

SKRIPSI

**ANALISIS DAN PENANGANAN RISIKO KESELAMATAN
KONSTRUKSI PADA PROYEK GEDUNG DENGAN
KONTRAK TERINTEGRASI RANCANG BANGUN
DI TAHAPAN PERANCANGAN**

Disusun dan diajukan oleh:

ASWAR BASRI

D011 20 1128



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS DAN PENANGANAN RISIKO KESELAMATAN KONSTRUKSI PADA PROYEK GEDUNG DENGAN KONTRAK TERINTEGRASI RANCANG BANGUN DI TAHAPAN PERANCANGAN

Disusun dan diajukan oleh

ASWAR BASRI
D011 20 1128

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 21 Februari 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Rosmariyani Arifuddin, ST, MT
NIP. 197305301998022001

Pembimbing Pendamping,



Dr. M. Asad Abdurrahman, ST, M.Eng, PM
NIP. 197303061998021001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP. 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Aswar Basri
NIM : D011201128
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Analisis dan Penanganan Risiko Keselamatan Konstruksi pada Proyek Gedung dengan Kontrak Terintegrasi Rancang Bangun di Tahapan Perancangan}

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 11 Januari 2024

Yang Menyatakan


Aswar Basri

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “(ANALISIS DAN PENANGANAN RISIKO KESELAMATAN KONSTRUKSI PADA PROYEK GEDUNG DENGAN KONTRAK TERINTEGRASI RANCANG BANGUN DI TAHAPAN PERANCANGAN)” yang merupakan salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. **Bapak Prof Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., IPM., ASEAN. Eng**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin;
2. **Bapak Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge ST., M.Eng.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin;
3. **Ibu Dr. Rosmariani Arifuddin, ST.,MT.**, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini;
4. **Bapak Dr. M. Asad Abdurahman, ST, M. Eng.PM** selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini;
5. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin;
6. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin;
7. Bapak dan Ibu Pakar / Ahli Keselamatan Konstruksi yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan validasi, *deep interview*,

brainstorming terkait variabel penelitian, tingkat risiko, dan penanganan risiko;

Yang teristimewa penulis persembahkan kepada:

1. Kedua Orang tua yang sangat penulis cintai dan kasihi, yaitu ayahanda **Alm. Basri** yang sudah terlebih dahulu dipanggil oleh yang Maha Kuasa. dan ibunda **Bayani** atas doa yang selalau dipanjatkan, kasih sayang yang tiada henti diberikan dan segala dukungan selama ini, baik spiritual maupun material. Terima kasih telah merawat dan membesarkan saya dengan penuh rasa kasih sayang;
2. Kakak saya **Ashar Basri, SE dan Rasni Basri, SE.** serta Ipar saya **Nurwindi Yulistiani, SKM., M.KM** yang terkasih yang selalu bergurau bersama dan selalu memberikan semangat serta nasehat dalam penyelesaian tugas akhir ini;
3. Segenap keluarga dan sahabat yang telah memberikan doa, saran, dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini.
4. Saudara seperjuangan **Tim Riset RKI, (Mega Shine Payungallo, Andi Annisa Ida Mawarni, Kasma N, dan Ahmar Bakir Alfawaid)** yang senantiasa bersama-sama dengan saya dalam penyusunan tugas akhir ini, memberikan semangat dan dorongan, memberi nasehat serta menjadi pendengar paling setia;
5. Kanda **Muh. Rifan Fadlillah, ST** yang selalu membantu dalam penyusunan tugas akhir ini;
6. Teman-teman **adu nazib** yang senantiasa memberikan semangat dan selalu membantu dalam penyusunan tugas akhir ini;
7. Saudara seperjuangan kerja praktek **Dhafiyah Salsabila Khansa, Putri Wulan Suci,** dan **Nurul Annisa Rahmwan,** yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis.
8. Saudara **Muhammad Fadli Al-Kautsar, Rahmi Nur Hakim, Aldifa Nanda Nursyam, Risda Putri Mandasari,** yang senantiasa membantu, mendengar keluhan saya, serta memberikan dukungan dan menjadi pendengar terbaik.

9. Teman-teman **KKD Rekayasa dan Manajemen Konstruksi 2020** yang senantiasa saling menyemangati dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Saudara-saudari **ENTITAS 2021** yang menemani selama perkuliahan hingga sampai pada tahap ini.
11. Saudara-saudari **KKNT Gel. 110 Mitigasi Bencana Banjir Makassar Posko Bangkala**, yang telah memberikan dukungan kepada penulis;
12. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan pernah luput dari kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhirnya semoga Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Gowa, 11 Januari 2024

Penulis

ABSTRAK

ASWAR BASRI. *Analisis dan Penangan Risiko Keselamatan Konstruksi Pada Proyek Gedung dengan Kontrak Terintegrasi Rancang Bangun di Tahapan Perancangan* (dibimbing oleh Rosmariyani Arifuddin dan M. Asad Abdurrahman)

Konstruksi memegang peranan penting dalam perkembangan ekonomi nasional suatu negara. Indonesia saat ini sedang menggencarkan pembangunan infrastruktur, yaitu bangunan gedung. tingginya kebutuhan pembangunan mempengaruhi peningkatan kesejahteraan masyarakat menyebabkan pentingnya transformasi konsep kontrak konvensional menjadi kontrak yang lebih efektif dan efisien. Metode Rancang dan Bangun menjadi salah satu inovasi yang telah digunakan secara luas di sektor Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). Industri konstruksi, rentan terjadi kecelakaan konstruksi. Risiko pada tahap Rancang-Bangun khususnya tahapan perancangan berkaitan dengan kesalahan desain, spesifikasi gambar dan lain-lain. Manajemen risiko penting dalam proyek konstruksi untuk mengidentifikasi, menganalisis, merespons, dan mengendalikan risiko dengan menggunakan *Work Breakdown Structure* (WBS) dapat menguraikan atau membagi proyek ke dalam komponen yang lebih kecil dan lebih mudah diatur. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi risiko-risiko keselamatan konstruksi, menganalisis tingkat risiko keselamatan konstruksi serta mengembangkan penanganan risiko keselamatan konstruksi pada proyek gedung dengan kontrak terintegrasi rancang bangun di tahapan perancangan.

Metode yang digunakan berupa studi literatur yang kemudian divalidasi oleh pakar dalam menentukan identifikasi risiko. Kemudian penggunaan analisis deskriptif dan metode *fuzzy* untuk mengetahui tingkat risiko yang di validasi oleh pakar, serta pengendalian risiko dengan brainstorming dengan ahli dalam manajemen risiko.

Berdasarkan hasil studi literatur dan validasi pakar, didapatkan 205 variabel dari 257 variabel yang berpengaruh terhadap risiko keselamatan konstruksi yang dibagi menjadi enam variabel utama. Dengan menggunakan metode analisis deskriptif sebagai langkah awal dalam menentukan *mean* dan tingkat risiko, maka didapatkan variabel risiko dengan kategori sedang sebanyak 35 risiko dan 170 risiko kecil. Kemudian dari hasil analisis metode *fuzzy* didapatkan sebanyak 207 variabel dengan risiko sedang. Penanganan/pengendalian risiko didasari oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 10 Tahun 2021 yakni dari tahap eliminasi, substitusi, rekayasa teknis, administrasi, hingga alat perlindungan diri. Pada penelitian ini, penggunaan teori pareto sebesar 20% dari total 205 variabel sehingga menghasilkan 41 variabel potensial dalam melakukan penanganan/pengendalian yang kemudian divalidasi kembali oleh pakar. Dari 41 variabel yang diberikan penanganan didapatkan bahwa pengendalian yang dominan adalah pengendalian administrasi.

Kata Kunci: Manajemen Risiko, Rancang Bangun, Tahap Perancangan

ABSTRACT

ASWAR BASRI. *Analysis and Handling of Construction Safety Risks in Building Projects with Integrated Design-Build Contracts at the Design Stage* (supervised by Rosmariansi Arifuddin and M. Asad Abdurrahman)

Construction plays an important role in the development of a country's national economy. Indonesia is currently intensifying infrastructure development, namely buildings. The high need for development affects the improvement of people's welfare, causing the importance of transforming conventional contract concepts into more effective and efficient contracts. The Design and Build method is one of the innovations that has been widely used in the Public Works and Public Housing (PUPR) sector. The construction industry is prone to construction accidents. Risks at the Design-Build stage, especially the design stage, are related to design errors, drawing specifications and others. Risk management is important in construction projects to identify, analyze, respond to, and control risks by using Work Breakdown Structure (WBS) can decompose or divide the project into smaller and more manageable components.

The purpose of this research is to identify construction safety risks, analyze the level of construction safety risks and develop construction safety risk handling in building projects with integrated design-build contracts at the design stage.

The method used is a literature study which is validated by then validated by experts in determining risk identification. Then the use of descriptive analysis and fuzzy method to determine the level of risk validated by experts, as well as risk control by brainstorming with experts in risk management.

Based on the results of the literature study and expert validation, 205 variables were obtained from 257 variables that affect construction safety risks which are divided into six main variables. By using descriptive analysis method as the first step in determining the mean and risk level, 35 risk variables with moderate category and 170 small risks were obtained. Then from the results of the fuzzy method analysis, 207 variables with moderate risk were obtained. Risk handling/control is based on the Regulation of the Minister of Public Works and Public Housing Number 10 of 2021, namely from the stages of elimination, substitution, technical engineering, administration, to personal protective equipment. In this study, the use of Pareto theory amounted to 20% of the total 205 variables resulting in 41 potential variables in handling/control which were then revalidated by experts. Of the 41 variables that were given handling It is found that the dominant control is administrative control.

Keywords: Risk Management, Design and Build, Design Stage

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian	9
1.4 Manfaat Penelitian	9
1.5 Batasan Masalah	9
1.6 Sistematika Penulisan	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1 Proyek Konstruksi	12
2.1.1 Definisi Proyek Konstruksi	12
2.1.2 Karakteristik Proyek Konstruksi	12
2.1.3 Jenis-Jenis Proyek Konstruksi	13
2.1.4 Tahapan Proyek Konstruksi	14
2.1.5 Proyek Konstruksi Bangunan Gedung	16
2.2 Manajemen Proyek	18
2.2.1 Definisi Manajemen Proyek	18
2.2.2 Manfaat Manajemen Proyek	19
2.2.3 Tahapan Manajemen Proyek	19
2.3 Manajemen Risiko	21
2.3.1 Definisi Manajemen Risiko	21
2.3.2 Strategi Manajemen Risiko	22
2.3.3 Manfaat Manajemen Risiko	30
2.4 Rancang-Bangun (Design and Build)	30
2.4.1 Definisi Rancang Bangun	30
2.4.2 Perbandingan Kontrak Terintegrasi Rancang Bangun (Design Build) dan Kontrak Konvensional (Design Bid Build)	32
2.4.3 Tahapan Perencanaan Rancang Bangun	33
2.5 Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi	34
2.6 Work Breakdown Structure (WBS)	39
2.7 Metode Fuzy	41
2.8 Penelitian Terdahulu	45
BAB III METODE PENELITIAN	64
3.1 Jenis Penelitian	64
3.2 Strategi Penelitian	64
3.3 Tahapan Penelitian	68
3.4 Kerangka Operasional Penelitian	69

3.5 Jenis dan Sumber Data.....	70
3.6 Metode Pengumpulan Data.....	70
3.7 Populasi dan Sampel	71
3.8 Skala Pengukuran.....	72
3.9 Work Breakdown Structure (WBS) Proyek Gedung dengan Sistem Kontrak Rancang Bangun Pada Tahapan Perancangan.	76
3.10 Variabel Penelitian	77
3.11 Analisis Data	126
3.11.1 Analisis Deskriptif	126
3.11.2 Analisis Penilaian Risiko dengan Metode Fuzzy Inference Risk Map/Fuzzy Inferensi Peta Risiko.....	126
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	127
4.1 Hasil Analisa Data Untuk RQ 1 (<i>Risk Identification</i>).....	127
4.2 Hasil Analisa Data RQ 2 (<i>Risk Analysis</i>).....	153
4.2.1 Gambaran Umum Responden	153
4.2.1.1 Instansi Responden.....	154
4.2.1.2 Jabatan Responden	155
4.2.1.3 Pendidikan Responden	156
4.2.1.4 Pengalaman Kerja	157
4.2.2 Analisis Deskriptif.....	158
4.2.3 Analisis Metode Fuzzy.....	191
4.2.4 Validasi Tingkat Risiko.....	231
4.3 Hasil Analisis RQ 3 (<i>Risk Control</i>).....	232
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	254
5.1 Kesimpulan	254
5.2 Saran.....	255
DAFTAR PUSTAKA	256
LAMPIRAN.....	260

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Anggaran Infrastruktur dalam APBN (2018-2023).....	2
Gambar 2. Jumlah Gedung Bertingkat Tinggi di Dunia.....	3
Gambar 3. Jumlah Kecelakaan Kerja di Indonesia.....	6
Gambar 4. Kasus Kecelakaan Konstruksi	6
Gambar 5. Tahapan Proyek Konstruksi.....	16
Gambar 6. Tahapan Manajemen Proyek	19
Gambar 7. Strategi Manajemen Risiko (PMBOK, 2017).....	22
Gambar 8. Perbandingan antara kontrak design bid build dan design build (Satterfield, 2009)	32
Gambar 9. Dokumen SMKK pada Penyelenggaraan Jasa Konstruksi.....	36
Gambar 10. Matriks SMKK	39
Gambar 11. Contoh WBS dibagi Lebih Rinci menjadi Paket Pekerjaan	40
Gambar 12. Skema Metode Fuzzy untuk Risk Assessment	42
Gambar 13. Bagan Alir Penelitian.....	68
Gambar 14. Kerangka Operasional Penelitian	69
Gambar 15. Penetapan Tingkat Risiko	75
Gambar 16. WBS Proyek Gedung di Tahapan Perancangan	76
Gambar 17. Instansi Responden	154
Gambar 18. Jabatan Responden.....	155
Gambar 19. Pendidikan Responden.....	156
Gambar 20. Pengalaman Kerja Responden	157
Gambar 21. Peta Risiko Matriks (5x5).....	191
Gambar 22. FIS Editor pada matlab	192
Gambar 23. Fungsi Keanggotaan variable input kekerapan.....	192
Gambar 24. Fungsi keanggotaan variable input keparahan.....	193
Gambar 25. Fungsi keanggotaan output tingkat risiko.....	193
Gambar 26. Inferensi aturan fuzzy (fuzzy rules).....	194
Gambar 27. Penegasan (crisp) nilai fuzzy	195
Gambar 28. Hubungan kekerapan, keparahan, dan tingkat risiko dalam surface viewer.....	196

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan antara kontrak design bid build dan design build.....	33
Tabel 2. Penelitian terdahulu.....	45
Tabel 3. Strategi Penelitian (Yin, 2013).....	65
Tabel 4. Metode penelitian yang sesuai dengan bentuk pertanyaan yang akan digunakan	66
Tabel 5. Penentuan Tingkat Kecepatan.....	72
Tabel 6. Penentuan tingkat keparahan.....	73
Tabel 7. Variabel Penelitian	77
Tabel 8. Variabel risiko keselamatan konstruksi.....	127
Tabel 9. Instansi Responden.....	154
Tabel 10. Jabatan Responden	155
Tabel 11. Pendidikan Responden	156
Tabel 12. Pengalaman Kerja Responden.....	157
Tabel 13. Hasil Analisis Deskriptif	159
Tabel 14. Hasil Analisis Metode Fuzzy Inference Risk Maps	197
Tabel 15. Hasil Validasi Tingkat Risiko	231
Tabel 16. Hasil Analisis Pengendalian Risiko	233

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuisiner Validasi Pakar Variabel	260
Lampiran 2. Link Google Form Kuisiner Penelitian.....	309
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian.....	311

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di seluruh dunia, sektor konstruksi memiliki peran yang sangat signifikan dalam mendukung perekonomian nasional seperti dalam sektor lainnya, hasil dari aktivitas sektor konstruksi sering kali diukur dengan menggunakan konsep "nilai tambah" yang merujuk pada perbedaan antara nilai produksi sektor konstruksi dengan biaya-biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi hasil tersebut (Mito, 2019). Konstruksi memegang peranan penting dalam pembangunan infrastruktur dan fasilitas suatu negara, serta memberikan kontribusi signifikan terhadap perkembangan ekonomi nasional suatu negara. Pertumbuhan industri konstruksi yang pesat di banyak negara berkembang telah menciptakan banyak peluang kerja bagi berbagai tenaga kerja, yang di perkirakan bahwa sektor ini akan terus berkembang di masa depan (Manoharan dkk., 2022).

Konstruksi merupakan salah satu industri terbesar di berbagai negara dan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi nasional (Abdul Nabi & El-adaway, 2022). Chasanah (2018) menyebutkan bahwa industri konstruksi memiliki peran bagi perekonomian dunia, yaitu industri konstruksi menyumbangkan nilai yang sangat besar pada pendapatan perkapita dunia, yaitu sekitar sepersepuluh dari GDP dunia, industri konstruksi merupakan industri yang memiliki potensi dalam penyerapan tenaga kerja di dunia, serta industri konstruksi menyerap 40% dari total penyerapan energi di seluruh dunia yang menjadikan industri ini sebagai sektor terbesar dalam penyerapan energi.

Indonesia saat ini sedang mengencangkan pembangunan infrastruktur untuk mendorong pertumbuhan sosial ekonomi nasional. Untuk meningkatkan daya saing dan produktivitas nasional, hingga kuartal pertama tahun 2018, Pemerintah Indonesia telah menganggarkan lebih dari 200 miliar USD untuk 233 proyek infrastruktur di seluruh Indonesia (Rostiyanti, 2018). Pembangunan infrastruktur merupakan salah satu agenda Prioritas Nasional

yang terdapat dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024 yaitu “Memperkuat Infrastruktur untuk Mendukung Pengembangan Ekonomi dan Pelayanan Dasar” (Kementerian Keuangan, 2023).

Dalam Nota Keuangan beserta APBN Tahun Anggaran 2023, Kementerian Keuangan mengungkapkan anggaran infrastruktur dalam APBN Tahun Anggaran 2023 sebesar 391.703,8 miliar mengalami kenaikan 12,5% dari anggaran tahun 2022 dengan alokasi sebesar 373,1 miliar (Kementerian Keuangan, 2023).



Gambar 1. Anggaran Infrastruktur dalam APBN (2018-2023)

(Sumber : Kementerian Keuangan, 2023)

Pemerintah Indonesia saat ini sedang fokus dalam meningkatkan pembangunan infrastruktur, baik pembangunan irigasi, jalan, bangunan publik, hingga bangunan gedung dan perumahan untuk masyarakat (Roshaunda dkk., 2019). Salah satu pembangunan infrastruktur saat ini yang berkembang pesat adalah bangunan gedung bertingkat tinggi karena meningkatnya kebutuhan akan hunian dan terbatasnya ketersediaan lahan (Ardiansyah dkk., 2019). Pembangunan infrastruktur gedung bertingkat tinggi kerap diidentikkan dengan perkembangan ekonomi dan modernitas suatu negara, seperti halnya di Indonesia, berdasarkan data dari *Council on Tall Buildings and Urban Habitat* (CTBUH) tahun 2023, Indonesia merupakan negara peringkat ke-9 memiliki jumlah terbanyak gedung bertingkat tinggi atau gedung pencakar langit.



Gambar 2. Jumlah Gedung Bertingkat Tinggi di Dunia
(Sumber : *Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH)*, 2023)

Secara rinci, Indonesia memiliki 134 unit gedung pencakar langit dengan ketinggian lebih dari 150 meter, sebanyak 49 gedung pencakar langit memiliki ketinggian lebih dari 200 meter, dan sisanya sebanyak 1 unit gedung pencakar langit memiliki ketinggian lebih dari 300 meter. Urutan Pertama di duduki oleh negara cina, dengan rincian sebanyak 3120 gedung pencakar langit dengan ketinggian lebih dari 100 meter, sebanyak 1045 unit gedung dengan ketinggian lebih dari 200 meter, dan sebanyak 108 unit gedung dengan ketinggian lebih dari 300 meter.

Tingginya kebutuhan pembangunan infrastruktur gedung di Indonesia sebagai sektor yang penting dalam mempengaruhi peningkatan kesejahteraan masyarakat menyebabkan pentingnya transformasi konsep kontrak konvensional menjadi kontrak yang lebih efektif dan efisien (Dewi, 2023). Metode kontrak *Design-bid-Build* merupakan metode kontrak konvensional dimana pemilik/*owner* merekrut arsitek atau insinyur untuk merancang proyek, dan kemudian kontraktor menawar proyek berdasarkan desain tersebut. Pemilik kemudian memilih kontraktor dengan tawaran terendah untuk membangun proyek tersebut (Arshad dkk., 2019). Metode *Design-bid-Build* mendominasi proyek di Indonesia, tetapi model ini cenderung kurang bisa memberikan nilai kepada pemilik yang diakibatkan oleh panjangnya periode proses pengadaan sehingga dibutuhkan metode kontrak yang lebih efisien (Alaydrus, A. M., & Hardjomuljadi, S. (2019).

Metode kontrak *Design-and-Build* adalah salah satu alternatif metode pengadaan dimana tahap perencanaan dan konstruksi berada di bawah satu kontrak, dengan tujuan agar pemilik mendapatkan realisasi pekerjaan yang lebih cepat dengan spesifikasi yang dipersyaratkan dan biaya yang lebih efektif (Sudibyo dan Simanjuntak, 2021). Menurut Permen PUPR No 25 Tahun 2020, rancang bangun (*Design and Build*) adalah seluruh pekerjaan yang berhubungan dengan pembangunan suatu bangunan, yang penyediannya memiliki satu kesatuan tanggung jawab perancangan dan pelaksanaan konstruksi. Selanjutnya, Kontrak design-build ditetapkan oleh pemerintah Indonesia dalam pasal 12 dan 15 UU No. 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi dimana kontrak ini merupakan salah satu jenis usaha jasa konstruksi berupa pekerjaan konstruksi terintegrasi yang meliputi layanan jasa konsultasi konstruksi dan pekerjaan konstruksi (rancang bangun).

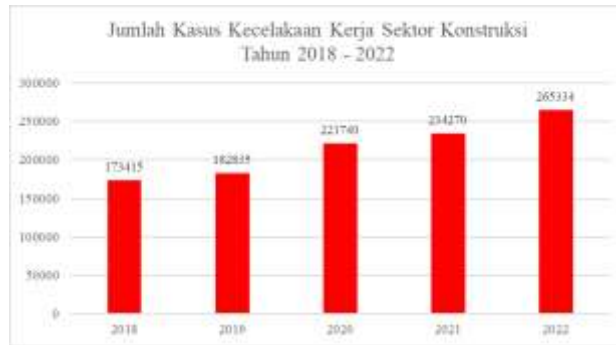
Metode Rancang dan Bangun (*Design and Build*) menjadi salah satu inovasi yang telah digunakan secara luas dalam proyek-proyek konstruksi di sektor Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) di Indonesia. Berdasarkan Permen PUPR Nomor 1 Tahun 2020, Rancang dan Bangun adalah seluruh pekerjaan yang berhubungan dengan Pembangunan suatu bangunan, yang penyediannya memiliki satu kesatuan tanggung jawab perancangan dan pelaksanaan konstruksi. Dengan kontrak terintegrasi rancang bangun pemilik hanya melakukan kontrak dengan satu entitas, yang kemudian bertanggung jawab atas desain konstruksi proyek. Proyek konstruksi mulai banyak menggunakan sistem ini karena secara signifikan lebih unggul dalam hal waktu pengerjaan proyek dibandingkan dengan kontrak konvensional/*design bid build* (Park dkk., 2018). Metode Design and Build memberikan kesempatan untuk meningkatkan efisiensi dalam segi waktu dan biaya (Nurul Samania dkk., 2020). Penggunaan metode Design-Build tentunya memberikan keuntungan bagi pemilik (*owner*), karena proyek dapat terselesaikan dengan cepat dan meminimalisir risiko pada proyek (Susi Rostiyanti dkk., 2019).

Industri konstruksi identik dengan rentan terjadinya kecelakaan kerja, dimana proyek gedung bertingkat tinggi menjadi jenis konstruksi yang

paling sering mengalami kecelakaan kerja (Arifuddin, 2019). Tingkat kecelakaan konstruksi terus menjadi sumber kekhawatiran dalam skala global (Rafindadi dkk., 2023). Kecelakaan kerja pada industri konstruksi masih menjadi yang terburuk di banyak negara dibandingkan industri lainnya. Di Kanada, konstruksi merupakan salah satu pekerjaan paling berisiko (Versteeg dkk., 2019). Diperkirakan, selama tahun 2017 dan 2020, terdapat 61.000 kasus kecelakaan kerja non-fatal dan sekitar 2,8% pekerja mengalami kecelakaan (HSSE, 2020).

Proyek konstruksi gedung bertingkat tinggi yang dalam proses pengerjaannya sangat kompleks dan membutuhkan koordinasi dari berbagai jenis keahlian dan teknologi, memiliki situasi yang sulit, kegiatan yang rumit, dan sebagian besar kegiatannya dilakukan di ketinggian menjadikannya rentan untuk terjadi kecelakaan kerja di Indonesia (Arifuddin dkk., 2020). Pada bangunan bertingkat tinggi memiliki risiko lebih besar dibandingkan bangunan tidak bertingkat karena kecelakaan yang paling sering terjadi ialah terjatuh dari ketinggian yang mengakibatkan cedera, luka ringan, sampai kematian (Angraini, 2022). Terjatuh dari ketinggian saat bekerja masih menjadi masalah yang signifikan bagi para pekerja di proyek-proyek konstruksi (Arifuddin dkk., 2020). Kecelakaan jatuh dapat terjadi di berbagai lokasi di proyek-proyek bangunan gedung tinggi, berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kecelakaan jatuh terutama terjadi di zona perancah (52%), diikuti oleh area struktur (28%) dan area kerja struktur (20%).

Berdasarkan data Badan Penyelenggaraan Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan, kasus kecelakaan kerja di sektor konstruksi di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 265.334 kasus kecelakaan konstruksi. Gambar 3 menunjukkan data kecelakaan kerja dari tahun 2018 hingga 2022 (Januari-November).



Gambar 3. Jumlah Kecelakaan Kerja di Indonesia
Sumber: BPJS Ketenagakerjaan, 2022

Hal diatas juga relevan terhadap jumlah kecelaakaan kerja yang terjadi pada bidang kosntruksi khususnya pada saat proses pembangunan proyek konstruksi yang terjadi dalam kurun waktu terakhir ini dengan jumlah kasus kecelakaan kerja yang terus bertambah seperti yang dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Kasus Kecelakaan Konstruksi
Sumber : (Komite Keselamatan Konstruksi, 2020)

Berdasarkan hasil penelitian dari Tsung-Chieh Tsai & Min-Lan (2009) menunjukkan bahwa risiko di proyek Rancang-Bangun terutama berkaitan dengan penawaran, biaya, spesifikasi gambar, dll. Selain itu, banyak risiko yang muncul pada tahap awal, seperti tahap survei proposal dan tahap desain skema, sehingga praktik Rancang-Bangun harus melakukan tindakan pencegahan untuk mencegah kemungkinan kontraktor menggunakan bahan yang lebih rendah untuk menipu keuntungan dari

penugasan penawaran yang telah disetujui, gambar, dll. dan risiko tersebut lebih tinggi pada tahap survei proposal dan tahap kontrak pengadaan. Junying Liu; Qunxia Xie; Bo Xia; dan Adrian J. Bridge (2017) menyebutkan bahwa identifikasi risiko di tahapan desain antara lain : desain yang tidak tepat, risiko kurangnya tanggung jawab perancang, risiko kurangnya pengalaman perancang, risiko ketidaktepatan atau keterlambatan informasi pihak ketiga, risiko skema desain yang tidak tepat, dan risiko perubahan dan tinjauan pemberi kerja. Risiko konstruksi pada pengembangan desain merujuk pada risiko-risiko yang terkait dengan pelaksanaan fisik atau pembangunan yang muncul selama tahap pengembangan desain dalam proyek konstruksi (Koushki, 2005). Kemudian, berdasarkan penelitian Susy Rostiyanti, Ario Bintang Koesalamwardi, dan Christian Winata yang berjudul “*Identification of design-build project risk factors: contractor’s perspective*” menemukan bahwa salah satu risiko yang ditemukan melalui penelitian ini dari perspektif kontraktor adalah tidak memenuhinya dokumen desain terhadap standar QA/QC.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 2021 Tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi menyebutkan bahwa pada tahap perancangan sudah muncul *Detailed Engineering Design* (DED) dan estimasi harganya. Penyedia jasa menyusun dokumen RKK Perancangan yang tentunya lebih detil dari rancangan konseptual SMKK. Isinya antara lain pernyataan pertanggungjawaban, metode pelaksanaan, identifikasi bahaya, pengendalian risiko dan penetapan risiko pekerjaan, rancangan panduan keselamatan, biaya keselamatan dan kebutuhan personil. Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) merupakan bagian dari sistem manajemen pelaksanaan pekerjaan konstruksi dalam rangka menjamin terwujudnya keselamatan konstruksi. Keselamatan konstruksi diartikan segala kegiatan keteknikan untuk mendukung Pekerjaan Konstruksi dalam mewujudkan pemenuhan standar keamanan, keselamatan, kesehatan dan keberlanjutan yang menjamin keselamatan dan kesehatan tenaga kerja keselamatan publik, harta benda, material, peralatan, konstruksi dan lingkungan.

Tingginya risiko yang ditimbulkan pada proyek konstruksi mewajibkan pelaku konstruksi untuk dapat mengelola manajemen risiko keselamatan konstruksi yang sangat penting untuk penerapan keselamatan konstruksi (Fassa dkk., 2021). Manajemen risiko adalah proses metodologis untuk mengidentifikasi, menganalisis, merespons, dan mengendalikan risiko yang mungkin terjadi selama pelaksanaan program. Manajemen risiko terkait dengan tujuan untuk meningkatkan kemungkinan dan/atau dampak risiko positif serta mengurangi kemungkinan dan/atau dampak risiko negatif untuk mengoptimalkan keberhasilan suatu program (Helbo & Hasle, 2017; Park dkk., 2022). Manajemen risiko merupakan bagian penting dalam proses pengambilan keputusan dalam manajemen proyek konstruksi yang akan mempengaruhi ruang lingkup, waktu, integrasi, kualitas, sumber daya manusia, biaya, komunikasi, dan pengadaan proyek.

Oleh karena itu, untuk melakukan identifikasi risiko, WBS harus dikategorikan berdasarkan paket pekerjaan, metode/desain, aktivitas, sumber daya material, peralatan, dan tenaga kerja serta lingkungan sehingga sehingga dapat diidentifikasi kejadian risiko yang dapat mempengaruhi tujuan kinerja keselamatan (Dionisio, 2017). Salah satu tahapan penting pada perencanaan lingkup proyek adalah mendefinisikan pekerjaan yang akan dilakukan dan menurunkannya (mem-breakdown) sampai kepada paket pekerjaan (PMBOK 6th Edition, 2017). *Work Breakdown Structure* (WBS) menguraikan atau membagi proyek ke dalam komponen yang lebih kecil dan lebih mudah diatur atau biasa disebut work packages (Marchewka, 2015).

Berdasarkan uraian di atas, maka diperlukan penelitian mengenai **“Analisis dan Penanganan Risiko Keselamatan Konstruksi pada Proyek Gedung dengan Kontrak Terintegrasi Rancang Bangun di Tahapan Perancangan.”** Penelitian ini akan bermanfaat untuk menguraikan risiko-risiko keselamatan konstruksi pada proyek gedung dengan kontrak rancang-bangun terkhusus pada risiko keselamatan konstruksi di tahapan perancangan. serta mencegah dan memberikan penanganan terhadap risiko keselamatan konstruksi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa saja risiko keselamatan konstruksi pada proyek gedung dengan kontrak terintegrasi rancang bangun di tahapan perancangan?
2. Seberapa besar tingkat risiko keselamatan konstruksi pada proyek gedung dengan kontrak terintegrasi rancang bangun di tahapan perancangan?
3. Bagaimana penanganan risiko keselamatan konstruksi pada proyek gedung dengan kontrak terintegrasi rancang bangun di tahapan perancangan?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi risiko-risiko keselamatan konstruksi yang mungkin terjadi pada proyek gedung dengan kontrak terintegrasi rancang bangun di tahapan perancangan.
2. Menganalisis tingkat risiko keselamatan konstruksi pada proyek gedung dengan kontrak terintegrasi rancang bangun di tahapan perancangan.
3. Mengembangkan penanganan risiko keselamatan konstruksi pada proyek gedung dengan kontrak terintegrasi rancang bangun di tahapan perancangan.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi mahasiswa, hasil penelitian ini berguna untuk menambah wawasan dan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dalam menciptakan inovasi terkait manajemen risiko pada proyek konstruksi.
2. Bagi Industri konstruksi, hasil penelitian ini dapat menjadi panduan/*guidance* mengenai penanganan risiko proyek gedung di tahapan perancangan dengan kontrak terintegrasi rancang-bangun.
3. Bagi bidang keilmuan, hasil penelitian ini sebagai pengembangan ilmu manajemen proyek, khususnya 3 *knowledge* dalam PMBOK, yakni *project scope management* yang berkaitan dengan WBS, *project risk management*, *project health*, *safety*, and *environment management*.

1.5 Batasan Masalah

1. Jenis proyek konstruksi yaitu proyek gedung menggunakan sistem kontrak rancang-bangun (*Design and Build*).

2. Risiko yang dikaji adalah risiko keselamatan konstruksi pada gedung (berdasarkan empat aspek yaitu keselamatan keteknikan konstruksi, keselamatan dan kesehatan kerja, keselamatan publik, dan keselamatan lingkungan)
3. Pemetaan kegiatan dilakukan dengan metode WBS (*Work Breakdown Structure*)
4. Identifikasi serta penilaian risiko berdasarkan perspektif penyedia jasa, yakni kontraktor dan konsultan.
5. Metode analisis data menggunakan analisis deskriptif dan analisis *Fuzzy Inference Risk Maps*
6. Pengendalian risiko pada penelitian ini, menggunakan teori pareto.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara sistematis tulisan ini disusun dalam lima bab, yaitu: Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Hasil Penelitian dan Pembahasan, serta Penutup. Berikut ini secara garis besar mengenai kandungan dari setiap bab tersebut di atas :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan materi yang terkait latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah/ruang lingkup, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan yang menggambarkan secara garis besar mengenai materi yang ditulis dan dibahas pada bab-bab berikutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan teori-teori dan penelitian terdahulu yang digunakan sebagai landasan atau acuan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memaparkan tahapan, persiapan alat dan bahan, metode berdasarkan standar penelitian serta uraian mengenai pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil-hasil penelitian terhadap resiko keselamatan konstruksi pada proyek gedung dengan kontrak rancang-bangun di Indonesia.

BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan kesimpulan dari analisa hasil yang diperoleh saat pengujian yang disertai dengan saran-saran yang diusulkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

2.1.1 Definisi Proyek Konstruksi

Dalam Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi (UU Konstruksi) Pasal 1 Ayat (3), proyek konstruksi didefinisikan sebagai kegiatan yang meliputi perencanaan, perancangan, pengawasan, pelaksanaan, dan penyelesaian pekerjaan konstruksi. Proyek konstruksi merupakan serangkaian kegiatan yang dilaksanakan dalam jangka waktu tertentu dengan proses pengolahan sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan berupa konstruksi (Yusuf, 2022). Berdasarkan *Construction Extention* PMBOK, proyek konstruksi harus secara bersamaan menangani lokasi, keadaan lokasi, populasi, lingkungan fisik, infrastruktur yang ada, dan kebutuhan banyak pemangku kepentingan.

2.1.2 Karakteristik Proyek Konstruksi

Menurut Ervianto (2005), proyek konstruksi dapat diterjemahkan dalam tiga perspektif sebagai karakteristik spesifik proyek konstruksi, yaitu:

1. **Proyek Bersifat Unik**

Proyek konstruksi dapat dipandang sebagai suatu kegiatan yang bersifat unik karena seluruh rangkaian kegiatannya tidak dapat sama persis antara proyek satu dengan lainnya sekalipun dilaksanakan oleh pekerja yang sama.

2. **Proyek Membutuhkan Sumber Daya**

Proyek konstruksi membutuhkan berbagai macam sumber daya dalam proses pelaksanaan konstruksinya, yaitu pekerja, uang, mesin, material, dsb. Sumber daya yang dibutuhkan dalam suatu proyek kemudian harus diorganisir oleh manajer proyek.

3. **Proyek Membutuhkan Organisasi**

Setiap organisasi memiliki visi tertentu yang di dalamnya harus melibatkan sejumlah individu dengan keahlian yang beragam, perbedaan ketertarikan, dan selalu ada ketidakpastian. Oleh karena itu, manajer proyek perlu

menetapkan tujuan organisasi sebagai langkah awal pelaksanaan proyek konstruksi.

2.1.3 Jenis-Jenis Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi berkembang sejalan dengan perkembangan manusia dan kemajuan teknologi. Bidang-bidang kehidupan manusia yang makin beragam menuntut industri jasa konstruksi untuk membangun proyek-proyek konstruksi sesuai dengan keragaman bidang tersebut. Cukup sulit mengkategorikan jenis-jenis proyek dalam kategori yang rinci dan tegas, sehingga beberapa ahli juga menjelaskan jenis-jenis proyek konstruksi dalam berbagai parameter.

Menurut Hafnidar (2017) jenis-jenis proyek konstruksi terdiri atas:

1. Konstruksi Pemukiman (*Residential Construction*)

Perumahan, rumah hunian, dan kompleks perumahan termasuk dalam pengembangan ini. Organisasi yang diperlukan dalam situasi ini adalah bagaimana menata kawasan (lingkungan) dengan mempertimbangkan perkembangan yang diantisipasi (selama 20 tahun ke depan), tata letak sistem saluran pembuangan, dan faktor lainnya.

2. Konstruksi Gedung (*Building Construction*)

Konstruksi ini terdiri dari gedung, fasilitas pendidikan, lembaga keuangan, dan lain-lain. Konfigurasi yang diperlukan biasanya konfigurasi fasilitas yang ditawarkan, seperti hidran, kebutuhan lift untuk gedung perguruan tinggi lebih dari dua lantai (biasanya yang menggunakan gedung perguruan tinggi tidak hanya mahasiswa, tetapi juga dosen yang biasanya lansia), sistem keselamatan kebakaran, dan lain-lain.

3. Konstruksi Rekayasa Berat (*Heavy Engineering Construction*)

Biasanya ada banyak alat berat yang dibutuhkan untuk jenis konstruksi ini dan menyewa alat berat biasanya mahal, perlu dilakukan pengaturan untuk mencegah peralatan ditinggalkan di lokasi kerja.

4. Konstruksi Industri (*Industrial Construction*)

Struktur industri ini mencakup pabrik-pabrik selain yang lainnya. Rencana diperlukan, terutama untuk konsekuensi negatif yang ditimbulkannya terhadap lingkungan dan masyarakat yang terkena

dampaknya, seperti limbah, polusi, dan lain-lain. Untuk itu, fasilitas yang dapat menangkal pengaruh ini harus tersedia. Selain itu, fasilitas ini harus diatur agar dapat beroperasi dengan benar.

2.1.4 Tahapan Proyek Konstruksi

Tahapan proyek konstruksi terdiri atas beberapa tahapan sebagai berikut (Yuliana, 2018):

1) Tahap Perencanaan (*planning*)

Tahapan perencanaan merupakan penetapan garis-garis besar rencana proyek, mencakup: rekrutmen konsultan (MK, perencana) untuk menerjemahkan kebutuhan pemilik, pembuatan *Term of Reference* (TOR), survei, studi kelayakan (*feasibility studies*) proyek, pemilihan *design*, program dan *budget*. Di sini merupakan tahap penjelasan (*briefing*), studi, evaluasi dan program yang mencakup hal-hal teknis, ekonomis, lingkungan, dan lain-lain. Hasil dari tahap ini adalah:

- a) Laporan survei,
- b) Studi kelayakan,
- c) Program dan *budget*,
- d) TOR (*Term of Reference*),
- e) Master plan.

2) Tahap Perancangan (Design)

Tahap perancangan terdiri dari:

- a. Tahap Pra Rancangan (*Preliminary Design*), yang mencakup kriteria disain, skematik disain, diagram *block plan*, rencana tapak, potongan, denah, gambar situasi/*site plane* tata ruang, estimasi (secara global).
- b. Pengembangan Rancangan (*Development Design*) merupakan tahap pengembangan dari prarancangan yang sudah dibuat dan perhitungan-perhitungan yang lebih detail, mencakup:
 - Perhitungan-perhitungan desain (struktural maupun non struktural) secara terinci.
 - Gambar-gambar detail (gambar arsitektur, elektrik, struktur, mekanikal, dan sebagainya)

- *Outline specification* (garis besar)
 - Estimasi biaya untuk konstruksi secara lebih terinci.
- c. Tahap Rancangan akhir dan penyiapan dokumen pelaksanaan (*final design and construction document*) Merupakan tahap akhir dari perencanaan dan persiapan untuk tahap pelelangan mencakup :
- Gambar-gambar detail, untuk seluruh bagian pekerjaan,
 - Detail spesifikasi,
 - Daftar volume (*bill of quantity*),
 - Estimasi biaya konstruksi (secara rinci),
 - Syarat-syarat umum administrasi dan peraturan umum (dokumen lelang)

3) Tahap Pengadaan/ Pelelangan/Tender

a. Pengadaan konsultan

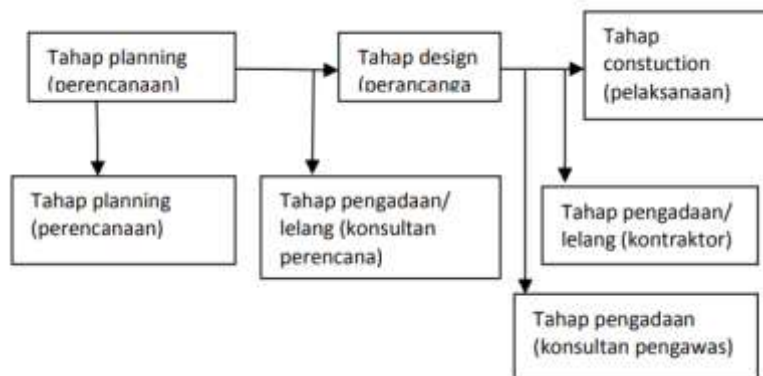
- Konsultan MK/Perencana setelah gagasan awal/TOR ada.
- Konsultan Pengawas/*supervise* setelah dokumen lelang ada.

b. Pengadaan kontraktor setelah dokumen lelang ada.

4) Tahap Pelaksanaan

Tahap ini merupakan tahap pelaksanaan pembangunan konstruksi fisik yang telah dirancang. Pada tahap ini, setelah kontrak ditandatangani, SPK dikeluarkan, maka pekerjaan pelaksanaan dilakukan yang mencakup:

- a. Rencana kerja (*time schedule*),
- b. Pembagian waktu secara rinci,
- c. Rencana lapangan (*site plan/installation*), rencana perletakkan bahan, alat dan bangunan-bangunan pembantu lainnya,
- d. Organisasi lapangan,
- e. Pengadaan bahan/material,
- f. Pengadaan dan mobilisasi alat,
- g. Pengadaan dan mobilisasi tenaga,
- h. Pekerjaan persiapan dan pengukuran (*stake out*)
- i. Gambar kerja (*shop drawing*)



Gambar 5. Tahapan Proyek Konstruksi
Sumber: (Yuliana, 2018)

2.1.5 Proyek Konstruksi Bangunan Gedung

Berbagai regulasi mengatur mengenai bangunan gedung salah satunya adalah UU No. 28 Tahun 2002 dan PP No. 16 Tahun 2021. Menurut UU No. 28 Tahun 2002, bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus. Bangunan gedung diselenggarakan berlandaskan asas kemanfaatan, keselamatan, keseimbangan, serta keserasian bangunan gedung dengan lingkungannya.

Penyelenggaraan bangunan gedung adalah kegiatan pembangunan yang meliputi proses perencanaan teknis dan pelaksanaan konstruksi, serta kegiatan pemanfaatan, pelestarian, dan pembongkaran. Fungsi bangunan gedung meliputi fungsi hunian, keagamaan, usaha, sosial dan budaya, serta fungsi khusus.

Menurut PP No. 16 Tahun 2021, bangunan gedung dapat diklasifikasikan berdasarkan:

1. Tingkat kompleksitas, Klasifikasi berdasarkan tingkat kompleksitas meliputi bangunan gedung sederhana, bangunan gedung tidak sederhana, dan bangunan gedung khusus.

2. Tingkat permanensi, Klasifikasi berdasarkan tingkat permanensi meliputi bangunan gedung permanen dan bangunan gedung nonpermanen.
3. Tingkat risiko bahaya kebakaran, Klasifikasi berdasarkan tingkat risiko bahaya kebakaran meliputi bangunan gedung tingkat risiko kebakaran tinggi, tingkat risiko kebakaran sedang, dan tingkat risiko kebakaran rendah.
4. Lokasi, Klasifikasi berdasarkan lokasi meliputi bangunan gedung di lokasi padat, bangunan gedung di lokasi sedang, dan bangunan gedung di lokasi renggang.
5. Ketinggian bangunan Gedung, Klasifikasi berdasarkan ketinggian bangunan gedung meliputi:
 - Bangunan super tinggi adalah bangunan gedung dengan jumlah lantai bangunan di atas 100 (seratus) lantai;
 - Bangunan pencakar langit adalah bangunan gedung dengan jumlah lantai bangunan 40 (empat puluh) hingga 100 (seratus) lantai;
 - Bangunan bertingkat tinggi adalah bangunan gedung dengan jumlah lantai bangunan lebih dari 8 (delapan) lantai;
 - Bangunan bertingkat sedang adalah bangunan gedung dengan jumlah lantai bangunan 5 (lima) hingga 8 (delapan) lantai;
 - Bangunan bertingkat rendah adalah bangunan gedung dengan jumlah lantai bangunan sampai dengan 4 (empat) lantai.
 - Kepemilikan bangunan gedung. Klasifikasi berdasarkan kepemilikan meliputi bangunan gedung negara (BGN) dan bangunan gedung selain milik negara.
 - Kelas bangunan. Klasifikasi berdasarkan kelas bangunan meliputi bangunan gedung kelas 1, bangunan gedung kelas 2, bangunan gedung kelas 3, bangunan gedung kelas 4, bangunan gedung kelas 5, bangunan gedung kelas 6, bangunan gedung

kelas 7, bangunan gedung kelas 8, bangunan gedung kelas 9, dan bangunan gedung kelas 10.

2.2 Manajemen Proyek

2.2.1 Definisi Manajemen Proyek

Manajemen proyek di definisikan sebagai sesuatu skill, teknik, tools, yang di aplikasikan dalam pengelolaan proyek (PMBOK 6th). Manajemen proyek ialah seni mengontrol keseluruhan bagian proyek mulai awal sampai akhir dengan memanfaatkan metode yang terstruktur dan ilmiah.

Beberapa interpretasi manajemen proyek berdasarkan para ahli ialah sebagai berikut (Arifuddin dkk., 2023) :

- a. Arti manajemen proyek berlandaskan Husen (2009:2) ialah implementasi pemahaman, kemahiran dan kapibilitas, metode teknis yang tepat, dan dengan *resources* yang termargin di dalam menggapai misi dan sasaran yang sudah ditetapkan, memperoleh hasil yang insentif dari segi biaya, kualitas, dan jadwal pelaksanaan serta keselamatan tenaga kerja.
- b. Pengertian manajemen proyek menurut PMBOK ialah implementasi pemahaman, kapabilitas, *tools*, dan teknik di dalam aktivitas proyek supaya mekanisme proyek bisa terwujud. Manajemen proyek digapai melintasi integrasi langkah manajemen proyek yang ditandai di dalam proyek. Dengan manajemen proyek, organisasi bisa mengadakan secara tepat dan benar.
- c. Ervianto mengemukakan bahwa manajemen proyek ialah seluruh perencanaan, pelaksanaan, pengontrolan, dan rangkaian suatu proyek dari awal sampai akhir proyek di dalam menanggung pelaksanaan proyek secara tepat waktu, biaya, dan mutu.
- d. Budi santoso (2003;3) mengemukakan bahwa manajemen proyek adalah aktivitas perencanaan, pengorganisasian, dan pengontrolan *resources* perusahaan demi memperoleh misi terefektif, di dalam durasi tertentu dengan *resources* tertentu pula. Manajer proyek menggunakan tenaga kerja perusahaan akan di komitmenkan pada komitmen tertentu di dalam proyek.
- e. Nicholas (2001;9) mengemukakan bahwa manajemen proyek ialah manajemen yang lebih naural yang dimana operasi-operasinya repetitif

sehingga *market and technology* bisa diperkirakan ada kejelasan tentang perkiraan produk.

2.2.2 Manfaat Manajemen Proyek

1. Efisiensi, baik dari segi biaya, sumber daya maupun waktu;
2. Kontrol terhadap proyek lebih baik sehingga proyek bisa sesuai dengan *scope*, biaya, sumber daya dan waktu yang telah ditentukan;
3. Meningkatkan kualitas proyek;
4. Meningkatkan produktifitas;
5. Menekan risiko yang timbul sekecil mungkin
6. Koordinasi antar pihak yang terlibat dalam proyek menjadi lebih baik;
7. Meningkatkan semangat, tanggung jawab serta loyalitas tim terhadap proyek, yaitu dengan penugasan yang jelas kepada masing-masing anggota tim.

2.2.3 Tahapan Manajemen Proyek

Berdasarkan *Project Management Book Of Knowledge (PMBOK) Guide*, terdapat lima tahap siklus dalam manajemen proyek, yaitu sebagai berikut :



Gambar 6. Tahapan Manajemen Proyek

a. Tahap Inisiasi

Tahap inisiasi merupakan tahap awal kegiatan proyek sejak sebuah proyek disepakati untuk dikerjakan. Pada tahap ini, permasalahan yang ingin diselesaikan akan diidentifikasi. Berdasarkan pilihan solusi untuk menyelesaikan permasalahan juga diidentifikasi. Studi kelayakan dapat dilakukan untuk memilih sebuah solusi yang memiliki kemungkinan

terbesar untuk direkomendasikan sebagai solusi terbaik dalam menyelesaikan permasalahan.

b. Tahap Perencanaan dan Desain

Pada tahap ini ketika ruang lingkup proyek telah ditetapkan dan tim proyek terbentuk, maka aktivitas proyek mulai memasuki tahap perencanaan. Pada tahap ini, dokumen perencanaan akan disusun secara terperinci sebagai panduan bagi tim proyek selama kegiatan proyek berlangsung. Adapun aktivitas yang akan dilakukan pada tahap ini adalah

- Membuat dokumentasi project plan (rencana proyek)
- Resource plan (rencana sumber daya)
- Financial plan (rencana keuangan)
- Risk plan (rencana risiko)
- Acceptance plan (rencana penerimaan)
- Communication plan (rencana komunikasi)
- Procurement plan (rencana pembelian)
- Contract supplier (pemasok kontrak)

c. Tahap Pelaksanaan dan Konstruksi

Pada tahap ini, tujuan proyek secara fisik akan dibangun. Seluruh aktivitas yang terdapat dalam dokumentasi project plan akan dieksekusi.

d. Pemantauan dan Sistem Pengendalian

Sementara kegiatan pengembangan berlangsung, beberapa proses manajemen perlu dilakukan guna memantau dan mengontrol penyelesaian tujuan proyek sebagai hasil akhir proyek.

e. Penyelesaian

Tahap ini merupakan akhir dari aktivitas proyek. Pada tahap ini, hasil akhir proyek beserta dokumentasinya diserahkan kepada pelanggan, kontrak dengan supplier diakhiri, tim proyek dibubarkan dan memberikan laporan kepada semua stakeholder yang menyatakan bahwa kegiatan proyek telah selesai dilaksanakan.

2.3 Manajemen Risiko

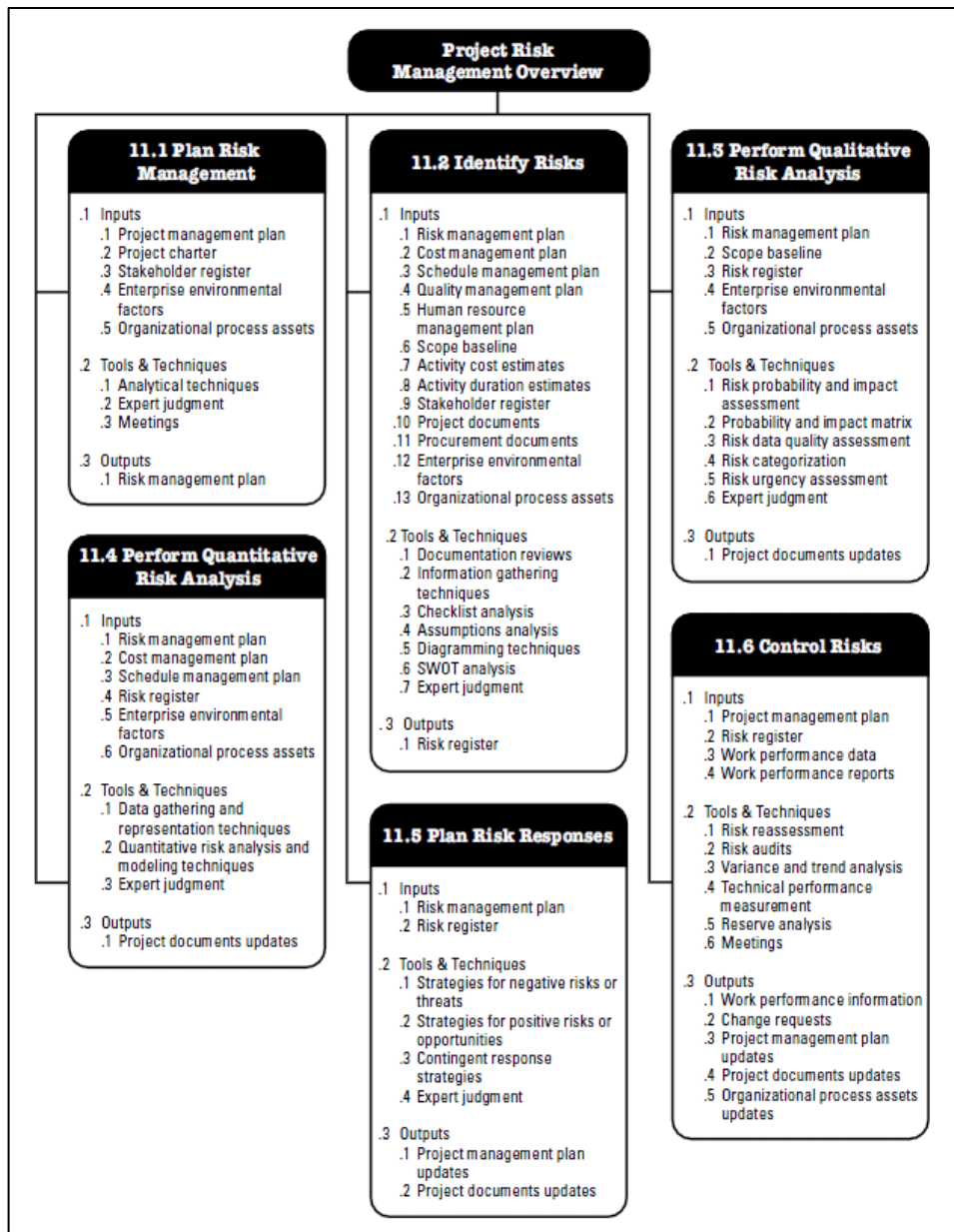
2.3.1 Definisi Manajemen Risiko

Manajemen risiko dapat diartikan sebagai proses mengidentifikasi, mengukur, memastikan risiko, dan mengembangkan strategi untuk dapat mengelola risiko yang ada (Santosa, dalam Gunita 2015). Manajemen risiko adalah serangkaian proses evaluasi risiko yang dihadapi oleh perusahaan atau seseorang dengan sasaran meminimalkan konsekuensi dari risiko yang dihadapi. Sebagai catatan, manajemen risiko tidak dapat menghilangkan risiko tetapi teknik-teknik yang ada dalam proses manajemen risiko dapat diimplementasikan sebagai alat untuk meminimalkan dampak yang ditimbulkan dari risiko tersebut.

Risiko bisa didefinisikan dengan berbagai sudut pandang. Dari sudut pandang hasil atau keluaran, risiko adalah sebuah hasil atau keluaran-keluaran yang tidak dapat diprediksikan dengan pasti, yang tidak disukai karena akan menjadi kontra-produktif. Sedangkan dari sudut pandang proses, risiko adalah faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pencapaian tujuan, sehingga terjadinya konsekuensi yang tidak diinginkan (Alijoyo, 2006).

2.3.2 Strategi Manajemen Risiko

Strategi manajemen risiko menurut PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) 6th Edition dijabarkan pada kerangka berikut ini:



Gambar 7. Strategi Manajemen Risiko (PMBOK, 2017)

1. Perencanaan Manajemen Risiko

Perencanaan manajemen risiko adalah kunci untuk membangun pemahaman bersama mengenai parameter/metrik utama proyek, sensitivitas parameter tersebut, toleransi risiko manajemen, serta menetapkan aspek praktis

tentang bagaimana proses akan berjalan dan bagaimana hasilnya akan didokumentasikan dan dilaporkan. Langkah awal ini melibatkan pembuatan rencana manajemen risiko, yang merupakan komponen dari rencana manajemen proyek secara keseluruhan. Hal ini mencakup merinci kategori risiko (pasar, pengadaan, sumber daya, dll), menentukan waktu dan prosedur untuk menilai kembali risiko, serta definisi kemungkinan dan dampak risiko. Proyek manajer dan *top management proyek* dapat melakukan aktivitas perencanaan ini dengan baik.

Inputs pada tahap ini adalah *project charter*, rencana manajemen proyek, dokumen proyek (daftar *stakeholder*), faktor lingkungan perusahaan, dan asset proses organisasi. Adapun alat dan teknik yang digunakan adalah penilaian ahli, analisis data, dan rapat. Sedangkan *outputs* dari tahap ini adalah rencana manajemen risiko. Bagian ini menjelaskan bagaimana manajemen risiko akan dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan setiap proyek. Proyek dengan prioritas rendah kemungkinan besar memerlukan upaya manajemen risiko yang lebih sedikit dibandingkan proyek dengan prioritas tinggi.

- a. Peran dan tanggung jawab. Bagian ini menjelaskan peran dan tanggung jawab dari setiap anggota tim.
- b. Anggaran. Bagian ini mencakup biaya dari proses manajemen risiko. Proses manajemen risiko memang memiliki biaya namun perlu disadari bahwa manajemen risiko mampu menghemat waktu dan anggaran secara keseluruhan dengan menghindari ataupun mengurangi ancaman.
- c. Waktu. Bagian ini membahas tentang kapan harus melakukan manajemen risiko pada proyek. Manajemen risiko harus dimulai segera setelah proyek dimulai dan harus dilaksanakan sepanjang proyek karena terdapat risiko baru yang dapat diidentifikasi seiring kemajuan proyek dan tingkat setiap risiko dapat berubah.
- d. Kategori risiko. Pendefinisian risiko serta matriks probabilitas dan dampak membantu untuk menstandarisasi penafsiran dan membantu membandingkan risiko antar proyek.
- e. Toleransi pemangku kepentingan. Setiap *stakeholder* memiliki toleransi yang berbeda terhadap permasalahan yang terjadi. Informasi tersebut akan

diperhitungkan untuk menentukan tingkat risiko. Toleransi tidak boleh tersirat dan harus terungkap dalam permulaan proyek serta diklarifikasi/disempurnakan secara terus menerus.

- f. Format pelaporan. Bagian ini menjelaskan setiap laporan terkait manajemen risiko yang akan digunakan dan apa saja yang akan disertakan di dalam laporan tersebut.
- g. Pelacakan (*tracking*). Bagian ini menjelaskan bagaimana proses risiko akan diaudit dan dokumen tentang apa yang terjadi dengan aktivitas manajemen risiko.

2. Identifikasi Risiko (*Identify Risks*)

Identifikasi risiko adalah proses menentukan risiko mana yang dapat mempengaruhi proyek dan mendokumentasikan karakteristiknya. Inputs dari tahap ini adalah:

- a. Rencana manajemen proyek. Hal ini meliputi rencana manajemen persyaratan, rencana manajemen waktu, rencana manajemen biaya, rencana manajemen mutu, rencana manajemen sumber daya, rencana manajemen risiko, garis dasar ruang lingkup, garis dasar jadwal, dan garis dasar biaya;
- b. Dokumen proyek. Hal ini meliputi catatan asumsi, perkiraan biaya, perkiraan durasi, catatan masalah, daftar pembelajaran, dokumentasi persyaratan, persyaratan sumber daya, dan daftar pemangku kepentingan;
- c. Perjanjian;
- d. Dokumentasi pengadaan;
- e. Faktor lingkungan perusahaan;
- f. Aset proses organisasi

Alat dan teknik yang digunakan, antara lain:

- a. Penilaian ahli;
- b. Pengumpulan informasi. Hal ini dapat dilaksanakan melalui brainstorming, ceklis, dan wawancara;

- c. Analisis data. Hal ini dapat dilaksanakan melalui analisis akar permasalahan (root cause analysis), analisis asumsi dan kendala, analisis SWOT, dan analisis dokumen.
- d. Keterampilan interpersonal dan tim;
- e. Prompt lists;
- f. Rapat

Output dari identifikasi risiko adalah risk register (daftar risiko), risk report, dan pembaruan dokumen proyek. Daftar risiko memuat akar penyebab risiko, kategori risiko, dan respon risiko potensial.

3. Analisis Risiko Kualitatif (Perform Qualitative Risk Analysis)

Analisis risiko kualitatif merupakan analisis risiko yang subjektif. Tahap ini merupakan proses penentuan prioritas/tingkat risiko. Tahap ini menilai kemungkinan terjadinya sebuah risiko (probabilitas) dan dampak risiko. Manfaat utama dari proses ini adalah mengidentifikasi risiko-risiko dengan prioritas tinggi dan memungkinkan tim proyek untuk fokus pada risiko-risiko tersebut. Inputs dari tahap ini adalah:

- a. Rencana manajemen proyek. Hal ini meliputi rencana manajemen risiko;
- b. Dokumen proyek. Hal ini meliputi catatan asumsi, daftar risiko, dan daftar pemangku kepentingan;
- c. Faktor lingkungan perusahaan;
- d. Aset proses organisasi.

Alat dan teknik yang digunakan, antara lain:

- a. Penilaian ahli;
- b. Pengumpulan informasi. Hal ini dapat dilaksanakan melalui wawancara;
- c. Analisis data. Hal ini dapat dilaksanakan melalui penilaian kualitas data risiko, penilaian probabilitas dan dampak serta penilaian parameter risiko lainnya.
- d. Keterampilan interpersonal dan tim;
- e. Kategorisasi risiko;
- f. Representasi data. Hal ini dilaksanakan melalui matriks probabilitas dan dampak serta bagan hierarki;

g. Rapat.

Output dari analisis risiko kualitatif adalah pembaruan dokumen proyek berupa catatan asumsi, catatan masalah, daftar risiko, dan laporan risiko. Penilaian kualitas data risiko adalah suatu teknik untuk mengevaluasi apakah data yang tersedia untuk risiko bersifat komprehensif dan berguna. Penilaian kualitas data risiko dapat mencakup pemahaman akan risikonya, data tersedia tentang risikonya, kualitas datanya, dan keandalan serta integritas data.

4. Analisis Risiko Kuantitatif (*Perform Quantitative Risk Analysis*)

Dengan menggunakan prioritas risiko yang ditetapkan pada tahap analisis risiko kualitatif sebelumnya, dampaknya terhadap keselamatan konstruksi proyek dapat ditentukan. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko tinggi untuk menentukan respon risiko yang tepat. Setiap tugas diberi perkiraan probabilitas untuk berbagai skenario, misalnya kemungkinan 90%, 50%, dan 10%.

Distribusi gaya kurva lonceng juga dapat digunakan. Kemudian probabilitas terpenuhinya keseluruhan keselamatan konstruksi dihitung. Teknik ini disebut analisis Monte Carlo, meskipun metode lain juga valid. Tahap ini umumnya memerlukan perangkat lunak (software) dan cocok untuk proyek dengan skala besar. Inputs dari tahap ini adalah:

- a. Rencana manajemen proyek. Hal ini meliputi rencana manajemen risiko, garis dasar ruang lingkup, garis dasar jadwal, dan garis dasar anggaran;
- b. Dokumen proyek. Hal ini meliputi catatan asumsi, perkiraan biaya, perkiraan durasi, sumber daya, daftar risiko, dan laporan risiko;
- c. Faktor lingkungan perusahaan;
- d. Aset proses organisasi.

Alat dan teknik yang digunakan, antara lain:

- a. Penilaian ahli;
- b. Pengumpulan data. Hal ini dapat dilaksanakan melalui wawancara;
- c. Keterampilan interpersonal dan tim;
- d. Representasi ketidakpastian data;

- e. Analisis data. Hal ini dapat dilaksanakan melalui simulasi, analisis sensitivitas, analisis pohon keputusan (decision tree) dan diagram pengaruh;

Output dari analisis risiko kualitatif adalah pembaruan dokumen proyek berupa laporan risiko.

5. Plan Risk Responses

Pada tahap ini dilaksanakan pengambilan keputusan terkait risiko-risiko penting dan membuat rencana tindakan, tidak hanya untuk merespon risiko jika terjadi namun juga untuk memantau pemicu risiko sehingga tim proyek mendapatkan peringatan sedini mungkin. Inputs dari tahap ini adalah:

- a. Rencana manajemen proyek. Hal ini meliputi rencana pengelolaan sumber daya, rencana manajemen risiko, dan garis dasar biaya;
- b. Dokumen proyek. Hal ini meliputi catatan jadwal proyek, penugasan tim proyek, jadwal/schedule sumber daya, daftar risiko, laporan risiko, dan daftar pemangku kepentingan;
- c. Faktor lingkungan perusahaan;
- d. Aset proses organisasi.

Alat dan teknik yang digunakan, antara lain:

- a. Penilaian ahli;
- b. Pengumpulan data. Hal ini dapat dilaksanakan melalui wawancara;
- c. Keterampilan interpersonal dan tim;
- d. Strategi menghadapi ancaman;
- e. Strategi untuk mendapatkan peluang;
- f. Strategi respon kontigen;
- g. Strategi untuk risiko proyek secara keseluruhan;
- h. Analisis data. Hal ini dapat dilaksanakan melalui analisis alternatif, cost-benefit analysis;
- i. Pengambilan keputusan menggunakan analisis keputusan multikriteria.

Output dari analisis risiko kualitatif yaitu:

- a. Perubahan permintaan;

- b. Pembaruan rencana manajemen proyek. Hal ini meliputi rencana manajemen waktu, rencana manajemen biaya, rencana manajemen mutu, rencana manajemen sumber daya, rencana pengelolaan pengadaan, garis dasar ruang lingkup, garis dasar jadwal, dan garis dasar biaya;
- c. Pembaruan dokumen proyek. Hal ini meliputi catatan asumsi, perkiraan biaya, jadwal proyek, penugasan tim proyek, daftar risiko, dan laporan risiko.

6. *Implement Risk Responses*

Tahap ini merupakan proses penerapan rencana respon risiko dan terjadi selama fase pelaksanaan proyek serta membutuhkan keterampilan interpersonal dan kepemimpinan yang baik. *Inputs* pada tahap ini adalah:

- a. Rencana manajemen proyek berupa rencana manajemen risiko;
- b. Dokumen proyek berupa daftar risiko dan laporan risiko;
- c. Aset proses organisasi.

Alat dan teknik yang digunakan yaitu:

- a. Penilaian ahli;
- b. Keterampilan interpersonal dan tim;
- c. Sistem informasi manajemen proyek.

Outputs dari tahap ini yaitu:

- a. Perubahan permintaan;
- b. Pembaruan dokumen proyek berupa catatan masalah, penugasan tim proyek, daftar risiko, dan laporan risiko

7. *Risk Monitoring and Control*

Sepanjang proyek, daftar risiko dipantau untuk memastikan analisis risiko tetap ter-update. Selain itu, prioritas risiko dapat berubah karena banyak hal yang dapat terjadi sepanjang proyek yang mengubah profil risiko (probabilitas, dampak) dari setiap risiko. Analisis ulang risiko mungkin menghasilkan prioritas yang berbeda atau memerlukan revisi rencana respon risiko. Pemantauan dan pengendalian risiko adalah proses tracking risiko yang

teridentifikasi, memantau pelaksanaan respon risiko mengevaluasi efektivitas proses risiko. Berikut adalah konsep yang bisa dilaksanakan pada tahap ini:

- a. Audit risiko. Proses ini memastikan tim proyek mengikuti proses risiko organisasi termasuk mengidentifikasi risiko dan membuat rencana mitigasi untuk risiko dengan prioritas tinggi. Selain itu dilaksanakan pemeriksaan dan mendokumentasikan efektivitas respon risiko serta pengembangan praktik organisasi;
- b. Workarounds. Proses ini merupakan suatu metode untuk mengatasi suatu masalah dalam suatu program atau sistem. Meskipun respons kontingensi telah dikembangkan sebelumnya, workarounds adalah respon yang dikembangkan untuk menghadapi risiko yang tidak diantisipasi;
- c. Penilaian risiko. Tim proyek perlu meninjau secara berkala rencana manajemen risiko dan daftar risiko serta menyesuaikannya sesuai kebutuhan karena hakikatnya manajemen risiko adalah suatu proses yang berulang;
- d. Cadangan darurat (contingency reserve). Hal ini dilaksanakan dengan menyisihkan anggaran untuk menangani risiko-risiko tertentu;
- e. Analisis cadangan (reserve analysis). Hal ini dilaksanakan dengan menganalisis berapa banyak anggaran yang tersisa dan berapa banyak anggaran yang diperlukan di masa depan untuk menangani risiko-risiko.

Inputs pada tahap ini adalah:

- a. Rencana manajemen proyek berupa rencana manajemen risiko;
- b. Dokumen proyek berupa catatan masalah, daftar risiko dan laporan risiko;
- c. Data dan laporan prestasi kerja.

Alat dan teknik yang digunakan adalah:

- a. Analisis data berupa analisis kinerja teknis dan analisis cadangan;
- b. Audit;
- c. Rapat.

Outputs dari tahap ini adalah:

- a. Informasi prestasi kerja;
- b. Perubahan permintaan;
- c. Pembaruan rencana manajemen proyek;

- d. Pembaruan dokumen proyek meliputi catatan asumsi, daftar risiko dan laporan risiko;
- e. Pembaruan aset proses organisasi

2.3.3 Manfaat Manajemen Risiko

1. Menjamin kelangsungan usaha dengan mengurangi risiko dari setiap kegiatan yang mengandung bahaya;
2. Menekan biaya untuk penanggulangan kejadian yang tidak diinginkan;
3. Menimbulkan rasa aman untuk pemilik serta di kalangan pemegang saham mengenai kelangsungan dan keamanan investasinya;
4. Meningkatkan pemahaman dan kesadaran mengenai risiko pelaksanaan konstruksi dan operasi serta pemeliharaan bagi setiap unsur dalam organisasi/perusahaan;
5. Memenuhi persyaratan perundangan yang berlaku.

2.4 Rancang-Bangun (Design and Build)

2.4.1 Definisi Rancang Bangun

Kontrak *design build* ditetapkan oleh pemerintah Indonesia dalam pasal 12 dan 15 UU No. 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi dimana kontrak ini merupakan salah satu jenis usaha jasa konstruksi berupa pekerjaan konstruksi terintegrasi yang meliputi layanan jasa konsultasi konstruksi dan pekerjaan konstruksi (rancang bangun).

Design and build (rancang bangun), dapat didefinisikan sebagai suatu pengadaan dengan sistem satu kontrak antara pemilik proyek (owner), Rancang Bangun atau Design and Build merupakan kontrak konstruksi pekerjaan yang berhubungan dengan pembangunan suatu kegiatan konstruksi dimana penyediannya memiliki satu kesatuan tanggung jawab perancangan dan pelaksanaan konstruksi, dengan sebuah tim pelaksana konstruksi yang bertanggung jawab melaksanakan proses perancangan dan konstruksi sekaligus secara efisien (Indun Eka Wahyu Lestari dkk, 2021).

Rancang bangun lebih sederhana dalam proses, bila dibandingkan dengan metode tradisional yang disebut dengan design bid build, dimana pada

kontrak konvensional proses desain dan pelaksanaan konstruksi secara jelas terpisah oleh kontrak pekerjaan.

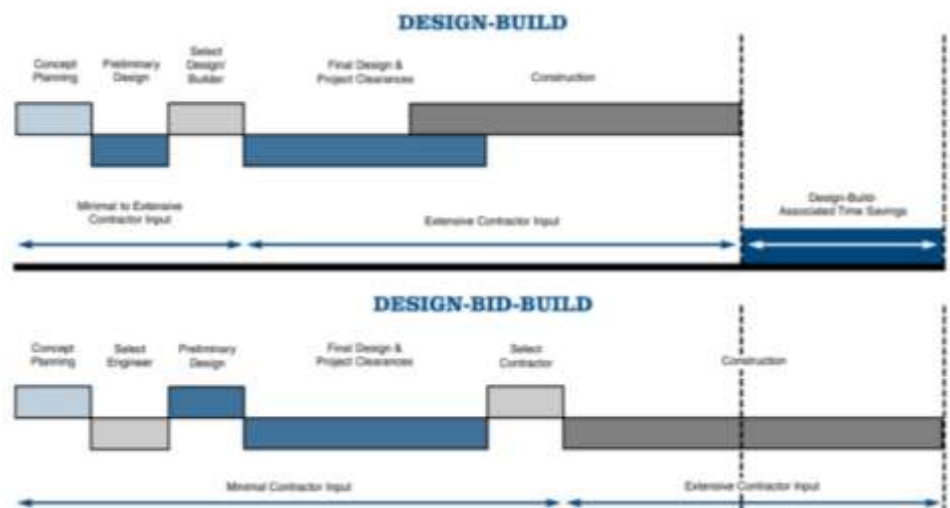
Kontrak merupakan persetujuan yang mengikat penjual dan penyedia jasa, barang, maupun suatu hasil, dan mengikat pembeli untuk menyediakan uang atau pertimbangan lain yang berharga (Project Management Institute, 2004). Menurut Permen PUPR Nomor 1 tahun 2020 tentang Standar dan Pedoman Pengadaan Pekerjaan Konstruksi Terintegrasi Rancang dan Bangun (Design and Build) Melalui Penyedia pasal 1 ayat 16, rancang dan bangun atau design and build adalah seluruh pekerjaan yang berhubungan dengan pembangunan suatu bangunan, yang penyediannya memiliki satu kesatuan tanggung jawab perancangan dan pelaksanaan konstruksi.

Permen PUPR Nomor 10 tahun 2020 adalah peraturan yang mengatur lebih detail mengenai kontrak rancang dan bangun, tetapi peraturan tersebut terdapat perubahan sedikit sehingga peraturan terbaru mengenai kontrak rancang dan bangun berada di peraturan Permen PUPR Nomor 25 tahun 2020 tanpa mencabut Permen PUPR Nomor 10 tahun 2020. Metode rancang bangun diumumkan oleh Kementerian PUPR sebagai pihak yang bertanggung jawab atas pekerjaan infrastruktur untuk diterapkan karena dinilai lebih efisien dari sisi waktu dan biaya dibandingkan dengan metode konvensional (Permen PUPR Nomor 25 tahun 2020).

Menurut Permen PUPR Nomor 25 tahun 2020, kontrak rancang dan bangun selanjutnya disebut kontrak adalah perjanjian tertulis antara PA (Pengguna Anggaran), KPA (Kuasa Pengguna Anggaran), atau PPK (Pejabat Pembuat Komitmen) dan penyedia berdasarkan pada penawaran harga lumsun dan pembayarannya dapat berbentuk lumsun atau gabungan lumsun dan harga satuan. Penawaran harga lumsun merupakan penawaran yang dilakukan oleh peserta tender yang sifat harga penawarannya keseluruhan dan tidak terinci. Kerja Sama Operasi (KSO) untuk rancang dan bangun adalah perjanjian antara dua pihak atau lebih badan usaha penyedia layanan pekerjaan konstruksi terintegrasi rancang dan bangun atau antara badan usaha penyedia layanan pekerjaan konstruksi dengan penyedia layanan jasa konsultasi perencanaan atau perancangan konstruksi untuk melakukan suatu usaha bersama

menggunakan aset dan/atau hak usaha yang dimiliki serta bersama menanggung risiko usaha tersebut.

2.4.2 Perbandingan Kontrak Terintegrasi Rancang Bangun (Design Build) dan Kontrak Konvensional (Design Bid Build)



Gambar 8. Perbandingan antara kontrak design bid build dan design build (Satterfield, 2009)

Keuntungan dari *design and build* adalah partisipasi kontraktor lebih awal dalam perencanaan yang berakibat terhadap efisiensi waktu, biaya, komunikasi, dan mutu yang terjamin (Anumba & Evbuomwan, 1997). Segala perubahan desain dan konstruksi sepenuhnya tanggung jawab dari kontraktor, sehingga mempercepat komunikasi antar pihak *owner* dan pihak kontraktor merespons adanya perubahan. Selain itu menurut Perkins (2009) menyatakan bahwa kesalahan desain tidak lagi menjadi sumber perubahan fase konstruksi dan kerja gabungan dari perencana/desainer.

Sistem pengadaan dengan kontrak konvensional atau design bid build adalah merupakan suatu pendekatan kontrak proyek konstruksi yang masing – masing fase dilakukan secara terpisah dengan kontrak pekerjaan yang berbeda, sehingga menghasilkan produk tersendiri. Sedangkan pada kontak randang bangun merupakan suatu pendekatan kontral proyek konstruksi yang siklus proyek hidup proyek dilakukan secara keseluruhan dengan kontrak proyek tunggal (Yunianto et al., 2014). Berikut tabel 2.1 yang merupakan tabel perbandingan dalam penggunaan metode antara kontrak design bid build dan design and build.

Tabel 1. Perbandingan antara kontrak design bid build dan design build

<i>Design Bid Build</i>	<i>Design Build</i>
Pengguna jasa menyiapkan <i>Detailed Engineering Drawing</i> (DED)	Pengguna jasa menyiapkan <i>Basic Design</i>
Pengguna jasa melakukan <i>quality control</i> melalui konsultan supervisi	Pengguna jasa berorientasi pada audit jaminan mutu (<i>quality assurance</i>) melalui konsultan manajemen konstruksi
Inovasi kreatifitas intelektual penyedia jasa terbatas karena pelaksanaan pekerjaan berdasarkan DED yang ditetapkan pengguna jasa	Membuka peluang kreatifitas intelektual penyedia jasa
Masa pengadaan (<i>procurement stages</i>) berjalan lebih lama dan bertahap (<i>series</i>)	Masa pengadaan (<i>procurement stages</i>) berjalan lebih pendek dan paralel

2.4.3 Tahapan Perencanaan Rancang Bangun

Berdasarkan Permen PUPR No 12 Tahun 2017 (Design and Build), Dalam perencanaan pemilihan harus memperhatikan persyaratan Pekerjaan Konstruksi Terintegrasi Rancang dan Bangun (Design and Build), sebagai berikut:

- a. Tersedia konsultan manajemen konstruksi yang bertanggung jawab membantu PPK dan Pokja Unit Layanan Pengadaan (yang selanjutnya disingkat ULP) dalam penjamin mutu (Quality Assurance) pelaksanaan pekerjaan mulai dari tahapan perencanaan, pengadaan, pelaksanaan konstruksi sampai dengan serah terima akhir pekerjaan. Dalam hal belum tersedia konsultan manajemen konstruksi, maka Pengguna Anggaran (yang selanjutnya disingkat PA)/Kuasa Pengguna Anggaran (yang selanjutnya disingkat KPA) membentuk Tim Teknis. Tim Teknis bekerja sampai dengan tersedianya konsultan manajemen konstruksi.
- b. Tersedia dokumen yang paling sedikit terdiri atas:
 - (1) Dokumen rancangan awal (basic design) meliputi:
 - a. Data peta geologi teknis lokasi pekerjaan.
 - b. Referensi data penyelidikan ranah/geoteknik untuk lokasi terdekat dengan pekerjaan.

- c. Penetapan lingkup pekerjaan secara jelas dan terinci, kriteria desain, standar/code pekerjaan yang berkaitan, dan standar mutu, serta ketentuan teknis pengguna jasa lainnya.
 - d. Identifikasi dan alokasi risiko proyek.
 - e. Identifikasi dan kebutuhan lahan.
 - f. Gambar dasar, gambar skematik, gambar potongan, gambar tipikal dan gambar lainnya yang mendukung lingkup pekerjaan.
- (2) Tersedia dokumen usulan DIPA/DPA dari pengguna anggaran.
- Tersedia alokasi waktu yang cukup untuk Penyedia dalam menyiapkan dokumen penawaran, yang ditetapkan oleh PPK dan dituangkan dalam dokumen pemilihan. Penetapan lokasi dilakukan dengan memperhatikan terdiri atas:
- (1) Lingkup pekerjaan dan layanan;
 - (2) Persyaratan perizinan;
 - (3) Penyelidikan tanah;
 - (4) Pengembangan desain;
 - (5) Identifikasi risiko; dan/atau
 - (6) Penyusunan metode pelaksanaan konstruksi

2.5 Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi

Keselamatan Konstruksi adalah segala kegiatan keteknikan untuk mendukung Pekerjaan Konstruksi dalam mewujudkan pemenuhan standar keamanan, keselamatan, kesehatan dan keberlanjutan yang menjamin keselamatan keteknikan konstruksi, keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, keselamatan publik dan lingkungan. Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) adalah bagian dari sistem manajemen pelaksanaan pekerjaan konstruksi dalam rangka menjamin terwujudnya “keselamatan konstruksi”, yaitu pemenuhan standar keamanan, keselamatan, kesehatan dan keberlanjutan yang menjamin keselamatan keteknikan konstruksi, keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, keselamatan publik dan lingkungan (Permen PUPR No. 10 Tahun 2021).

Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) merupakan bagian dari sistem manajemen pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi dalam rangka menjamin terwujudnya Keselamatan Konstruksi. Keselamatan Konstruksi diartikan segala kegiatan keteknikan untuk mendukung Pekerjaan Konstruksi dalam mewujudkan pemenuhan standar keamanan, keselamatan, kesehatan dan keberlanjutan yang menjamin keselamatan dan kesehatan tenaga kerja keselamatan publik, harta benda, material, peralatan, konstruksi dan lingkungan. SMKK ini mengadopsi ISO 45001:2018 dengan beberapa penyesuaian, khususnya di sektor jasa konstruksi Indonesia pasca-terbitnya Undang-Undang No. 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi.

Undang-Undang No. 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi, mengamatkan pada pasal 3, bahwa tujuan penyelenggaraan jasa konstruksi diantaranya memberikan arah pertumbuhan dan perkembangan Jasa Konstruksi untuk mewujudkan struktur usaha yang kukuh, andal, berdaya saing tinggi, dan hasil Jasa Konstruksi yang berkualitas.

Terdapat beberapa tahapan dalam pelaksanaan Keselamatan Konstruksi sesuai dengan Permen PUPR No.10 tahun 2021 diantaranya:

- a. Tahap Pengkajian dan perencanaan. Di tahap ini, pengguna perlu menyusun Rancangan Konseptual SMKK. Pengguna dapat meminta bantuan Konsultan Pengkajian dan Konsultan Perencanaan. Isi dari Rancangan Konseptual SMKK berupa data umum proyek, dan identifikasi keselamatan konstruksi mulai dari aspek, deskripsi awal dan rekomendasi teknis.
- b. Tahap Perancangan, dimana pada tahap perancangan sudah muncul *Detailed Engineering Design (DED)* dan estimasi harganya. Di sini harus disusun dokumen RKK Perancangan yang tentunya lebih detail dari rancangan konseptual SMKK. Isinya antara lain pernyataan pertanggungjawaban, metode pelaksanaan, identifikasi bahaya, pengendalian risiko dan penetapan risiko pekerjaan, rancangan panduan keselamatan, biaya keselamatan dan kebutuhan personil.
- c. Tahap Pengadaan, dimana pada tahap ini, RKK digunakan dalam evaluasi teknis. Berdasarkan PM 14/2020, apabila peserta tidak

menyampaikan atau nilai perkiraan biaya penerapan SMKK sebesar nol rupiah, maka dinyatakan gugur.

- d. Tahap Pelaksanaan, dimana pada tahap ini, RKK dibahas oleh penyedia jasa dan disetujui oleh pengguna jasa pada saat PCM. Pengendalian RKK dilaksanakan melalui persyaratan dalam pengajuan izin mulai kerja (*job safety analysis* dan rencana pelaksanaan pekerjaan/*method statement*).
- e. Tahap Pengawasan, dimana pada tahap ini, Konsultan Pengawas atau Manajemen Konstruksi (MK) wajib menyusun RKK Konsultasi, yang memuat antara lain:
 - 1) Kepemimpinan dan partisipasi pekerja dalam keselamatan konstruksi.
 - 2) Perencanaan keselamatan konstruksi.
 - 3) Dukungan keselamatan konstruksi.
 - 4) Operasi keselamatan konstruksi
 - 5) Evaluasi kinerja keselamatan konstruksi



Gambar 9. Dokumen SMKK pada Penyelenggaraan Jasa Konstruksi

SMKK sebagaimana dimaksud pada ayat (1) Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 harus memenuhi standar keamanan, keselamatan, kesehatan, dan keberlanjutan. Standar keamanan, keselamatan, kesehatan, dan keberlanjutan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) harus memperhatikan:

a. Keselamatan Keteknikan Konstruksi

Keselamatan keteknikan konstruksi merupakan keselamatan terhadap pemenuhan standar perencanaan, perancangan, prosedur dan mutu hasil pelaksanaan, jasa konstruksi, mutu bahan, dan kelaikan peralatan. mencakup pemenuhan terhadap standar perencanaan berupa pemenuhan semua aspek persyaratan keamanan, keselamatan, kesehatan, dan keberlanjutan dalam hasil perencanaan;

- 1) Standar perancangan berupa pemenuhan terhadap pedoman teknis proses pembangunan, pengoperasian, pemeliharaan, perawatan, dan pembongkaran yang telah ditetapkan;
- 2) Standar prosedur dan mutu hasil pelaksanaan Jasa Konstruksi merupakan persyaratan dan ketentuan tertulis khususnya aspek Keselamatan Konstruksi yang dibakukan mengenai berbagai proses dan hasil pelaksanaan Jasa Konstruksi;
- 3) Mutu bahan sesuai Standar Nasional Indonesia dan/atau standar asing yang diakui oleh Pemerintah, dan telah ditetapkan dalam kerangka acuan kerja; dan
- 4) Kelaikan peralatan berdasarkan pedoman teknis peralatan sebagai dasar pemenuhan kinerja operasi peralatan sesuai peruntukan pekerjaan, baik peralatan yang beroperasi secara tunggal maupun kombinasi.

b. Keselamatan Dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, termasuk tenaga kerja, penyedia jasa, sub penyedia jasa, pemasok, dan pihak lain yang diizinkan memasuki tempat kerja konstruksi yang mencakup pemenuhan terhadap:

- 1) Hak tenaga kerja berupa perlindungan sosial tenaga kerja dalam pelaksanaan Jasa Konstruksi sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan;
- 2) Penjaminan dan perlindungan keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja;

- 3) Pencegahan penyebaran wabah penyakit dalam lingkungan kerja dan sekitarnya;
- 4) Pencegahan dan penanggulangan HIV/AIDS;
- 5) Pencegahan penggunaan psikotropika; dan
- 6) Pengamanan lingkungan kerja.

c. Keselamatan Lingkungan

Keselamatan lingkungan merupakan keselamatan lingkungan yang terdampak oleh Pekerjaan Konstruksi sebagai upaya menjaga kelestarian lingkungan hidup dan kenyamanan lingkungan terbangun sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang mencakup pencegahan terhadap:

- 1) Terganggunya derajat kesehatan pekerja dan kesehatan masyarakat di lingkungan sekitar Pekerjaan Konstruksi sebagai akibat dampak pencemaran;
- 2) Berubahnya dampak sosial masyarakat sebagai akibat kegiatan konstruksi yang semakin padat di lingkungan Pekerjaan Konstruksi; dan
- 3) Rusaknya lingkungan sebagai akibat berkembangnya situasi kepadatan kegiatan konstruksi yang menghasilkan limbah konstruksi sehingga dapat menimbulkan pencemaran terhadap air, udara, dan tanah.

d. Keselamatan Publik

Keselamatan publik merupakan keselamatan masyarakat dan/atau pihak yang berada di lingkungan dan sekitar tempat kerja yang terdampak Pekerjaan Konstruksi yang mencakup pemenuhan terhadap:

- 1) standar keselamatan publik di sekitar tempat kegiatan konstruksi;
- 2) upaya pencegahan kecelakaan kerja yang berdampak kepada masyarakat di sekitar tempat kegiatan konstruksi; dan
- 3) pemahaman pengetahuan keselamatan dan kesehatan kerja di sekitar tempat kegiatan konstruksi.

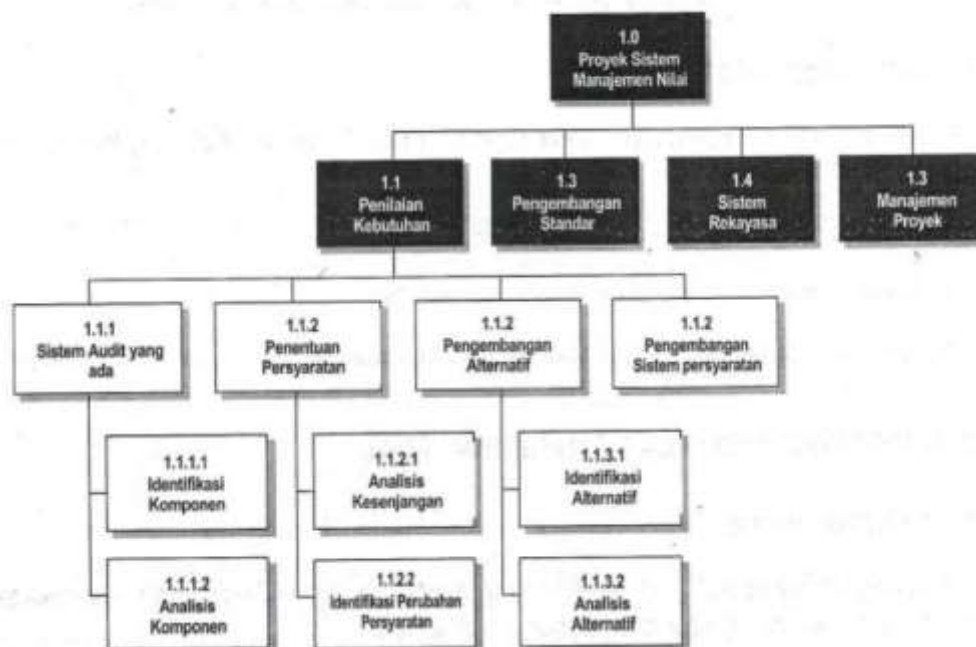


Gambar 10. Matriks SMKK

2.6 Work Breakdown Structure (WBS)

Work Breakdown Structure (WBS) merupakan pemecahan hierarkis dari keseluruhan lingkup pekerjaan proyek yang perlu dilakukan oleh seluruh anggota tim untuk mencapai tujuan proyek dan menciptakan hasil yang diinginkan. Menurut PMBOK edisi ke-6, WBS dapat menjadi dasar dalam membuat jadwal pekerjaan, menghitung estimasi biaya, menentukan sumber daya yang dibutuhkan, memperhitungkan potensi risiko pekerjaan, dan dapat digunakan kegiatan pemantauan dan pengendalian (Project Management Institute, 2017).

WBS mengatur dan mendefinisikan keseluruhan lingkup proyek dan mewakili pekerjaan yang ditentukan dalam pernyataan lingkup proyek yang telah disepakati. Pekerjaan yang telah direncanakan termasuk ke dalam tingkatan terendah WBS, biasa disebut paket pekerjaan (*work package*). Tanggung jawab keseluruhan isi pekerjaan dari paket pekerjaan ditugaskan kepada organisasi tunggal atau individu yang bertanggung jawab. Namun, WBS yang dibuat dalam proyek akan berubah dari proyek satu ke proyek lainnya karena menyesuaikan kebutuhan dan kendala yang dialami proyek tersebut (Project Management Institute, 2017).



Gambar 11. Contoh WBS dibagi Lebih Rinci menjadi Paket Pekerjaan (Project Management Institute, 2017)

Pada dasarnya WBS merupakan suatu daftar yang bersifat *top-down* secara hierarki, menerangkan komponen-komponen yang harus dibangun dan pekerjaan yang berkaitan dengannya. Menurut PMBOK edisi ke-6 (PMI, 2017), model WBS memberikan beberapa keuntungan, yaitu:

- a. Memberikan daftar pekerjaan yang harus diselesaikan
- b. Memberikan dasar untuk mengestimasi, mengalokasikan sumber daya, menyusun jadwal, dan menghitung biaya
- c. Memperhitungkan potensi risiko pekerjaan dan mendorong untuk mempertimbangkan secara lebih serius sebelum membangun sebuah proyek

Menurut jurnal Lei SU (SU, 2012), WBS memiliki 4 tujuan utama, yaitu:

- a. Sebagai alat perencanaan dan desain yang dapat dideskripsikan sebagai urutan keterkaitan dari setiap proses atau aktifitas secara berurutan
- b. Sebagai pendekatan untuk melakukan desain terstruktur yang dapat menggambarkan hubungan dari setiap *project* unit secara jelas

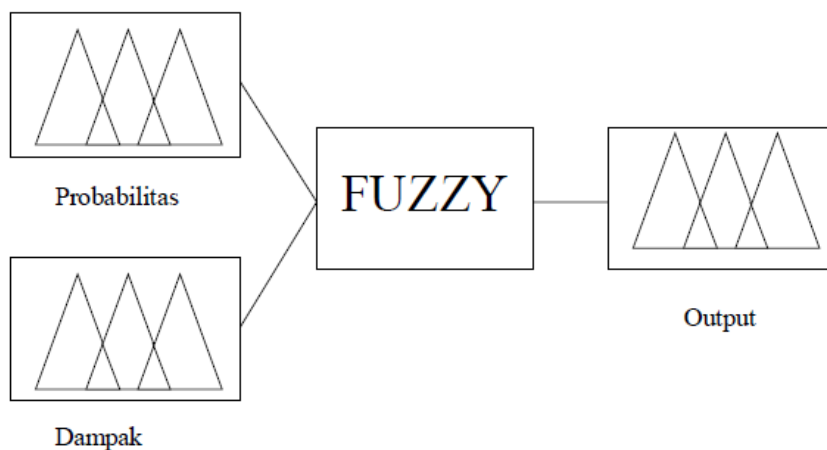
- c. Sebagai alat perencanaan yang dapat menggambarkan secara berurutan hingga selesainya proyek dengan petunjuk lebih detail bagi setiap unit untuk menyelesaikan proyek
- d. Sebagai alat pelaporan dimana dengan WBS dapat dihasilkan laporan status sebuah proyek termasuk untuk mengawasi kinerja, beban kerja, tanggung jawab hingga proses komunikasi.

2.7 Metode Fuzy

Logika Fuzzy (Fuzzy Logic) atau biasa juga disebut dengan Logika Samar merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output didasari oleh konsep himpunan fuzzy. Dalam kondisi yang nyata, beberapa aspek dalam dunia nyata selalu atau biasanya berada diluar model matematis dan bersifat inexact. Konsep ketidakpastian inilah yang menjadi konsep dasar munculnya konsep logika fuzzy.

Titik awal dari konsep modern mengenai ketidakpastian adalah paper yang dibuat oleh Lofti A Zadeh (1965), dimana Zadeh memperkenalkan teori yang memiliki obyek-obyek dari himpunan fuzzy yang memiliki batasan yang tidak presisi dan keanggotaan dalam himpunan fuzzy, dan bukan dalam bentuk logika benar (true) atau salah (false), tapi dinyatakan dalam derajat (degree).

Logika fuzzy adalah teknik / metode yang dipakai untuk mengatasi hal yang tidak pasti pada masalah - masalah yang mempunyai banyak jawaban. Pada dasarnya Logika fuzzy merupakan logika bernilai banyak/multivalued logic yang mampu mendefinisikan nilai diantara keadaan yang konvensional seperti benar atau salah, ya atau tidak, putih atau hitam dan lain-lain. Dengan logika fuzzy, hasil operasi dapat dinyatakan sebagai probabilitas daripada sebagai kepastian. Misalnya, selain menjadi benar atau salah, hasil mungkin memiliki makna seperti mungkin benar, mungkin benar, mungkin salah, dan mungkin palsu. Penalaran Logika Fuzzy menyediakan cara untuk memahami kinerja sistem dengan cara menilai input dan output sistem dari hasil pengamatan. Logika Fuzzy menyediakan cara untuk menggambarkan kesimpulan pasti dari informasi yang samar-samar, ambigu dan tidak tepat.



Gambar 12. Skema Metode Fuzzy untuk Risk Assessment

Metode fuzzy adalah pengembangan dari logika biner. Saat logika biner dapat mengidentifikasi menjadi 0 dari 1 Fuzzy dapat membagi tingkatan-tingkatan menjadi beberapa bagian misalnya sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Kemudian dari klasifikasi ini fuzzy menggabungkan dari beberapa variable yang ditentukan untuk dapat mengukur bahaya dari suatu peristiwa.

Salah satu fitur yang menarik dari logika fuzzy, yakni dapat digunakan untuk memodelkan informasi yang mengandung ketidakjelasan melalui konsep bilangan fuzzy, dan dapat memproses bilangan fuzzy-bilangan fuzzy tersebut dengan menggunakan operasi-operasi aritmatika biasa (Lootsma,1997). Bilangan fuzzy biasanya diekspresikan secara linguistik. Operasi yang dilakukan pada bilangan fuzzy, lebih banyak berupa pengolahan kata-kata dari pada bentuk bilangan.

Adapun alasan digunakan logika Fuzzy menurut Cox(1994) dalam buku “Aplikasi logika fuzzy” oleh Sri Kusumadewi & Hari Purnomo (2010) adalah:

- Konsep logika fuzzy mudah dimengerti, karena logika fuzzy menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy tersebut cukup mudah dimengerti.
- Logika fuzzy sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.

- Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogeny, dan kemudian ada beberapa data yang “eksklusif, maka logika fuzzy memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.
- Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

Inferensi fuzzy merupakan proses dalam memformulasikan pemetaan dari input yang diberikan ke dalam output menggunakan logika fuzzy. Terdapat dua macam dari sistem inferensi fuzzy yang dapat diimplementasikan dalam Fuzzy Logic Toolbox, yaitu: tipe Mamdani dan tipe Sugeno (Zadeh,1995). Namun dalam tugas akhir ini menggunakan tipe Mamdani. Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode min-max. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output diperlukan 4 tahapan, diantaranya:

- Pembentukan Himpunan Fuzz

Pada metode Mamdani baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
- Penentuan Fungsi Keanggotaan.

Fungsi keanggotaan pada penelitian ini ditunjukkan dengan pemetaan titik-titik input himpunan tegas yang digambarkan pada bentuk kurva segitiga, kurva trapesium, dan kurva Gauss. Pada metode ini digunakan fungsi keanggotaan kurva Gauss hal ini dipilih karena menjadi pilihan yang paling alami dan populer untuk sistem ini. Fungsi keanggotaan dengan kurva Gauss (Distribusi Normal) menggunakan dua parameter, yaitu C dan O, dimana C merupakan nilai domain pada pusat kurva (titik pusat pada domain himpunan fuzzy), sedangkan O merupakan lebar kurva (standar deviasi pada himpunan fuzzy).
- Penentuan Aturan Fungsi Fuzzy

Aturan Fuzzy disediakan oleh peta risiko crisp, di mana kombinasi dari 5 kategori probabilitas dan 5 kategori dampak yang sesuai dengan struktur yang diasumsikan pada peta risiko, menghasilkan 25 peraturan dan menyediakan 25 kesimpulan, yang merupakan kategori risiko.

Metode yang digunakan dalam komposisi aturan dan aplikasi fungsi implikasi adalah metode max-min dengan operator AND. Secara umum aturan tersebut dapat dituliskan: IF (x_1 is A_1) . (x_2 is A_2)(x_n is A_n) THEN y is B dengan . adalah operator AND, x_n adalah skalar yang berupa variabel fuzzy dan A_n adalah variabel linguistik berupa himpunan fuzzy. Pada model Mamdani berlaku min Operator untuk metode AND dan implikasi output set. Setelah aturan telah dievaluasi, output himpunan fuzzy untuk masing-masing Aturan itu dikumpulkan. Penggabungan fungsi keanggotaan output yang dihasilkan suatu Output kategori risiko fuzzy masing-masing Aturan itu dikumpulkan.

- Defuzzifikasi(Penegasan)

Output himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan fuzzy akan mengalami proses defuzzifikasi. Pada model mamdani ada beberapa metode yang digunakan dalam defuzzifikasi antara lain: Centroid, Bisektor, Mean of Maximum, Largest of Marimum atau Smallest of Marimum. Dalam penelitian ini diterapkan Metode Center of Area (CO.4) atau centroid Method. COA menghitung rata-rata tertimbang dari satu set fuzzy.

2.8 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. Penelitian terdahulu

No	Judul Penelitian	Penulis	Tahun Penelitian	Tujuan	Metode Penelitian		Hasil Penelitian
					Pengumpulan Data	Analisis	
1	WBS-based Risk Identification for the Whole Process of Real Estate Project and Countermeasures	Lei SU	2012	Mengidentifikasi jenis dan penyebab risiko proyek pembangunan perumahan.	WBS, Wawancara, Studi Literatur	Analisis Metode Deskriptif	Hasil analisis menunjukkan risiko pada tahap inisiasi yaitu risiko jadwal, risiko keputusan, risiko peluang pengembangan, risiko pemilihan wilayah dan risiko penunjukan manajer. Risiko pada tahap perencanaan dan desain adalah risiko skema desain, risiko unit konstruksi, risiko komunikasi, risiko pengambilalihan tanah dan pemukiman, dan

						<p>risiko pengendalian biaya. Risiko pada tahap pelaksanaan adalah risiko kontrak, risiko keselamatan konstruksi, risiko keterlambatan waktu, risiko pembengkakan biaya, risiko mutu. Risiko pada tahap finishing adalah risiko penerimaan, risiko perusahaan pengelola properti, risiko perumahan sewa, dan risiko kejadian yang tidak disengaja.</p>
--	--	--	--	--	--	--

2	Development of Work Breakdown Structure (WBS) Standard for Producing the Risk Based Structural Work Safety Plan of Building	Vania Elsy, Yusuf Latief dan Leni Sagita	2017	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengembangkan struktur perincian pekerjaan bangunan yang terstandarisi; 2. Mengidentifikasi sumber risiko yang berpotensi berbahaya untuk struktur; 3. Mengembangkan rencana keselamatan berbasis risiko WBS yang telah distandarisasi. 	WBS, Survei, Wawancara dan Kuisioner	Pendekatan Kualitatif	<ol style="list-style-type: none"> 1. Standar bangunan WBS terbagi menjadi 7 level, level 1: nama proyek, level 2: bagian pekerjaan, level 3: area/lokasi zonasi, level 4: subbagian pekerjaan, level 5: paket pekerjaan, level 6: aktivitas, dan level 7: sumber daya. Standar kerja struktur WBS dapat ditetapkan sesuai dengan tingkatan klasifikasinya setelah dilakukan pengumpulan dan analisis data/arsip berdasarkan proyek BOQ dan RKS serta telah divalidasi oleh pakar terkait.
---	---	--	------	--	--------------------------------------	-----------------------	---

							<p>2. Terdapat 24 variabel kejadian risiko tinggi (X9, X15, X16, X27, X123, X124, X125, X135, X139, X149, X141, X161, X162, X164 dan X167, X168, X169, X170, X172, X173) diidentifikasi sebagai risiko dominan pada setiap tahapan proses pembangunan gedung bertingkat tinggi. Setelah didapatkan variabel risk event dilengkapi juga dengan risk response dari masing masing variabel sehingga potensi bahaya dapat dicegah/dimitigasi.</p> <p>3. Penyusunan standar WBS diselesaikan dan</p>
--	--	--	--	--	--	--	---

							<p>dikembangkan sesuai dokumen perencanaan keselamatan/ROSHK Peraturan Pemerintah PU 05/PRT/M/2014 pada bagian perencanaan keselamatan kerja pekerjaan konstruksi bangunan gedung yang dapat digunakan baik sebagai bahan penilaian proses lelang penyedia jasa maupun sebagai panduan bagi kontraktor dalam penyusunan <i>safety planning</i>.</p>
--	--	--	--	--	--	--	---

3	A Flexible Method of Building Construction Safety Risk Assessment and Investigating Financial Aspects of Safety Program	R. Ghousi, M.Khazadi, K. Mohammadi Atashgah	2018	Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi risiko keselamatan konstruksi dan mengidentifikasi faktor utama risiko	WBS, Studi Literatur dan Wawancara	PHA, PHI, PERT, Menambahkan Hybrid Value Number (HVN) ke persamaan penilaian	Hasil investigasi risiko keselamatan menunjukkan bahwa dengan mempertimbangkan jumlah risiko yang ditentukan dan item pekerjaan utama seperti penggalian dan struktur baja memiliki sejumlah besar risiko dibandingkan dengan item lainnya. Dalam hal kekritisian risiko, struktur baja, fasad bangunan dan instalasi pengangkatan menjadi pekerjaan dengan bahaya paling kritis karena kemungkinan kecelakaan jatuh ke
---	---	---	------	---	------------------------------------	--	---

							tingkat lebih rendah dan tertimpa benda jatuh. Salah satu hasil yang paling signifikan adalah bahwa faktor yang paling berpengaruh yang mempengaruhi risiko keselamatan dalam proyek konstruksi bangunan adalah kecakapan dan pengalaman pekerja, kerumitan teknologi konstruksi dan keterbatasan waktu.
4	Construction Risk Assessment of Deep Foundation Pit Projects Based on the Projection Pursuit Method	Long Zhang dan Hongbing Li	2022	Mengidentifikasi risiko, tingkat risiko dan penilaian risiko konstruksi proyek lubang dalam pondasi	WBS-RBS, Studi Kasus	PP, SPA	Riset empiris menunjukkan bahwa hasil penilaian tingkat risiko adalah “III” yang konsisten dengan kondisi aktual proyek. Risikonya dapat diterima, tetapi

	and Improved Set Pair Analysis						tindakan risiko yang ditargetkan harus diambil. Risiko peralatan mewakili risiko tertinggi dalam indikator utama; efisiensi pasokan material dan rasionalitas harga material menduduki peringkat paling penting dalam indikator sekunder.
5	Electric Vehicle Fire Risk Assessment Based on WBS-RBS and Fuzzy BN Coupling	Jianhong Chen, Kai Li dan Shan Yang	2022	Mengidentifikasi faktor risiko yang menyebabkan kecelakaan kebakaran kendaraan listrik pada sistem kendaraan listrik dan mengevaluasi risiko kecelakaan kebakaran kendaraan listrik	WBS-RBS	Fuzzy Bayesian	Dalam penelitian ini ditemukan 5 faktor risiko yang menyebabkan kebakaran kendaraan listrik. Faktor risiko tersebut adalah pengapian tabrakan eksternal, kegagalan kualitas baterai, modifikasi buatan,

							banjir paket baterai, dan kegagalan peralatan pengisian daya. Perlu dilakukan tindakan pengamanan terhadap kelima faktor tersebut.
6	Development of Risk-based Work Breakdown Structure (WBS) Standards for Integrated Design and Construction Phase on Design-Build Method of Architectural Works of High-Rise Building to Improve Construction	Gabby Andina Ganesdhi, Yusuf Latief, Danang Budi Nugroho	2023	<ol style="list-style-type: none"> 1. Merumuskan standar WBS untuk pengembangan desain terintegrasi pada tahap pengembangan desain dan konstruksi untuk pekerjaan arsitektur dan eksterior; 2. Mengidentifikasi risiko-risiko pada tahap pengembangan desain dan 	WBS, Wawancara, dan Studi Literatur	Uji Validasi dan Metode Delphi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berdasarkan hasil penelitian, standar WBS untuk fase desain dan konstruksi bangunan tinggi pada pekerjaan arsitektur dan pekerjaan lain-lain terdiri dari 6 level dimana level 1: nama proyek, level 2: klaster pekerjaan, level 3: jenis pekerjaan, level 4: paket pekerjaan, level 5:

	Safety Performance			<p>konstruksi untuk pekerjaan arsitektur dan eksterior yang mempengaruhi kinerja keselamatan konstruksi;</p> <p>3. Mengembangkan standar WBS berbasis risiko untuk konstruksi bangunan bertingkat tinggi dengan menggunakan metode rancang bangun.</p>			<p>aktivitas, dan level 6: sumber daya;</p> <p>2. Risiko kecelakaan konstruksi pada pekerjaan arsitektur dapat terjadi pada tahap desain dan konstruksi, yang dibuktikan dengan total risiko tinggi pada tahap perencanaan dan desain sebanyak 15 dari 39 risiko, yang sangat mempengaruhi kinerja keselamatan konstruksi proyek. Sementara itu risiko yang paling banyak terjadi pada konstruksi</p>
--	-----------------------	--	--	--	--	--	---

							<p>yang paling banyak terjadi pada fase konstruksi adalah pekerja jatuh dari ketinggian.</p> <p>3. Setiap risiko tinggi telah dipetakan dengan tindakan pencegahan berupa tindakan preventif dan korektif dalam menanggapi bahaya dan kejadian risiko yang sebagian besar termasuk dalam pengembangan WBS kategori Penambahan Elemen WBS yang Relevan berupa</p>
--	--	--	--	--	--	--	--

							penambahan aktivitas pada level 5.
--	--	--	--	--	--	--	------------------------------------

7	Kajian Kontrak Terintegrasi Rancang Bangun (Design and Build) Studi Kasus: Pembangunan Underpass Bandara New Yogyakarta International Airport (NYIA)	Indun Eka Wahyu Lestari	2021	Mengkaji keunggulan-keunggulan dari metode kontrak terintegrasi rancang dan bangun (<i>design and build</i>)	Kuisisioner	SPSS	Terdapat beberapa alasan diterapkannya <i>design and build</i> pada pekerjaan pembangunan <i>underpass</i> bandara <i>new</i> yogyakarta <i>international airport</i> (NYIA) sehubungan dengan kelemahan-kelemahan dalam metode kontrak tradisional yaitu: 1. Pekerjaan berorientasi pada <i>output</i> dan <i>outcome</i> sehingga pengukuran hasil pekerjaan bukan terbatas pada pemenuhan volume dan spesifikasi teknis saja melainkan
---	--	-------------------------	------	--	-------------	------	--

							<p>pada pemenuhan indikator <i>output</i>;</p> <ol style="list-style-type: none">2. Proses perencanaan dilaksanakan sendiri oleh kontraktor pelaksana sehingga akan lebih efektif dan efisien;3. Penawaran berdasarkan nilai terbaik (<i>the best value</i>);4. Adanya kepastian pendanaan dalam jangka yang panjang karena kontrak;5. Penyedia jasa dipacu untuk meningkatkan kualitas pekerjaan
--	--	--	--	--	--	--	--

							<p>karena risiko yang terkait dengan mutu pekerjaan sepenuhnya ditanggung oleh penyedia jasa;</p> <p>6. Penyedia jasa disorong untuk pengembangan diri dan penerapan teknologi dan metode pekerjaan, hal tersebut dapat mendorong munculnya kontraktor spesialis yang memiliki daya saing;</p> <p>7. Penyedia jasa memiliki peluang meningkatkan profit jika mampu memilih teknologi</p>
--	--	--	--	--	--	--	--

							yang tepat dalam melakukan pekerjaan.
8	Risk Identification of Design and Build at School Building Construction Project in Central Jakarta	Andreas Suharyanto and Manlian Ronald A. Simanjuntak	2020	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi risiko pada pekerjaan <i>design and build</i> pada bangunan sekolah di Jakarta dan; 2. Mengetahui risiko dominan dari risiko yang telah diidentifikasi. 	Kuisisioner	SPSS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terdapat 5 faktor dan 49 variabel yang paling berpengaruh pada sistem <i>delivery design and build</i>; 2. Terdapat 3 variabel yang paling dominan yaitu cacat desain yang menyebabkan perubahan pekerjaan dari

							rencana awal (X22), kemampuan owner mengevaluasi hasil desain yang disampaikan pelaksana pekerjaan (X44), dan kemampuan proyek manager untuk mendorong seluruh timnya untuk berkomitmen terhadap kualitas, biaya dan waktu pekerjaan rancang bangun (X29).
9	Impact of Design Risk on the Performance of Design-Build Projects	Junying Liu; Qunxia Xie; Bo Xia; and Adrian J. Bridge	2017	Mengidentifikasi risiko desain dalam proyek rancang bangun dan menganalisis	Wawancara dan Kuisioner	Exploratory Factor Analysis (EFA)	Analisis faktor menunjukkan bahwa faktor risiko desain dalam proyek rancang bangun adalah risiko tim desain yang tidak

				dampaknya terhadap kinerja proyek			tepat, risiko kurangnya tanggung jawab perancang, risiko kurangnya pengalaman perancang, risiko ketidaktepatan atau keterlambatan informasi pihak ketiga, risiko skema desain yang tidak tepat, dan risiko perubahan dan tinjauan pemberi kerja.
10	Impact of Risk on Design-Build Selection for Highway Design and Construction Projects	Dai Q. Tran, A.M.ASCE; and Keith R. Molenaar, M.ASCE	2014	Mengeksplorasi bagaimana risiko-risiko berdampak pada pemilihan penyediaan <i>design and build</i>	Kuisisioner	SPSS	Hasil analisis menunjukkan bahwa tujuh faktor risiko pemilihan pengiriman memiliki pengaruh paling besar terhadap pemilihan pengiriman DB adalah risiko ruang lingkup, risiko

							pihak ketiga dan risiko konstruksi, risiko utilitas dan ruang milik jalan (ROW), risiko desain dan kontrak, risiko manajemen; dan risiko regulasi dan perkeretaapian.
11	Identification of Design-Build Project Risk Factors: Contractor's Perspective	Susy Rostiyanti, Ario Bintang Koesalamwardi, and Christian Winata	2019	Membahas perspektif kontraktor terkait faktor risiko dalam proyek rancang bangun	Kuisisioner	Signifikan Indeks	Terdapat 3 risiko signifikan dari proyek <i>design build</i> seperti program manajemen kontraktor, kompleksitas proyek, dan dokumen desain yang tidak memenuhi persyaratan QC/QA