanaan dan 4 (empat) sumber risiko tinggi yang sangat mempengaruhi waktu pelaksanaan. Dari sumber resiko tinggi tersebut bahwa sumber risiko runtuhnya konstruksi akibat tertabraknya kapal dan penambahan item pekerjaan merupakan risiko yang sangat mempengaruhi <i>additional works</i> proyek dan perubahan peraturan merupakan sumber risiko yang mempengaruhi penambahan waktu pelaksanaan proyek.
46	(Hutasoit, 2016)	√	√	X	√	Terdapat 20 risiko kecelakaan kerja dengan klasifikasi tinggi dan 2 diantaranya paling tinggi yaitu terjatuh pada pekerjaan elektrikal dan mekanikal dan tergores (ujung besi yang menonjol) pada pekerjaan pembesian, pekerjaan kolom, <i>hammer head</i> pada pen gangkutan material yang mungkin terjadi pada proyek pembangunan Jembatan THP Kenjeran Surabaya. Terdapat 4 faktor penyebab risiko kecelakaan tersebut terjadi yaitu faktor manajemen, faktor personal, faktor teknis dan faktor lingkungan.
47	(Tumimomor et al., 2014)	√	√	X	√	Analisis risiko yang paling berdampak pada pembangunan jembatan di Sulawesi Utara yaitu risiko tinggi terdiri dari aspek strategi, koordinasi dan lokasi, serta aspek peralatan, material dan keuangan; risiko sedang terdiri dari aspek perencanaan dan aspek pengendalian dan teknologi. Analisis risiko berdasarkan konsekuensi yaitu: risiko tinggi yaitu aspek manajemen, aspek peralatan, sosial dan keuangan, transportasi dan waktu serta aspek perencanaan, budaya dan cuaca.
48	(Panjaitan & Sekarsari, 2015)	√	√	√	√	Berdasarkan hasil penelitian terdapat faktor-faktor dalam jaringan pasok yang paling mempengaruhi kinerja waktu penyelesaian proyek di Jakarta yaitu keterlambatan proyek, laju pencapaian volume jalan dan jembatan yang rendah, revisi dan distribusi gambar kerja lambat, perencanaan administrasi kerja yang lambat, data desain tidak memadai, ketidaklengkapan laporan mingguan/ bulanan dan dokumentasi, pengurangan nilai kontrak. Tindakan untuk menangani kedelapan risiko-risiko dominan tersebut adalah dengan mengurangi risiko (<i>risk reduction</i>).
49	(Purwanto, 2017)	√	X	√	√	Faktor-faktor yang berpengaruh langsung maupun tidak langsung secara fundamental terhadap tidak tercapainya target waktu adalah faktor SDM, material, peralatan dan lingkungan kerja. Faktor yang paling dominan berpengaruh langsung atau secara implisit terhadap tidak tercapainya target waktu dan target mutu adalah faktor SDM.
50	(Azis et al., 2018)	X	√	X	√	Berdasarkan hasil penelitian, faktor-faktor yang mempengaruhi secara signifikan tidak tercapainya target waktu adalah Faktor Keuangan, faktor SDM dan Faktor lingkungan kerja. Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi secara signifikan tidak tercapainya target mutu adalah faktor target waktu, faktor keuangan, sdm dan lingkungan kerja.

Keterangan:

√ = Teridentifikasi Risiko

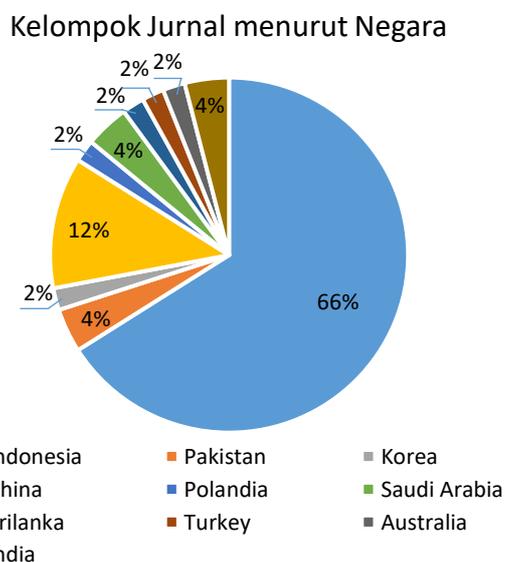
X = Tidak Teridentifikasi Risiko

Adapun pengelompokan jurnal berdasarkan tahun terbitnya ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Pengelompokan jurnal menurut Tahun Terbit

Garis horizontal pada gambar 3 menunjukkan jumlah jurnal, sedangkan garis vertical menunjukkan tahun terbit jurnal. Dari 50 literatur pada tabel 1, jurnal ini berasal dari beberapa negara di dunia, mulai dari Pakistan, Polandia, Korea, China, Saudi Arabia, India, Turkey, Australia, Srilanka dan Indonesia. Asal negara pada jurnal ini sekaligus merupakan lokasi proyek studi kasus. Sebanyak 34% artikel berasal dari luar negeri sehingga jurnal yang berasal dari Indonesia sebanyak 66%. Gambar 4 menunjukkan rincian bagian distribusi artikel menurut negara.

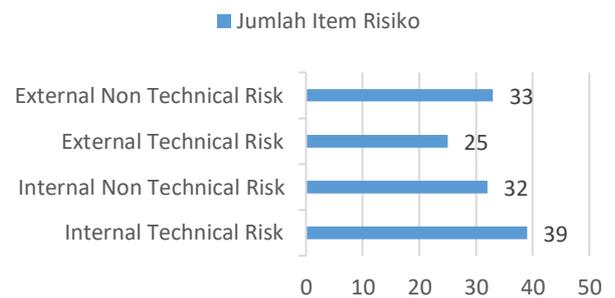


Gambar 4. Pengelompokan jurnal berdasarkan Negara

Identifikasi risiko pada jurnal ini terdiri dari kategori risiko internal dan eksternal. Kategori risiko internal dibagi menjadi risiko *technical* dan *non-technical* begitu pula dengan kategori risiko eksternal. Faktor internal proyek merupakan faktor yang berasal dari dalam proyek baik dari pemilik, kontraktor, perencana, atau konsultan. Sedangkan faktor eksternal merupakan faktor yang berasal dari luar proyek konstruksi. Yang termasuk risiko teknis diantaranya: Material, peralatan, pekerja, bobot pekerjaan, dan lain sebagainya. Risiko lain yang dapat terjadi adalah keterlambatan pekerjaan yang dapat disebabkan oleh hal-

hal non-teknis diantaranya keuangan, lingkungan sekitar, iklim, kemacetan lalu lintas disekitar proyek dan juga kecelakaan lalu lintas yang diakibatkan karena keluar masuk kendaraan proyek, dan juga beberapa kejadian yang pernah terjadi di lokasi proyek seperti, adanya mogok pekerja, yang menyebabkan keterlambatan waktu pekerjaan, serta adanya demo masyarakat sekitar yang merasa terganggu dengan kebisingan alat-alat berat proyek, yang dapat mengakibatkan proses pelaksanaan proyek terganggu. Gambar 5 menunjukkan jumlah risiko-risiko yang telah diidentifikasi dalam masing-masing kategori sebagai berikut:

Risk Identification



Gambar 5. Jumlah Jurnal Penelitian berdasarkan Identifikasi Risiko

Garis Horizontal pada gambar 5 menggambarkan Jumlah jurnal berdasarkan identifikasi risiko. Berdasarkan gambar 5 dapat diketahui bahwa jumlah item risiko internal lebih banyak dari pada jumlah item eksternal. Jumlah item risiko teknis internal lebih banyak dari pada risiko teknis eksternal. Sehingga kemungkinan adanya risiko teknis internal lebih besar dari pada risiko teknis eksternal. Sedangkan jumlah item risiko non-teknis internal hampir sama dengan risiko non-teknis eksternal. Hal tersebut dapat diartikan kemungkinan adanya risiko non-teknis hampir sama antara risiko internal dan eksternal. Secara umum dari gambar 5 dapat diketahui bahwa kemungkinan adanya risiko internal lebih besar daripada risiko eksternal pada proyek pembangunan jembatan maupun *flyover*.

Dari jurnal-jurnal yang diteliti maka ditentukan tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis manajemen risiko pada Proyek Konstruksi *Flyover* atau Jembatan. Di Pakistan (Nawaz et al., 2019) mengungkapkan pentingnya teknik manajemen risiko, penggunaannya, implikasinya, dan efeknya teknik pada keberhasilan proyek konstruksi dari perspektif kontraktor, sehingga meyakinkan pemangku kepentingan proyek tentang penggunaan manajemen risiko. Risiko dianalisis dengan menggabungkan nilai kemungkinan (probabilitas atau frekuensi) dan konsekuensi (dampak atau efek). Menurut penelitian kasus proyek jembatan di Sulawesi Utara (Tumimomor et al., 2014) kejadian dan konsekuensi menghasilkan komponen dominan yang paling

berpengaruh. Peran dari manajemen risiko diharapkan dapat mengantisipasi perubahan lingkungan yang cepat, mengembangkan *corporate governance*, mengoptimalkan strategi manajemen, mengamankan sumber daya dan aset yang dimiliki organisasi, dan mengurangi pengambilan keputusan yang responsif dari manajemen puncak. Pada proyek Jembatan Afiat Kabupaten Malang (Winaktu et al., 2016), hasil analisis masing-masing bobot faktor risiko dari urutan paling besar adalah faktor alam, faktor risiko pelaksanaan, faktor risiko kontraktual, faktor risiko material dan peralatan, faktor risiko manajemen, dan faktor risiko desain dan teknologi. Risiko pada proyek konstruksi *flyover* dan *underpass* di Indonesia diteliti (Enderzon, 2020). Terindikasi risiko pada tahap konsepsi, tahap pelaksanaan dan tahap pelaksanaan. Di India (Vidivelli et al., 2017) mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi proyek pembangunan jembatan dan memasukkan faktor-faktor kritis untuk meningkatkan analisis risiko. Berdasarkan jurnal yang dibuat di India, peringkat faktor risiko untuk kategori dengan nilai rata-rata berkisar antara 4 hingga 5 yang dianggap sebagai faktor paling kritis dalam proyek jembatan. Risiko teratas telah disorot dan dibahas secara rinci untuk langkah-langkah efektif lebih lanjut guna memastikan arah pengembangan masa depan yang tepat bagi para profesional konstruksi (Patil & Ghorpade, 2019).

Banyak metode yang dapat digunakan untuk melakukan identifikasi risiko. Di China (Li et al., 2013) melakukan identifikasi risiko jembatan besar, BCICS (Sistem Klasifikasi Informasi Konstruksi Jembatan) yang sesuai untuk tahap konstruksi jembatan besar didirikan berdasarkan sistem klasifikasi informasi ISO (Organisasi Standardisasi Internasional). Sistem pengkodean yang disajikan cocok untuk penyimpanan komputer termodulasi dari informasi risiko jembatan besar dalam tahap konstruksi dan memiliki kontribusi besar untuk membangun database risiko jembatan besar dalam tahap konstruksi. Identifikasi risiko dilakukan dengan *Project Complexity and Risk Assesment (PCRA)* menggunakan metode FMEA dan hasil analisis strategi mitigasi digunakan untuk menanggulangi risiko yang terjadi pada pembangunan *Flyover* Warungasem (Sari et al., 2018). Di Polandia (Duchaczek & Skorupka, 2016) penggunaan metode AHP akan memungkinkan untuk mengukur risiko kerusakan fasilitas jembatan dalam aspek potensi serangan teroris. Jurnal yang dibuat di China (K. Wang et al., 2021) menyebutkan meskipun perhitungan metode ini mungkin rumit, metode ini secara efektif mempertimbangkan korelasi yang melekat antara faktor sumber risiko dan mengurangi campur tangan faktor subjektif dalam proses penentuan bobot. Di Indonesia WBS standar berbasis risiko dapat digunakan sebagai dasar perencanaan kualitas, membantu pelaksana proyek mengenali pekerjaan proyek secara detail dan menentukan tujuan kualitas untuk setiap

item dalam akurasi yang lebih besar sebagai alat untuk menjamin setiap pekerjaan telah mempertimbangkan persyaratan untuk merespon kualitas risiko terkait (Pratita & Latif, 2018). Di Indonesia (Handayani et al., 2018) menganalisis risiko pembangunan *flyover* Jatingaleh. Adapun metode yang digunakan adalah *Project Complexity and Risk Management (ProCRiM)* dan *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*. Di China metode prediksi risiko konstruksi jembatan berdasarkan metode AHP-GST dapat digunakan sebagai cara yang efektif untuk mengendalikan risiko proyek konstruksi jembatan, dan mengambil tindakan yang efektif terlebih dahulu (Huang et al., 2018). Analisis Risiko Proyek Pembangunan Jembatan Tello (Latief et al., 2010) menggunakan metode *Fuzzy Inference Risk Map* memiliki tingkat ketepatan yang lebih baik dalam identifikasi risiko dibandingkan dengan Metode *Triangular Fuzzy Number* dengan tingkat akurasi sebesar 78,36%.

Beberapa jurnal referensi membahas tentang risiko eksternal. Penelitian di Turkey (Ozorhon & Demirkesen, 2015) menyatakan bahwa risiko paling signifikan dalam proyek jembatan adalah keuangan, hukum, peraturan dan politik, serta rekayasa dan konstruksi. Karena terdapat risiko tinggi dalam proyek, risiko tersebut dialokasikan dengan tepat kepada pihak proyek untuk meningkatkan efisiensi pengaturan KPS. Faktor variable risiko yang paling berdampak pada proyek pembangunan jembatan Mahakam IV Samarinda (Habir et al., 2018) adalah faktor keterlambatan pengiriman alat, keterlambatan pengiriman barang, dan curah hujan. Di Indonesia pada proyek jembatan pada jalan tol (Suliantoro et al., 2018) menyatakan bahwa risiko cuaca buruk adalah risiko terbesar dan musiman, upaya penanganannya adalah strategi respon penghindaran yaitu strategi respon jangka pendek dan strategi respon jangka Panjang. Pada Proyek Pembangunan Jembatan Siak 4 dengan melakukan analisis SWOT (Widayat, 2018) ditemukan bahwa risiko lingkungan yang dominan adalah peraturan pemerintah provinsi Riau yang menggunakan dana pembangunan untuk kegiatan PON, sehingga proyek pembangunan menjadi tidak aktif selama 5 tahun, dan akses warga ke pusat kota menjadi terhambat.

Faktor risiko yang paling dominan dari jurnal referensi pada table 1 merupakan factor internal seperti yang disebutkan dalam jurnal-jurnal berikut. Penelitian di Indonesia dengan studi kasus proyek konstruksi *flyover* dapat diidentifikasi agen risiko prioritas yang harus dimitigasi yaitu pengawasan pekerjaan yang tidak berjalan dengan semestinya yang dimitigasi dengan pengawasan intern dari *owner* terhadap penyedia jasa maupun konsultan pengawas (Enderzon & Soekiman, 2020a). Di Indonesia (Simanjuntak & Sudiby, 2020) menganalisis identifikasi faktor dan variabel risiko kontrak *design and build* pada Proyek Simpang Susun Semanggi. Pada kasus

proyek jembatan rangka baja di Aceh (Luthfi et al., 2020) diidentifikasi risiko yang paling tinggi adalah, kesulitan mencari tenaga kerja yang terampil, kerusakan material saat pengiriman dan penyimpanan, dan peningkatan biaya kerja. Pada proyek Jembatan Selat Sunda, pihak-pihak terkait masih berjalan secara individu, sehingga informasi dan data belum terdistribusi dengan baik. Sumber daya dalam hal perencanaan, pengawasan pekerjaan dilapangan, dan monitoring untuk jembatan bentang panjang dilapangan masih terbatas. Pengelolaan risiko yang ada terkait pada pemilihan Project Delivery System yang akan digunakan dalam proyek tersebut (Karim, 2017). Jurnal yang di buat di Australia (Ongkowiyo et al., 2021) mengungkapkan bahwa "perilaku alami yang tidak terduga" yang dikonfirmasi oleh pihak kontraktor dan konsultan adalah peristiwa risiko yang paling signifikan dan krusial. Peristiwa risiko lain yang ditemukan signifikan adalah "pembayaran tertunda.". Pada proyek Jembatan Kaliwader di Indonesia, faktor risiko paling berpengaruh terhadap kinerja proyek adalah risiko manajemen, dan risiko paling besar dalam proses pembangunan adalah risiko pengukuran lapangan, dengan ini faktor risiko teknis menjadi prioritas (Hidayatulloh & Bhaskara, 2020). Indikator faktor variable risiko yang paling berdampak pada proyek pembangunan konstruksi jembatan Mahakam IV Samarinda adalah factor keterlambatan pengiriman alat (Mukti, 2018). Pada pembangunan Proyek Jembatan Pagerwojo di Kabupaten Tulungagung (Purwanto, 2017) Faktor yang paling dominan berpengaruh langsung atau secara implisit terhadap tidak tercapainya target waktu dan target mutu adalah faktor SDM, strategi untuk mengatasi risiko tersebut yaitu peningkatan kualitas SDM, peralatan, maupun pengujian mutu bahan. Penelitian terhadap proyek jembatan di Kabupaten Probolinggo terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi secara signifikan tidak tercapainya target waktu dan target mutu. Strategi untuk mengatasinya adalah dengan menambah jumlah SDM sesuai keahlian serta menyesuaikan pelaksanaan pekerjaan dengan waktu ideal sesuai kemampuan kerja dan persyaratan teknis jembatan (Azis et al., 2018).

Jurnal yang membahas tentang Teknik pembangunannya yaitu Penelitian di Korea (Cho & Kim, 2008) kontrol ereksi untuk defleksi vertikal dan horizontal selama tahap konstruksi kritis dipertimbangkan berdasarkan toleransi untuk rasio penurunan kabel dan keadaan batas layan jembatan bentang panjang yang dibangun terhadap deformasi vertical. Jurnal yang dibuat di Indonesia (Hapsari et al., 2018) identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko pada aktivitas perakitan alat gantry peluncuran, yang bila dilakukan dengan metode JSA (*Job Safety Analysis*) dan HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, Risk Control*). Makalah yang dibuat di China (X. Wang & Wang, 2020) ini menetapkan sistem indikator

risiko rekayasa jembatan, dan memperkenalkan teori jaringan saraf BP ke dalam penilaian risiko rekayasa jembatan, struktur ini dapat mengatasi masalah oversubjektif dan kurangnya dukungan data objektif yang ada secara luas dalam penelitian penilaian risiko jembatan, dan menunjukkan objektivitas, rasionalitas dan keringkasan.

Salah satu jenis risiko yang termasuk dalam factor risiko internal adalah Kesehatan dan keselamatan kerja. Di China (LIANG et al., 2018) terdapat risiko kecelakaan kerja sehingga apabila dibandingkan dengan kriteria penerimaan risiko, tingkat penerimaan risiko konstruksi jembatan di daerah reservoir dievaluasi, yang menunjukkan arah tindakan pencegahan keselamatan dan penyusunan rencana darurat dalam konstruksi dan memastikan keamanan konstruksi jembatan di daerah reservoir. Beberapa cara mitigasi risiko kecelakaan kerja berupa menerapkan aturan yang jelas sesuai dengan metode pelaksanaan pekerjaan berdasarkan SMK3, khususnya mengenai standar APD dan mengasuransikan semua pekerja dan pelaksana yang terlibat dalam proyek melalui Jamsostek (Hakim, 2017). Penelitian di Srilanka pada proyek jembatan layang (Yahampath et al., 2014) menganalisis data kecelakaan, survei kecepatan dan waktu tempuh yang digunakan untuk membandingkan kondisi saat ini dan sebelum pembangunan jalan layang karena menimbulkan risiko keterlambatan pekerjaan. Pada proyek jembatan Musi VI Palembang (Suparman & Fitriani, 2016) menganalisis risiko tertinggi yaitu terhisap asap las, pengendalian yang dilakukan di lapangan yaitu pekerja diwajibkan untuk memakai APD sesuai dengan jenis pekerjaan, pengecekan lingkungan kerja (safety patrol) secara berkala, pemasangan rambu K3. Di Indonesia pada proyek Jembatan (Rosdiana et al., 2017) menggunakan metode *Job Safety Analysis* risiko tertinggi yang ditemukan yaitu menghirup asap las CO₂ dan debu gram terhirup, menghirup asap cutting plasma, tangan terpotong mesin cutting, menghirup debu gram dengan, terjatuh dari ketinggian. Pembangunan jembatan THP Kenjeran Surabaya terdapat beberapa risiko kecelakaan kerja, terdapat 4 faktor penyebab dari risiko kecelakaan tersebut terjadi yaitu faktor manajemen, faktor personal, faktor teknis dan faktor lingkungan. Oleh karena itu, mitigasi dilakukan berdasarkan pengawasan pelaksanaan pekerjaan sesuai SMK3 (Hutasoit, 2016).

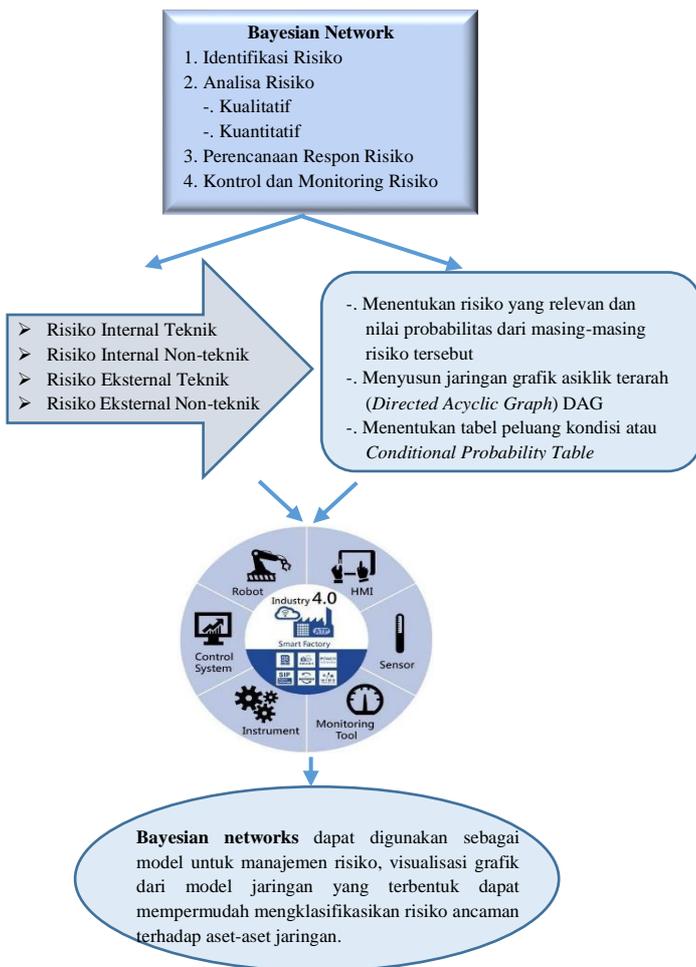
Suatu proyek yang teridentifikasi risiko akan berimbas terhadap waktu dan biaya proyek tersebut. Jurnal yang dibuat di Pakistan (Rafiq Muhammad Choudhry & Aslam, 2019) membandingkan potensi risiko yang terkait dengan proyek konstruksi jembatan akurat dengan yang sebenarnya dialami dalam hal biaya dan waktu proyek. Di Indonesia (Baskoro et al., 2013) menganalisis respon risiko yang signifikan terhadap waktu yaitu pengecekan alat sebelum digunakan dan respon risiko terhadap aspek biaya

yaitu, sosialisasi proyek kepada lingkungan dan memastikan kontrak pengiriman material. Penelitian di Saudi Arabia dengan simulasi Monte Carlo menunjukkan waktu dan biaya aktual berada dalam distribusi simulasi yang diharapkan. Hasilnya menunjukkan bahwa analisis risiko sangat membantu dalam mengelola biaya dan menjadwalkan risiko (Rafiq M. Choudhry, 2019). Penelitian di Indonesia (Rani & Syammaun, 2019) menganalisis pengaruh risiko manajemen material terhadap kinerja waktu pada pembangunan proyek *fly over* di Banda Aceh dan menyimpulkan jika faktor kendali mutu dapat ditangani dengan baik, maka kinerja waktu pengerjaan proyek akan meningkat. Penelitian di Indonesia (Nugroho, D.T., 2020) mengemukakan bahwa risiko yang timbul dari pembangunan jembatan harus memperhatikan faktor risiko internal dan eksternal agar tidak mengakibatkan pembengkakan biaya dalam pembangunan jembatan serta perlu adanya respon risiko dan alokasi risiko. Hal tersebut dilakukan agar manajemen risiko dapat diimplementasikan ke dalam proyek pembangunan jembatan. Jurnal yang di buat di China menganalisis seluruh proses manajemen risiko proyek BOT adalah kunci untuk mendapatkan manfaat ekonomi yang maksimal. Ketika menggunakan mode BOT internasional, proyek akan memiliki kekhasan tersendiri dari transfer, konstruksi dan operasi proyek, sehingga pengaruh risikonya akan lebih besar dibandingkan dengan bentuk proyek konstruksi lainnya (Liu et al., 2020). Di Saudi Arabia (Ali et al., 2021) menyimpulkan aktivitas yang paling banyak berkontribusi pada proyek adalah aktivitas yang membawa probabilitas kejadian berisiko tertinggi, yang menekankan kontribusi substansial dari aktivitas berisiko tinggi terhadap nilai proyek. Selain itu, solusi praktis untuk penilaian risiko dan analisis proyek konstruksi jembatan disediakan untuk digunakan oleh kontraktor konstruksi jembatan, manajer proyek, dan insinyur manajemen proyek. Jurnal yang dibuat di Indonesia (Noferi, 2015) menyatakan bahwa Pembangunan jembatan Barurusa II di Kota Pangkalpinang memiliki 7 (tujuh) sumber risiko yang tinggi yang sangat mempengaruhi biaya pelaksanaan dan 4 (empat) sumber risiko tinggi yang sangat mempengaruhi waktu pelaksanaan. Faktor yang paling berpengaruh terhadap kinerja waktu penyelesaian proyek di Jakarta adalah keterlambatan proyek, laju pencapaian volume, revisi dan distribusi gambar kerja lambat, dll. Adapun tindakan penanganan terhadap kedelapan risiko-risiko dominan tersebut adalah dengan mengurangi risiko (*risk reduction*) (Panjaitan & Sekarsari, 2015).

Penanganan risiko diperlukan untuk mengatasi risiko yang terjadi pada suatu proyek konstruksi. Dalam penanganan risiko dapat dilakukan melalui penghindaran risiko, pengurangan/mitigasi risiko, retensi risiko dan transfer risiko (Simanjuntak & Maulidya, 2017). Pada studi kasus *flyover* di Samarinda untuk mengurangi dan mengalihkan

risiko yang signifikan terhadap waktu, dan untuk risiko yang signifikan terhadap biaya, kontraktor mengambil respon menghindari dan mengurangi risiko (Rosady et al., 2014). Jurnal yang dibuat di Indonesia (Hamid et al., 2021) mengungkapkan bahwa setiap komponen risiko sebaiknya dialokasikan kepada pihak yang paling mampu menangani risiko tersebut yaitu ketidakpastian kondisi dilapangan oleh penyedia jasa, terhambatnya keuangan pihak kontraktor oleh penyedia jasa, produktivitas oleh penyedia jasa dan penyedia jasa, iklim oleh pengguna jasa dan penyedia jasa. Di Indonesia mitigasi atas risiko yang tidak dapat diterima pada keterlambatan kedatangan material akibat banyaknya antrian dari lokasi pengiriman, adalah dengan membuat jadwal kedatangan material yang disesuaikan dengan kebutuhan lapangan serta mengevaluasi jumlah material yang datang dengan kebutuhan bidang (Azis, 2017). Pada proyek jembatan di Kota Depok terdapat beberapa risiko keselamatan kerja dan lingkungan mutu sehingga uraian risiko dominan dan respon pengendalian risiko dengan cara tindakan preventif dan korektif (Syahriadi & Tenrijeng, 2020).

Dari gambar 5 dapat diketahui bahwa risiko yang paling banyak terjadi pada proyek konstruksi *flyover* maupun jembatan yaitu risiko internal, dari risiko internal paling banyak terjadi adalah risiko teknik. Meskipun terdapat banyak item risiko, bukan berarti potensi risikonya juga besar. Risiko internal teknik antara lain metode konstruksi, desain konstruksi bangunan, ketersediaan material, kualitas kerja, keselamatan kerja dan lain-lain yang akan berakibat terhadap waktu, mutu dan biaya konstruksi. Mitigasi risiko yang harus dilakukan yaitu menjalin komunikasi antar komponen-komponen dalam proyek, serta meningkatkan kualitas kerja maupun keselamatan kerja. Manajemen risiko harus dilakukan sedini mungkin dari identifikasi kemungkinan risiko secara rutin, menganalisis risiko yang terjadi secara spesifik, evaluasi sumber risiko serta penyelesaian atau penanggulangan risiko, kemudian perlakuan risiko yang terjadi. Manajemen risiko hendaknya perlu diperhatikan dalam sebuah proyek konstruksi, sehingga risiko-risiko potensial yang mungkin terjadi dalam proyek dapat diprediksi secara tepat dan mampu melakukan rencana strategis penanggulangan risiko sebelum terjadi. Saat ini dunia telah memasuki era revolusi industri 4.0, salah satunya Indonesia. Berbagai kemajuan yang menandai awal dari revolusi industri 4.0 sudah mulai diterapkan di berbagai lini termasuk industri konstruksi. Industri konstruksi 4.0 yang ditandai dengan pemanfaatan teknologi informasi dalam setiap aspek pekerjaan, termasuk di sector konstruksi menjadikan keharusan bagi sumber daya konstruksi untuk melakukan penyesuaian. Manajemen risiko perlu diterapkan sesuai dengan revolusi industri 4.0 dengan frame work sebagai berikut.



Gambar 6. Frame Work Penelitian Berikutnya

Bayesian Network merupakan salah satu Probabilistic Graphical Model (PGM) sederhana yang dibangun dari teori probabilitas dan teori graf. Struktur graf Bayesian Network disebut dengan Directed Acyclic Graph (DAG). DAG terdiri dari node dan edge. Node merepresentasikan variabel acak dan edge merepresentasikan adanya hubungan ketergantungan langsung dan dapat juga diinterpretasikan sebagai pengaruh (sebab-akibat) antara variabel yang dihubungkannya (Devi, F.P. et al, 2017). Variabel yang akan dibuhungkan antara lain identifikasi risiko, analisa risiko, perencanaan respon risiko, kontrol dan monitoring risiko. Setelah mengetahui probabilitas variable yang telah di sebutkan diatas, maka di dapatkan hasil antara lain:

- Risiko yang relevan dan nilai probabilitas dari masing-masing risiko (Risiko Internal & Risiko Eksternal baik Teknik maupun non Teknik)
- Jaringan grafik asiklik terarah (*Directed Acyclic Graph*) DAG
- Tabel peluang kondisi atau *Conditional Probability Table*

Dengan adanya metode Bayesian Network merupakan pemanfaatan teknologi informasi dalam manajemen risiko

sebagai penerapan revolusi industri 4.0 sehingga menuntut sumber daya konstruksi untuk melakukan penyesuaian.

Penelitian dengan judul Manajemen Risiko Pada Proyek Konstruksi Jembatan: Kajian Literatur Sistematis ini mempunyai tujuan penelitian untuk menganalisis manajemen risiko pada Proyek Konstruksi *Flyover* atau Jembatan. Untuk menjawab tujuan penelitian tersebut, dilakukan penelitian dengan kajian literatur sistematis menggunakan konsep manajemen risiko. Hasil penelitian ini adalah dapat diketahui risiko yang paling dominan terjadi pada proyek konstruksi *flyover* maupun jembatan yaitu risiko internal khususnya pada risiko technical. Manajemen risiko harus dilakukan sedini mungkin dari identifikasi kemungkinan risiko secara rutin, menganalisis risiko yang terjadi secara spesifik, evaluasi sumber risiko serta penyelesaian atau penanggulangan risiko, kemudian perlakuan risiko yang terjadi. Untuk menangani risiko tersebut dapat dilakukan dengan meningkatkan koordinasi, agar terjalin kerjasama, kesepakatan dan kesesuaian kinerja sesuai dengan yang disyaratkan. Selain itu perlu dilakukan peningkatan kemampuan tenaga kerja dan peralatan agar sesuai dengan spesifikasi teknis konstruksi dan perusahaan.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa risiko yang paling banyak terjadi pada proyek konstruksi *flyover* maupun jembatan yaitu risiko internal, dari risiko internal paling banyak terjadi adalah risiko teknik. Risiko internal teknik antara lain metode konstruksi, desain konstruksi bangunan, ketersediaan material, kualitas kerja, keselamatan kerja dan lain-lain yang akan berakibat terhadap waktu, mutu dan biaya konstruksi. Manajemen risiko harus dilakukan sedini mungkin dari identifikasi kemungkinan risiko secara rutin, menganalisis risiko yang terjadi secara spesifik, evaluasi sumber risiko serta penyelesaian atau penanggulangan risiko, kemudian perlakuan risiko yang terjadi. Manajemen risiko hendaknya perlu diperhatikan dalam sebuah proyek konstruksi, sehingga risiko-risiko potensial yang mungkin terjadi dalam proyek dapat diprediksi secara tepat dan mampu melakukan rencana strategis penanggulangan risiko sebelum terjadi. Untuk menangani risiko tersebut dapat dilakukan dengan meningkatkan koordinasi, agar terjalin kerjasama, kesepakatan dan kesesuaian kinerja sesuai dengan yang disyaratkan. Selain itu perlu dilakukan peningkatan kemampuan tenaga kerja dan peralatan agar sesuai dengan spesifikasi teknis konstruksi dan perusahaan. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan pertimbangan untuk pencegahan risiko yang terjadi pada proyek pembangunan jembatan, memberikan masukan bagi pengembang sebagai penilaian pengambilan

keputusan untuk penanggulangan risiko konstruksi terutama konstruksi jembatan. Dapat dijadikan bahan referensi untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A. M., Al-ablani, B. A., Mekky, M., Al-ghimlas, N. A., & Alam, M. M. (2021). *Risk Assessment of Bridge Construction Project Through Cost Management Phases*. *Journal of Industrial Engineering International*, 17(1), 42–51.
- Azis, S. (2017). *Risk management analysis for construction of Kutai Kartanegara bridge-East Kalimantan-Indonesia*. AIP Conference Proceedings, 1903(November). <https://doi.org/10.1063/1.5011572>
- Azis, S., Putranto, E. H. D., & Surachmad, N. (2018). *Faktor-Faktor Risiko Kegagalan Pencapaian Sasaran Proyek Tepat Waktu Dan Mutu pada Pembangunan Proyek Jembatan di Kabupaten Probolinggo*. *Jurnal Info Manajemen Proyek*, 25–36.
- Baskoro, B. B., N, C. B., & Rohman, M. A. (2013). *Analisis Risiko Pada Proyek Fly Over Pasar Kembang Surabaya*. Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 1–7.
- Cho, T., & Kim, T. S. (2008). *Probabilistic Risk Assessment for The Construction Phases of a Bridge Construction Based on Finite Element Analysis*. *Finite Elements in Analysis and Design*, 44(6–7), 383–400. <https://doi.org/10.1016/j.finel.2007.12.004>
- Choudhry, Rafiq M. (2019). *Risk Analysis Related to Cost and Schedule for a Bridge Construction Project*. *Intech Open*, 1–14.
- Choudhry, Rafiq Muhammad, & Aslam, A. M. (2019). *Risk Analysis of Bridge Construction Projects in Pakistan*. *Abc*, 1–16.
- Duchaczek, A., & Skorupka, D. (2016). *A Risk Assessment Method of Bridge Facilities Damage in The Aspect of Potential Terrorist Attacks*. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 60(2), 189–198. <https://doi.org/10.3311/PPci.7627>
- Enderzon, V. Y. (2020). *Identifikasi Risiko Proyek Konstruksi Flyover dan Underpass di Indonesia (Kajian Literatur)*. *Rekayasa Sipil*, 14(2), 104–111. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2020.014.02.4>
- Enderzon, V. Y., & Soekiman, A. (2020a). *Manajemen Risiko Proyek Konstruksi Flyover di Indonesia dengan Metode House of Risk (HOR)*. 18(1), 57–68.
- Enderzon, V. Y., & Soekiman, A. (2020b). *Manajemen Risiko Proyek Konstruksi Flyover di Indonesia dengan Metode House of Risk (HOR) Risk Management of Flyover Construction Projects in Indonesia with House of Risk (HOR) Method*. *Media Ternik Sipil*, 18(1), 57–68.
- Habir, H., Fajar, F., & Mukti, M. (2018). *Analisis Risiko Pelaksanaan Konstruksi Pembangunan Jembatan Mahakam IV Samarinda*. *Jurnal Teknologi Sipil*, 29–38.
- Hakim, A. R. (2017). *Implementasi Manajemen Risiko Sistem Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan (K3L) pada Pembangunan Flyover Pegangsaan 2 Kelapa Gading Jakarta Utara*. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 23(2), 113–123. <https://doi.org/10.14710/mkts.v23i2.13438>
- Hamid, M. A., Hadi, A. K., & Musa, R. (2021). *Manajemen Resiko Terhadap Aspek Legal Dan Bisnis Dalam Pekerjaan Konstruksi Jembatan Penyeberangan Di Jalan Tol (Studi Kasus Proyek Jalan Tol Semarang-Solo)*. 01(01), 12–20.
- Handayani, Wibowo, Nursyachbani, & Prihapsari. (2018). *Analisis Risiko pada Proyek Pembangunan Flyover Jatingaleh dengan Kerangka Procirm dan Metode FMEA*. *Seminar Nasional IENACO*, 397–406.
- Hapsari, A., Erwandi, D., & Syam, A. F. (2018). *Risks Control for Launching Gantry Activity Assembly at Kaptan Tendean Flyover Project (Seskoal Package)*. *KnE Life Sciences*, 4(5), 159. <https://doi.org/10.18502/kl.v4i5.2549>
- Hidayatulloh, H., & Bhaskara, A. (2020). *ANALISA RISIKO KONSTRUKSI DARI SUDUT PANDANG KONTRAKTOR PADA PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN KALIWADER Studi Kasus Proyek Pembangunan Jembatan Kaliwader Kabupaten Purworejo*. *Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Teknologi Yogyakarta*, 3.
- Huang, R., Peng, K., & Zhou, W. (2018). *Study on Risk Assessment of Bridge Construction Based on AHP-GST Method*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 189(4). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/189/4/042017>
- Hutasoit, E. O. (2016). *Analisa Risiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Pembangunan Jembatan THP Kenjeran Surabaya*. *Skripsi Sarjana*, 5(2).
- Karim, A. M. (2017). *Identifikasi Risiko dalam Pembangunan Jembatan Bentang Panjang (Studi Kasus Pembangunan Jembatan Selat Sunda)*. *Jurnal Infrastruktur ISSN 2527-497X*, 3(01), 70–82.
- Latief, R. U., Abdurrahman, M. A., & Setiawan, R. (2010). *Penilaian Risiko Dengan Metode Fuzzy Pada*

Proyek.

- Li, Q. F., Zhang, P., & Fu, Y. C. (2013). *Risk Identification for The Construction Phases of The Large Bridge Based on WBS-RBS*. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 6(9), 1523–1530. <https://doi.org/10.19026/rjaset.6.3863>
- LIANG, G., XIAO, K., HE, L., FU, J., LAI, Z., & ZHANG, T. (2018). *Risk Assessment Method for Xiangxi Yangtze River Highway Bridge Based on Kent Index Method*. DEStech Transactions on Computer Science and Engineering, cmsam, 418–422. <https://doi.org/10.12783/dtcse/cmsam2018/26582>
- Liu, Y., Gui, Y., Zhou, Y., Ma, Y., Yang, B., Luo, F., Chen, H., Liu, Y., Yan, Z., & Li, L. (2020). *A Case Study on International Engineering Risk Management under BOT Model: The case of Yavuz Sultan Selim Bridge in Istanbul*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 568(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/568/1/012050>
- Luthfi, A., Maulina, F., & Mahmuddin, M. (2020). *Identifikasi Risiko Pada Proyek Pembangunan Penggantian Jembatan Rangka Baja Di Aceh Jaya Dan Aceh Besar*. Journal of The Civil Engineering Student, 2(3), 211–217. <http://www.jim.unsyiah.ac.id/CES/article/view/10700>
- Mukti, F. F. (2018). *Analisa Faktor Risiko Pada Proyek Konstruksi Jembatan Mahakam IV Samarinda*. Falkutas Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, 1–14.
- Nawaz, A., Waqar, A., Shah, S. A. R., Sajid, M., & Khalid, M. I. (2019). *An Innovative Framework For Risk Management in Construction Projects in Developing Countries: Evidence from Pakistan*. Risks, 7(24), 1–10. <https://doi.org/10.3390/risks7010024>
- Noferi, S. (2015). *Analisa Faktor Risiko Pembangunan Jembatan Batu Rusa II Di Kota Pangkalpinang*. Seminar Nasional Teknik Sipil, 5(1), 370–378.
- Nugroho, D.T., et al. (2020). *Bridge Project Development Risk Management: A Literature Riview*. EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR)-Peer Reviewed Journal, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.36713/epra2013>
- Ongkowijoyo, C. S., Gurm, A., & Andi, A. (2021). *Investigating risk of bridge construction project: exploring Suramadu strait-crossing cable-stayed bridge in Indonesia*. International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment, 12(1), 127–142. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-03-2020-0018>
- Ozorhon, B., & Demirkesen, S. (2015). *Managing Risks in Public-Private Partnership Projects: The Case of Izmit Bay Suspension*. Changing the Field: Recent Developments for Future Engineering and Construction, May 2015, 643–650. https://www.researchgate.net/publication/277309939_Managing_Risks_in_Public-Private_Partnership_Projects_The_Case_of_Izmit_Bay_Suspension_Bridge
- Panjaitan, F. N., & Sekarsari, J. (2015). *Peringkat dan Penanganan Risiko Dominan Konsultan Pengawas Jalan dan Jembatan di Kabupaten Bogor*. Jurnal Sipil, 15(1), 33–48.
- Patil, G. L., & Ghorpade, K. (2019). *Risk Analysis in Flyover Construction*. International Journal of Scientific Development and Research (IJS DR), 4(8), 27–32.
- Pratita, M. W. A. S. P., & Latif, Y. (2018). *Development of Risk-Based Standardized WBS (Work Breakdown Structure) for Quality Planning of Flyover Works*. Proceedings of the International Conference in Industrial Engineering and Operations Management Bandung, Indonesia, 2694–2710.
- Purwanto, A. (2017). *Analisa Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Risiko Kegagalan Pencapaian Sasaran Proyek Tepat Waktu dan Mutu pada Pembangunan Proyek Jembatan Pagerwojo di Kabupaten Tulungagung*. Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Malang.
- Rani, H. A., & Syammaun, T. (2019). *The Identification of Material Management Risk Factors Affecting The Time Performance in Fly Over Project Construction*. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 1–14.
- Rosady, K., Ariefin, B. M. E., & Purwanto. (2014). *ANALISA RISIKO PROYEK PEMBANGUNAN FLY OVER JALAN JUANDA – ABDUL WAHAB SYAHRANI SAMARINDA*. Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- Rosdiana, N., Anggraeni, S. K., & Umyati, A. (2017). *Identifikasi Risiko Kecelakaan Kerja Pada Area Produksi Proyek Jembatan Dengan Metode Job Safety Analysis (JSA)*. Jurnal Teknik Industri, 5(1), 1–6.
- Sari, D. P., N, A. D., D, A. M., T, E., & A, M. A. (2018). *Analisis Risiko Pada Proyek Pembangunan Flyover Tol Warungasem Batang dengan Kerangka Project Complexity and Risk Assesment dan FMEA*. Seminar Nasional IENACO, 314–321.
- Simanjuntak, M. R. A., & Maulidya, F. (2017). *Recommendations Result Analysis Construction Process of Fly over Non-Toll Ciledug - Tendean – Indonesia*. International Journal of Scientific and Research Publications, 7(12), 304–312.

- Simanjuntak, M. R. A., & Sudibyo, B. (2020). *Identifikasi Faktor dan Variabel Risiko Design And Build Pada Proyek Simpang Susun Semanggi*. SNITT – Politeknik Negeri Balikpapan, 421–428.
- Suliantoro, H., Fitriani, N., & Setiadji, B. H. (2018). *Risk Analysis and Strategic Planning on Bridge Construction Works at The Toll Road Procurement Projects in Central Java Province*. The International Cooperation for Education about Standardization (ICES) 2018 Conference, 49(July), 1–10. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20184902020>
- Suparman, S., & Fitriani, H. (2016). *Analisa Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Konstruksi Jembatan Musi Vi Palembang*. Cantilever, 5(2), 1–6. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v5i2.46>
- Syahriadi, R., & Tenriajeng, A. T. (2020). *Analisis Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan Mutu Proyek Jalan Tol Dan Jembatan Pada Pt. Hutama Karya Infrastruktur Di Kota Depok*. Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan Universitas Nusa Putra (J-TESLINK), 1 (3)(September).
- Tumimomor, J. E. E., Manalip, H., & Mandagi, R. J. . (2014). *Analisis Resiko pada Konstruksi Jembatan di Sulawesi Utara*. Jurnal Sabua, 6(2), 235–241.
- Vidivelli, B., Vidhyasagar, E., & Jayasudha, K. (2017). *Risk Analysis in Bridge Construction Projects*. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 6(5), 8271–8284. <https://doi.org/10.15680/IJIRSET.2017.0605168>
- Wang, K., Lu, C., & Li, Q. (2021). *Study on Identifying Significant Risk Sources during Bridge Construction Based on Grey Entropy Correlation Analysis Method*. Mathematical Problems in Engineering, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6618039>
- Wang, X., & Wang, Y. (2020). *The Research on Bridge Engineering Risk Management and Assessment Model Based on BP Neural Network*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 455(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/455/1/012127>
- Widayat, P. (2018). *Manajemen Risiko: Risiko Lingkungan Akibat Terbengkalainya Pekerjaan Proyek Jembatan Siak 4 Kota Pekanbaru*. Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora, 1(1), 1–13.
- Winaktu, G., Mulyadi, L., & DP, E. H. (2016). *PENENTUAN SKALA PRIORITAS RISIKO PADA PEMBANGUNAN JEMBATAN AFIAT DESA KANIGORO KECAMATAN PAGELARAN KABUPATEN MALANG*. Institut Teknologi Nasional Malang Repository, 1–9.
- Yahampath, B., Bandara, S., & Perera, L. (2014). *Engineering Solutions To Minimize Delays and Safety Risk At Dehiwala*. June, 97–104.