

SKRIPSI

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

Disusun dan diajukan oleh:

**KASMA N
D011 20 1076**



**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 PELAKSANAAN

Disusun dan diajukan oleh

KASMA N
D011 20 1076

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 17 April 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Rosmariani 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 : Kasma N
NIM : D011201076
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{ANALISIS DANPENANGANAN RISIKO KESELAMATAN KONSTRUKSI
PADA PROYEK GEDUNG DENGAN KONTRAK TERINTEGRASI
RANCANG BANGUN DI TAHAPAN PELAKSANAAN}

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, 15 Februari 2024

Yang Menyatakan



Kasma N
D011201076

ABSTRAK

KASMA N. *Analisis dan Penanganan Risiko Keselamatan Konstruksi pada Proyek Gedung dengan Kontrak Terintegrasi Rancang Bangun di Tahapan Pelaksanaan* (dibimbing oleh Rosmariyani Arifuddin dan Asad Aburrahman)

Indonesia saat ini sedang menggencarkan pembangunan infrastruktur untuk mendorong pertumbuhan ekonomi nasional yang berkontribusi besar dalam menciptakan pasar konstruksi. Sehingga untuk memenuhi tujuan tersebut pemerintah memperkenalkan suatu metode rancang bangun yang dianggap sebagai cara untuk mengurangi waktu konstruksi dan telah digunakan secara luas. Proyek konstruksi gedung memiliki ketahanan dan minat yang cukup tinggi, sehingga menjadi harapan besar bagi peningkatan kinerja proyek. Proyek konstruksi merupakan sektor pekerjaan yang memiliki tingkat risiko besar. Sehingga manajemen risiko sangat penting untuk mengidentifikasi, menganalisis, merespons, dan mengendalikan risiko digunakan metode *Work Breakdown Structure* (WBS) agar dapat dengan mudah diatur..

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi risiko-risiko, menganalisis tingkat risiko dan mengembangkan penanganan risiko keselamatan konstruksi pada proyek gedung dengan kontrak terintegrasi rancang bangun di tahapan pelaksanaan. Metode yang digunakan yaitu studi literatur dan validasi pakar untuk mengidentifikasi risiko. Kemudian Survei kuisioner yang di analisis menggunakan metode analisis deskriptif dan metode *Fuzzy* untuk menganalisis tingkat risiko yang telah di validasi yang dilanjutkan dengan pengembangan tingkat risiko dengan menggunakan metode studi literatur serta validasi pakar.

Diperoleh hasil dari studi literatur sebanyak 412 variabel yang kemudian di validasi pakar diperoleh hasil sebanyak 282 variabel risiko yang berpengaruh pada proyek gedung dengan kontrak terintegrasi rancang bangun dan terdiri dari 10 variabel pekerjaan utama. Selanjutnya digunakan metode analisis deskriptif untuk menentukan *modus* dan tingkat risiko sehingga didapatkan sebanyak 112 variabel risiko kecil, 136 variabel risiko sedang, dan 34 variabel risiko besar. Dalam metode *fuzzy* didapatkan sebanyak 53 variabel risiko kecil, 196 variabel risiko sedang, dan 34 variabel risiko besar. Pengendalian risiko dilakukan dari tahap eliminasi, substitusi, rekayasa teknis, administrasi, hingga alat perlindungan diri yang

kemudian didapatkan hasil sebanyak 57 dengan menggunakan teori pareto sebesar 20% dari total 282 variabel selanjutnya dilakukan validasi pakar dan didapatkan pengendalian risiko yang dominan yaitu penendalian administrasi.

Kata Kunci: Manajemen Risiko, Rancang Bangun, Tahapan Pelaksanaan.

ABSTRACT

KASMA N. *Analysis and Handling of Construction Safety Risk In Building Projects With Integrated Design-Build Contracts: Implementasion Stages* (supervised by Dr. Ir. Rosmariansi Arifuddin, ST.MT dan Dr. M. Asad Aburrahman, ST. M. Eng, PM)

Indonesia is currently accelerating infrastructure development to encourage national economic growth which has contributed greatly to creating a construction market. So to meet this goal the government introduced a design-build method which is considered a way to reduce construction time and has been widely used. Building construction projects have quite high resilience and interest, so there is great hope for improving project performance. Construction projects are a work sector that has a large level of risk. So risk management is very important to identify, analyze, respond and control risks using the Work Breakdown Structure (WBS) method so that it can be easily managed.

The aim of this research is to identify risks, analyze risk levels and develop construction safety risk management in building projects with integrated design and build contracts at the implementation stage. The methods used are literature study and expert validation to identify risks. Then the questionnaire survey was analyzed using the descriptive analysis method and the Fuzzy method to analyze the validated risk level, followed by developing the risk level using the literature study method and expert validation.

The results obtained from the literature study were 412 variables which were then validated by experts, resulting in 282 risk variables that had an influence on building projects with integrated design and build contracts and consisting of 10 main work variables. Next, the descriptive analysis method was used to determine the mode and level of risk so that 112 small risk variables, 136 medium risk variables and 34 large risk variables were obtained. In the fuzzy method, 53 small risk variables, 196 medium risk variables and 34 large risk variables were obtained. Risk control was carried out from the elimination, substitution, technical engineering, administration, to personal protective equipment stages, which then resulted in 57 results using

Pareto theory of 20% of the total 282 variables, then expert validation was carried out and the dominant risk control was obtained, namely administrative control.

Keywords: Risk Management, Design, Implementation Stages.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGEAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Ruang Lingkup.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Proyek Konstruksi.....	7
2.2 Proyek Konstruksi Bangunan Gedung.....	10
2.3 Manajemen Proyek.....	12
2.4 Manajemen Risiko.....	15
2.5 Keselamatan Konstruksi.....	23
2.6 Kontrak Terintegrasi Rancang Bangun (<i>Design Build</i>).....	25
2.7 <i>Work Breakdown Structure</i> (WBS).....	29
2.8 Metode Fuzzy.....	30
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	41
3.1 Strategi Penelitian.....	41
3.2 Tahapan Penelitian.....	44
3.3 Kerangka Operasional Penelitian.....	45
3.4 Jenis dan Sumber Data.....	45
3.5 Metode Pengumpulan Data.....	46
3.6 Populasi dan Sampel.....	47
3.7 Skala Pengukuran.....	48
3.8 <i>Work Breakdown Structure</i> (WBS) Proyek Gedung dengan Sistem Kontrak Rancang Bangun.....	53
3.9 Variabel Penelitian.....	55
3.10 Analisis Data.....	99
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	100
4.1 Hasil Analisa Data Untuk RQ 1 (<i>Risk Identification</i>).....	100
4.2 Hasil Analisa Data RQ 2 (<i>Risk Analysis</i>).....	130
4.3 Hasil Analisis RQ 3 (<i>Risk Control</i>).....	184
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	234
5.1 Kesimpulan.....	234
5.2 Saran.....	235
DAFTAR PUSTAKA.....	236
LAMPIRAN.....	239

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Jumlah kecelakaan kerja akibat kerja program JKK BPJS Ketenagakerjaan tahun 2017-2022 (BPJS Ketenagakerjaan, 2022).....	3
Gambar 2 Alur kerangka kerja manajemen	13
Gambar 3 Tahapan manajemen proyek (Siswanto dan Salim, 2019)	15
Gambar 4 Strategi manajemen risiko menurut OHS <i>Risk Management Handbook</i> (OHS <i>Risk Management Handbook</i> , 2004)	22
Gambar 5 Standar keselamatan konstruksi (Permen PUPR No.10 Tahun 2021)	24
Gambar 6 Perbedaan kontrak design build dan kontrak design bid build (Putra dan Latief,2020)	26
Gambar 7 Skema metode fuzzy untuk <i>risk assessment</i>	31
Gambar 8 Diagram alir penelitian.....	44
Gambar 9 Kerangka Operaional Penelitian.....	45
Gambar 10 Penetapan tingkat risiko	53
Gambar 11 Work Breakdown Structure Risiko tahapan pelaksanaan	54
Gambar 12 Instansi Responden.....	130
Gambar 13 Jabatan Responden	131
Gambar 14 Pendidikan Responden	132
Gambar 15 Pengalaman kerja responden.....	133
Gambar 16 Tingkat risiko	156
Gambar 17 Peta Risiko Matriks (5x5)	157
Gambar 18 FIS Editor pada matlab.....	158
Gambar 19 Fungsi Keanggotaan variable input kekerapan	158
Gambar 20 Fungsi keanggotaan variable input keparahan	159
Gambar 21 Fungsi keanggotaan output tingkat risiko	159
Gambar 22 Inferensi aturan fuzzy (fuzzy rules)	160
Gambar 23 Penegasan (crisp) nilai fuzzy.....	161
Gambar 24 Hubungan kekerapan, keparahan, dan tingkat risiko dalam surface viewer	162

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Perbandingan antara kontrak <i>design bid build</i> dan <i>design and build</i>	27
Tabel 2 Perbandingan antara kontrak <i>design bid build</i> dan <i>design and build</i>	35
Tabel 3 Strategi penelitian (Robert Yin, 2013).....	42
Tabel 4 Metode penelitian yang sesuai dengan bentuk pertanyaan yang akan digunakan	43
Tabel 5 Penentuan tingkat kekerapan	48
Tabel 6 Penentuan tingkat keparahan	49
Tabel 7 Variabel Penelitian	55
Tabel 8 Variabel risiko keselamatan konstruksi	101
Tabel 9 Instansi Responden	130
Tabel 10 Jabatan Responden.....	131
Tabel 11 Pendidikan responden	132
Tabel 12 Pengalaman kerja responden.....	133
Tabel 13 Hasil Analisis Deskriptif.....	135
Tabel 14 Rata-rata tingkat risiko pada analisis deskriptif.....	156
Tabel 15 Hasil Analisis Metode Fuzzy Inference Risk Maps.....	163
Tabel 16 Pengendalian risiko	183

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuisisioner validasi pakar variable	239
Lampiran 2 Link google form kuisisioner penelitian	305
Lampiran 3 Dokumentasi validasi pakar.....	306

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah sang Maha segalanya, atas seluruh rahmat dan hidayatNya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ANALISIS DAN PENANGANAN RISIKO KESELAMATAN KONSTRUKSI PADA PROYEK GEDUNG DENGAN KONTRAK TERINTEGRASI RANCANG BANGUN DI TAHAPAN PELAKSANAAN” ini tepat pada waktunya. Tugas akhir ini ditulis dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Dalam penyelesaian studi dan penulisan tugas akhir ini, penulis banyak memperoleh bantuan baik pengajaran, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk ini penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga 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. Rosmariansi Arifuddin, ST.,MT.**, selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukan beliau, memberikan kritik, saran dan pengarahan kepada Penulis dalam proses penulisan tugas akhir ini.
4. **Bapak Dr. M. Asad Abdurahman, ST, M. Eng.PM** selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukan beliau, memberikan kritik, saran dan pengarahan kepada Penulis dalam proses penulisan tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen, staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

6. Bapak dan Ibu Pakar yang telah meluangkan waktunya untuk Penulis melakukan validasi pakar terkait variable penelitian, tingkat risiko dan penanganan risiko;

Tugas akhir ini penulis persembahkan kepada yang teristimewa:

1. Kedua orang tua yang sangat Penulis cintai dan sayangi **Almarhum Bapak Naharuddin** dan **Almarhumah Ibu Farida** yang sudah di Surga. Semoga Beliau bangga dengan perjuangan anaknya.
2. Kedua nenek Penulis **Nenek Sina** dan **Indo Nangnga** yang dengan sabar membesarkan Penulis dari kecil hingga saat ini. Terima kasih yang tak terhingga!
3. Saudara-saudara Penulis **Kak Roslanir, S.A.P** yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan nasihat kepada Penulis. Adik-adik Penulis **Ulya** dan **Mirsa** yang telah kebersamai. Ipar Penulis **Kak Andi Sultan, S.T** yang paling loyal dan baik hati. Terima kasih Penulis sampaikan karena kalian selalu percaya pada mimpi-mimpi Penulis, kalian adalah yang terbaik dan panutan Penulis. Adik **Andi Naura Delisha** dan **Andi Kenzie** *my beloved nephew and niece*.
4. Seluruh keluarga besar dan sahabat penulis yang telah memberikan doa, dukungan dan saran dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Teman-teman **Tim Riset RKI (Kak Mega Shine Payungallo, Kak Andi Annisa Ida Mawardi, Aswar Basri, dan Ahmad bakir)** yang telah kebersamai penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Sahabat-sahabat Penulis **Apriliyani Jamil, Dewi Ayu Sartika, Misbah, Nur Syafira Apriana, Yusriyyah. A, Meysah Aulia Putri Sahraeni, Tendri Altifani, Nesa Lestari,** dan **Aisa** yang telah bersedia membantu, memberikan dukungan, dan yang paling penting bersedia mendengarkan keluh kesah Penulis.
7. Saudara-saudari **Se-ENTITAS 2021** yang menemani proses penulis dari maba hingga saat ini. Terkhusus Ketua Angkatan **Muhammad Bakri** dan Sekertaris Angkatan **Muhammad Faruq Zulfikar**.

8. Teman-Teman **KKD Rekayasa dan Manajemen Konstruksi 2020** yang telah senantiasa memberi dukungan selama penyusunan tugas akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan **KKN Journey of Barambang** selalu menyemangati dan telah kebersamai Penulis dalam penyusunan tugas akhir ini selama KKN, Terkhusus kepada saudara **Fajar Abdillah** yang selalu penulis repotkan.
10. Para senior yang telah membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir ini terkhusus kepada **Kak Muhammad Rifan Fadlillah, ST, Kak Nur Afifah Tri Ramadhani Surahman, S.T** dan **Kak Fitrhi Ramadhani, S.T.**
11. Kakak-kakak Konsultan dan Kontraktor Gedung PKK serta Teman-teman kerja praktik gedung PKK yang sudah banyak membantu penulis.
12. Serta seluruh pihak yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini tanpa terkecuali yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Peneliti menyadari bahwa tugas akhir ini tidak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak agar lebih baik lagi kedepannya. Semoga apa yang sudah penulis hasilkan pada tugas akhir ini bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Gowa, 15 Februari 2024

Penulis

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keselamatan di lokasi kerja konstruksi telah menjadi perhatian utama diseluruh industri konstruksi di seluruh dunia (Zolfagharian dkk., 2014; Enshassi dkk., 2019; Furci dan Sunidijo, 2020). Secara global, industri konstruksi dianggap memiliki salah satu catatan kesehatan dan keselamatan kerja yang paling buruk (Hinze dan Teizer, 2011). Pekerjaan konstruksi diketahui dilakukan di lingkungan yang tidak aman, berbahaya, dan dalam kondisi kerja yang buruk dan tidak sehat (Zhou dkk., 2012; Zhou dkk., 2013; Welch dkk., 2015; Li dan Ng, 2017; Li, 2018). Meskipun ada peraturan kesehatan dan keselamatan yang ketat, tidak ada penurunan yang signifikan dalam jumlah kecelakaan konstruksi. (Azmy dan Zain, 2016).

Kecelakaan kerja pada sektor konstruksi terus mencatat rekor terburuk dibandingkan sektor lainnya di beberapa negara. Di Hong Kong, kecelakaan di lokasi konstruksi merupakan tingkat kecelakaan fatal tertinggi yaitu 47%. Di Tiongkok, proporsi kecelakaan kerja merupakan yang tertinggi yaitu sebesar 51% dan data dari China Statistical Yearbook mengkonfirmasi kecelakaan kerja sebesar 48%. Kecelakaan kerja di Amerika Serikat antara tahun 1992 dan 2006 adalah yang tertinggi, yaitu 32%. Di Spanyol, angka kematian terkait kecelakaan menurun sebesar 40%. Departemen Tenaga Kerja Selandia Baru (2010) mencatat bahwa tingkat kecelakaan kerja tertinggi terjadi di sektor konstruksi. Chi & Hung (2004) melaporkan bahwa lebih dari 30% kematian pada proyek konstruksi di Taiwan disebabkan oleh kecelakaan kerja yang jatuh (Arifuddin dkk., 2019).

Indonesia saat ini sedang menggencarkan 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, 2019). Ukuran keberhasilan pembangunan infrastruktur selain ditentukan oleh kinerjanya, yang mencakup kehandalan bangunan dan kebermanfaatannya bagi masyarakat, juga ditentukan oleh keselamatan dalam proses pelaksanaan konstruksinya. Untuk itu perlu upaya yang

serius dan koordinasi yang baik antara pemerintah dan seluruh stakeholders konstruksi agar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) diimplementasikan pada seluruh proyek konstruksi. Pemerintah mewajibkan setiap perusahaan Kontraktor di Indonesia wajib menerapkan K3 Konstruksi atau Sistem Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja (SMK3) di Perusahaannya. Kewajiban ini berlaku bagi perusahaan yang mempekerjakan pekerja/buruh paling sedikit 100 (seratus) orang atau mempunyai tingkat potensi bahaya tinggi (Parinduri dan Parinduri, 2020).

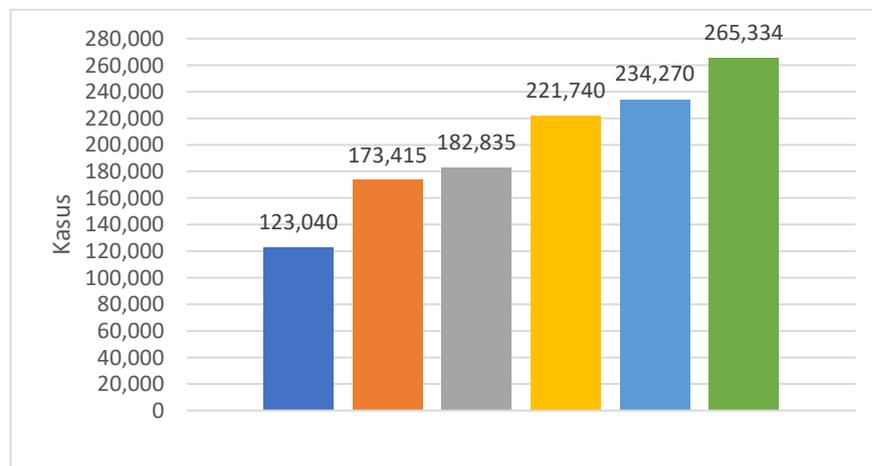
Percepatan pembangunan infrastruktur tersebut berkontribusi besar dalam menciptakan pasar jasa konstruksi di Indonesia. Untuk memenuhi tujuan nasional dan mempercepat pembangunannya maka diperkenalkan suatu metode yang dianggap sebagai cara untuk mengurangi waktu konstruksi. Rancang-Bangun-Bangun (DBB) adalah metode yang paling umum dalam pengadaan jasa konstruksi penyedia jasa konstruksi di berbagai proyek konstruksi di seluruh dunia, di mana kegiatan desain dan konstruksi dilakukan dalam paket kontrak yang berbeda oleh penyedia jasa yang berbeda. Di Indonesia, DBB juga merupakan metode yang umum digunakan dalam industri konstruksi. Namun, untuk mendorong inovasi, meningkatkan kinerja biaya dan penjadwalan proyek, maka pemilik proyek (yaitu pemerintah) mulai meninjau metode alternatif untuk menyediakan layanan konstruksi. Rancang-Bangun (DB) adalah metode pelaksanaan proyek alternatif dimana kegiatan desain dan konstruksi dilakukan dalam satu paket kontrak konstruksi oleh penyedia jasa (Rostiyanti dkk., 2019).

Proyek konstruksi adalah suatu upaya untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk bangunan atau infrastruktur. Proses yang terjadi pada suatu proyek tidak akan berulang pada proyek lainnya. Hal ini disebabkan oleh kondisi yang mempengaruhi proses suatu proyek konstruksi berbeda satu sama lain (I Nyoman, 2012). Salah satu proyek konstruksi adalah pelaksanaan pembangunan proyek gedung. Proyek gedung memiliki ketahanan dan minat yang cukup tinggi, sehingga optimalisasi dari pekerjaan konstruksi gedung akan menjadi harapan besar bagi peningkatan kinerja proyek.

Proyek konstruksi adalah sektor pekerjaan yang memiliki tingkat risiko dan kecelakaan kerja, hal ini disebabkan akibat rendahnya kesadaran akan pentingnya

melakukan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) yang baik dan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yg berlaku. Seringkali penerapan K3 pada suatu proyek konstruksi dianggap hanya sebagai beban biaya, bukan sebagai investasi untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja namun dapat memberikan tingkat kerugian dari proyek konstruksi itu sendiri. Mengingat tingginya urgensi K3 pada sektor konstruksi di Indonesia, pemerintah telah mengatur penyelenggaraan penerapan K3 dalam Undang-Undang serta kewajiban dalam pelaksanaannya disemua sektor industri konstruksi. Hal ini dilakukan agar penerapan K3 menjadi hal mutlak untuk melindungi dan meminimalisir risiko kecelakaan kerja yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas kinerja serta dapat menjamin kualitas dan keamanan suatu pekerjaan sehingga dapat tercapainya zero accident. (Parampara, 2018).

Manajemen risiko sangat penting bagi kelangsungan suatu proyek konstruksi atau kegiatan perusahaan. Berdasarkan data laporan International Labor Organization (ILO), terdapat 6.000 kasus kecelakaan kerja terjadi setiap hari yang berakibat korban. Di Indonesia terdapat 20 korban fatal akibat kecelakaan kerja konstruksi dari setiap 100.000 tenaga kerja.



Gambar 1 Jumlah kecelakaan kerja akibat kerja program JKK BPJS Ketenagakerjaan tahun 2017-2022 (BPJS Ketenagakerjaan, 2022)

Kerugian yang harus ditanggung akibat kecelakaan kerja di negara berkembang empat kali lebih tinggi dibandingkan negara industri yaitu US\$1.25 triliun setara dengan 4% dari Produk Nasional Bruto (PNB). Data kecelakaan kerja yang diterima PT Jamsostek untuk wilayah Provinsi Jawa Barat selama tahun 2012 terdapat 37.390 kasus kecelakaan kerja. Dari data jumlah kecelakaan kerja sepanjang tahun

2012 terdapat 2.419 kasus kecelakaan kerja yang mengakibatkan pekerja meninggal dunia (Jamsostek, 2013). Data kecelakaan secara nasional pada sektor konstruksi mencapai 31.9%, industri 31.6%, transportasi 9.3%, pertambangan 2.6%, kehutanan 3.8%, dan lain-lain 20%. Salah satu penyebab terganggunya atau terhentinya pekerjaan proyek adalah kecelakaan yang mungkin terjadi pada suatu proyek konstruksi. Untuk itu, sistem manajemen risiko dan pengendalian K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja) wajib untuk diterapkan pada saat pelaksanaan pekerjaan konstruksi karena ini juga merupakan bagian dari perencanaan dan pengendalian proyek.

Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) dapat menjadi acuan yang mengatur berbagai kegiatan didalamnya serta mengelola K3 secara sistematis dan komprehensif dalam suatu sistem manajemen yang utuh, sehingga diharapkan dapat meminimalisir risiko kecelakaan kerja yang akan terjadi, mulai dari dampak kecelakaan kerja tingkat yang paling tinggi sampai tingkat terendah. Penerapan K3 yang sesuai prosedur akan menumbuhkan kepercayaan dan keyakinan akan jaminan keselamatan dan keamanan dari para pengguna jasa konstruksi, di Indonesia secara keseluruhan di tahun 2020 sebanyak 221.740 kasus kemudian meningkat 5,65% di tahun 2021 sebanyak 234.270 kasus. Di Provinsi Sulawesi Selatan sendiri, menurut data BPJamsostek di tahun 2020 terdapat 397 Kecelakaan Kerja kategori berat, dimana 24% di antaranya berakibat fatal hingga menyebabkan korban meninggal dunia.

Tingginya angka kecelakaan kerja di Indonesia, menurut Badan Pusat Statistik dan BPJamsostek (BPJS-Ketenagakerjaan), umumnya disebabkan oleh bencana alam sebanyak 3%, lingkungan dan peralatan yang tidak memadai dan tidak memenuhi syarat sebanyak 24% dan 73% disebabkan oleh perilaku yang tidak aman seperti mengabaikan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), rambu penanda, prosedur pengendalian K3.

Merujuk pada Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 Tahun 2021, pelaksanaan manajemen risiko pada proyek konstruksi dilakukan dengan meliputi aspek keselamatan pada empat dimensi yaitu manusia (pekerja), aset/teknik, publik atau masyarakat, dan lingkungan. Pada proyek konstruksi wajib dilakukan penilaian risiko keselamatan konstruksi yang merupakan proses perhitungan besaran potensi

berdasarkan kemungkinan adanya kejadian yang berdampak terhadap kerugian atas konstruksi, jiwa manusia, keselamatan publik, dan lingkungan yang dapat timbul dari sumber bahaya tertentu yang berasal dari pekerjaan konstruksi. Dengan merencanakan, mengidentifikasi, menganalisis dan merespon risiko keselamatan konstruksi pada proyek diharapkan mampu meningkatkan peluang dan dampak peristiwa positif serta mengurangi peluang dan dampak peristiwa yang merugikan proyek.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dilihat dari pentingnya keselamatan kerja didunia konstruksi, maka perlu dilakukan penelitian “**Analisis dan Penanganan Risiko Keselamatan Konstruksi pada Proyek Gedung Dengan Kontrak Terintegrasi Rancang-Bangun di Tahapan Pelaksanaan**”. Penelitian ini tentunya akan bermanfaat untuk mengurangi risiko-risiko keselamatan konstruksi.

1.2 Rumusan Masalah

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

1.3 Tujuan Penelitian

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

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi bidang keilmuan, hasil penelitian ini merupakan ilmu yang telah dikembangkan dari teori yang telah ada sehingga dapat berkontribusi bagi pengembangan teori manajemen risiko berbasis WBS.
2. Bagi kontraktor, hasil penelitian ini berguna untuk menangani risiko yang akan terjadi pada proyek yang dilaksanakan.
3. Bagi industri, hasil penelitian ini berguna untuk mengurangi probabilitas kecelakaan kerja/penyakit akibat kelalaian yang mengakibatkan demotivasi dan defisiensi produktivitas kerja.

1.5 Ruang Lingkup

1. Yang menjadi objek penelitian ini adalah orang-orang yang berpengalaman dalam proyek konstruksi bangunan gedung dengan kontrak terintegrasi rancang bangun.
2. Risiko yang dikaji adalah risiko keselamatan konstruksi.
3. Identifikasi risiko berfokus pada perspektif penyedia jasa yaitu kontraktor dan konsultan.
4. Pendefinisian kegiatan dilakukan dengan metode WBS, metode pengumpulan data menggunakan kuisioner dan wawancara, serta metode analisis data menggunakan analisis deskriptif dan analisis fuzzy.
5. Pengendalian risiko pada penelitian ini, dengan menggunakan teori pareto.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

2.1.1 Definisi Proyek Konstruksi

Proyek adalah suatu kegiatan yang dilakukan dengan waktu dan sumber daya terbatas untuk mencapai hasil akhir yang ditentukan. Dalam mencapai hasil akhir, kegiatan proyek dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan mutu, yang dikenal sebagai tiga kendala (*triple constraint*). Sedangkan definisi dari konstruksi itu sendiri merupakan tatanan/susunan dari elemen-elemen suatu bangunan yang kedudukan setiap bagian-bagiannya sesuai dengan fungsinya. (Rani,2016) Sehingga dapat disimpulkan bahwa proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang tersusun secara sistematis dan saling berhubungan.

2.1.2 Karakteristik Proyek Konstruksi

Adapun karakteristik dari proyek konstruksi menurut Consulting (2022) memiliki lebih dari 3 karakteristik diantaranya:

1. Memiliki sifat yang unik

Karakteristik proyek konstruksi yang pertama adalah proyek konstruksi memiliki sifat yang unik. Setiap proyek konstruksi memiliki keunikan yang berbeda-beda, mulai dari tahap perencanaan hingga pelaksanaan. Walaupun tidak dapat dipungkiri bahwa terkadang juga ditemukan kesamaan sifat antara proyek yang satu dengan yang lain, namun tetap ada satu atau lebih faktor yang membedakan proyek tersebut.

2. Memiliki waktu, mutu, dan biaya yang terbatas

Karakteristik proyek konstruksi selanjutnya adalah proyek konstruksi dibatasi oleh waktu, mutu, dan biaya. Hal tersebut dikarenakan proyek konstruksi memiliki anggaran yang terbatas dan target waktu yang harus dicapai. Namun, selain memperhatikan dua parameter tersebut, terdapat parameter lain yang harus diperhatikan yaitu kualitas dan keselamatan kerja.

3. Pekerjaan memiliki hasil yang bersifat *handmade*

Karakteristik proyek konstruksi yang ketiga adalah hasilnya bersifat *handmade*. *Handmade* yang dimaksud adalah proyek konstruksi dihasilkan oleh buatan tangan manusia, bukan hasil buatan mesin. Maka dari itu, hasilnya memiliki ketidaksempurnaan. Ketidaksempurnaan tersebut masih dapat diterima selama masih dalam batas-batas tertentu.

4. Melakukan perhitungan biaya sebelum pelaksanaan

Karakteristik proyek konstruksi yang keempat adalah perhitungan biaya dilakukan sebelum pelaksanaan. Hasil dari perhitungan biaya tersebut dikenal sebagai Rancangan Anggaran Biaya (RAB). Proses ini penting dilakukan, apabila terjadi kesalahan dalam perhitungan RAB, hal tersebut dapat mengakibatkan terbengkalainya proyek yang sedang dikerjakan.

5. Terukurnya volume pekerjaan

Karakteristik proyek konstruksi yang kelima adalah proyek konstruksi memiliki volume yang terukur. Artinya, setiap volume proyek konstruksi wajib memiliki nilai, baik berupa besar volume, luas, panjang, unit, dan lain sebagainya.

2.1.3 Jenis Proyek Konstruksi

Adapun jenis proyek konstruksi dibagi menjadi lima jenis, antara lain:

1. Proyek Konstruksi Perumahan (Residential Construction)

Proyek ini melibatkan pembangunan, perbaikan, pemodelan ulang struktur, dan pemasangan utilitas seperti air dan listrik di sekitar bangunan. Contoh proyek konstruksi bangunan perumahan/residential adalah apartemen, townhouse, kondominium, panti jompo, asrama, dll.

2. Proyek Konstruksi Bangunan Gedung (Building Construction)

Jenis proyek konstruksi ini mencakup kebutuhan proyek gedung komersial/institusional. Contoh proyek konstruksi bangunan gedung adalah sekolah, stadion olahraga, pusat perbelanjaan, universitas, rumah sakit, gudang, pabrik, gedung pencakar langit, dan proyek lain dengan berbagai ukuran dan jenis.

3. Proyek Konstruksi Bangunan Industri (Industrial Construction)

Contoh proyek konstruksi bangunan industri misalnya kilang minyak, struktur pembangkit listrik tenaga nuklir, pembangkit listrik tenaga air, pembangkit listrik tenaga surya.

4. Proyek Konstruksi Teknik Sipil (Heavy Construction)

Jenis konstruksi ini meliputi pembangunan dan peningkatan perkeretaapian, komunikasi, dan jalan. Jenis konstruksi ini umumnya dilakukan untuk kepentingan umum dan sering dilakukan oleh instansi pemerintah maupun perusahaan swasta besar. Beberapa contoh proyek konstruksi bangunan sipil adalah terowongan, jembatan, jalan, sistem transit, sistem drainase, jaringan pipa, bendungan, instalasi pengolahan air limbah, proyek pengerukan, pengendalian banjir, dan saluran pembuangan.

5. Proyek Konstruksi Jalan Raya (Highway Construction)

Proyek pembangunan jalan raya biasanya dilakukan atas permintaan dan perintah dari Departemen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) atau proyek pemerintah. Proyek konstruksi jalan raya meliputi perbaikan, struktur konstruksi dan perubahan jalan raya, gang, area parker, landasan pacu, dan jalan tol. Proses pembangunan jalan terdiri dari penggalian, pengukuran, pembangunan, dan perkerasan.

2.1.4 *Triple Constrain* Proyek Konstruksi

Triple Constraints adalah teori yang mengacu pada 3 batasan utama dalam manajemen proyek yaitu *scope* (ruang lingkup), *schedule/time* (jangka waktu), dan *cost/budget* (biaya).

1. *Time*

Manajer proyek harus bisa memperkirakan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek secara keseluruhan. Penentuan batasan waktu ini, pada umumnya akan dilakukan pada fase inisiasi dan perencanaan proyek untuk untuk mengembangkan jadwal yang berisi durasi dari semua kegiatan proyek.

2. *Scope*

Biasanya, penentuan batasan ruang lingkup atau scope ini akan diidentifikasi menggunakan Work Breakdown Structure (WBS) pada tahap perencanaan. Jika ruang lingkup tidak didefinisikan dengan benar, maka ruang lingkup dapat meluas selama tahap pelaksanaan karena aktivitas yang tidak direncanakan dengan baik. Dalam proyek manajemen, hal tersebut dikenal dengan istilah *scope creep* dan dapat menyebabkan proyek menjadi gagal.

3. *Cost atau Budget*

Aspek selanjutnya yang perlu diperhatikan dalam manajemen proyek adalah *cost/budget* atau biaya proyek. Aspek ini mengacu pada anggaran yang perlu dikeluarkan oleh klien agar pengembangan proyek dapat diselesaikan. Jadi, untuk menentukan batasan *cost/budget*, kita dapat memperkirakan biaya yang berhubungan dengan setiap tugas kemudian membuat anggaran yang akan menutupi biaya tersebut.

Secara garis besar teori ini menjelaskan kepada kita bahwa kualitas setiap proyek yang sedang dikembangkan, atau sudah dikembangkan sebelumnya dibatasi oleh 3 aspek utama dalam *Triple Constraints* tersebut. Dengan kata lain, keberhasilan atau kegagalan proyek bergantung pada *scope*, *time*, dan *cost/budget* yang ditentukan oleh stakeholders serta manajer proyek.

2.2 Proyek Konstruksi Bangunan Gedung

2.2.1 Definisi Bangunan Gedung

Menurut PERMEN PUPR No.22 Tahun 2021 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.

2.2.2 Klasifikasi Bangunan Gedung

Menurut PERMEN PUPR No.22 Tahun 2021, bangunan gedung dapat di klasifikasikan berdasarkan:

1. Tingkat Kompleksitas. Klasifikasi berdasarkan tingkat kompleksitas terdiri dari bangunan gedung sederhana, bangunan gedung tidak sederhana, dan bangunan gedung khusus.
2. Tingkat Permanensi. Klasifikasi berdasarkan tingkat permanensi terdiri dari bangunan gedung permanen dan bangunan gedung non permanen.
3. Tingkat Risiko Bahaya Kebakaran. Klasifikasi berdasarkan tingkat risiko bahaya kebakaran terdiri dari bangunan gedung risiko tinggi, bangunan gedung risiko sedang, dan bangunan gedung risiko rendah.
4. Klas Bangunan. Klasifikasi berdasarkan klas bangunan terdiri dari: bangunan gedung klas 1a, bangunan gedung klas 1b, bangunan gedung klas 2, bangunan gedung klas 3, bangunan gedung klas 4, bangunan gedung klas 5, bangunan gedung klas 6, bangunan gedung klas 7, bangunan gedung klas 8, bangunan gedung klas 9a, bangunan gedung klas 9b, bangunan gedung klas 10a, dan bangunan gedung klas 10b.
5. Lokasi. Klasifikasi berdasarkan lokasi terdiri dari: bangunan gedung lokasi padat, bangunan gedung lokasi sedang, dan bangunan gedung lokasi renggang.
6. Ketinggian Bangunan Gedung. Klasifikasi berdasarkan ketinggian bangunan gedung terdiri dari: Bangunan gedung super tinggi, bangunan gedung pencakar langit, bangunan gedung bertingkat tinggi, bangunan gedung bertingkat sedang, dan bangunan gedung bertingkat rendah.
7. Kepemilikan Bangunan Gedung. Klasifikasi berdasarkan kepemilikan bangunan gedung terdiri dari: Bangunan gedung negara, dan bangunan gedung selain milik negara.
8. Tingkat Risiko Bahaya Gempa. Klasifikasi berdasarkan tingkat risiko bahaya gempa terdiri dari: Bangunan gedung kategori risiko I, bangunan gedung kategori risiko II, bangunan gedung kategori risiko III, dan bangunan gedung kategori risiko IV.

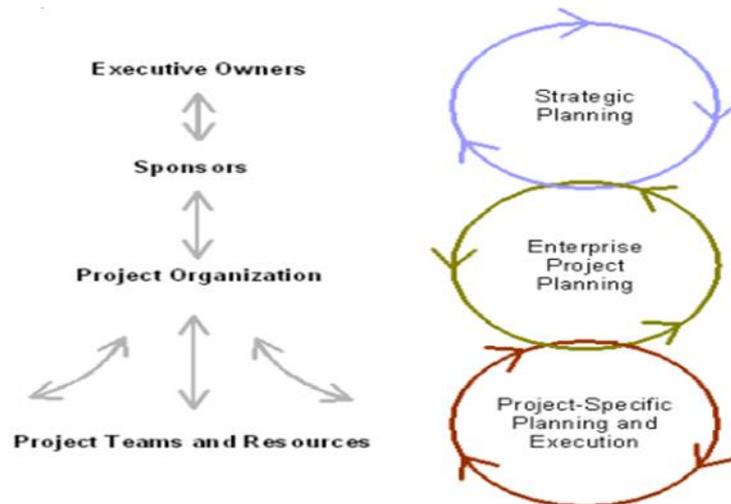
2.3 Manajemen Proyek

2.3.1 Definisi Manajemen Proyek

Terdapat beberapa pandangan mengenai definisi dari manajemen proyek itu sendiri diantaranya:

1. Budi santoso (2033): “Manajemen Proyek adalah kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan dan mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu. Manajemen proyek mempergunakan personel perusahaan untuk ditempatkan pada tugas tertentu dalam proyek.”
2. Ervianto (2005): “Manajemen Proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu.”
3. Nicholas (2001): “Manajemen Proyek adalah manajemen yang lebih sederhana, yang operasi-operasinya berulang dimana pasar dan teknologinya dapat diprediksi, ada kepastian tentang antisipasi hasil, lebih sedikit organisasi yang dilibatkan.”
4. Husen (2009): “Manajemen Proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu serta keselamatan kerja.”

Dapat disimpulkan bahwa manajemen adalah Suatu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin organisasi yang terdiri atas kegiatan perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian terhadap sumber-sumber daya yang terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien. Tujuannya untuk mendapatkan metode atau cara teknis yang paling baik agar dengan sumber-sumber daya yang terbatas diperoleh hasil maksimal dalam hal ketetapan, kecepatan, penghematan dan keselamatan kerja secara komprehensif.



Gambar 2 Alur kerangka kerja manajemen

2.3.2 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;
4. Meningkatkan produktivitas;
5. Bisa menekan risiko yang timbul sekecil mungkin;
6. Koordinasi internal yang lebih baik;
7. Meningkatkan semangat, tanggung jawab serta loyalitas tim terhadap proyek, yaitu dengan penugasan yang jelas kepada masing-masing anggota tim.
8. Meningkatkan semangat, tanggung jawab serta loyalitas tim terhadap proyek, yaitu dengan penugasan yang jelas kepada masing-masing anggota tim.

2.3.3 Tahapan Manajemen Proyek

Menurut Siswanto dan Salim (2019), Manajemen proyek terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

1. Perencanaan (*Planning*)

Perencanaan harus dibuat dengan cermat, lengkap, terpadu dan dengan tingkat kesalahan paling minimal. Namun hasil dari perencanaan bukanlah dokumen yang bebas dari koreksi karena sebagai acuan bagi tahapan pelaksanaan dan pengendalian, perencanaan harus terus disempurnakan secara iterative untuk menyesuaikan dengan perubahan dan perkembangan yang terjadi pada proses selanjutnya.

2. Pengorganisasian (*Organizing*)

Pada kegiatan ini dilakukan identifikasi dan pengelompokan jenis-jenis pekerjaan, menurut pendelegasian wewenang dan tanggung jawab personel serta meletakkan dasar bagi hubungan masing-masing unsur organisasi. Untuk menggerakkan organisasi, pimpinan harus mampu mengarahkan organisasi dan menjalin komunikasi antarpribadi dalam hierarki organisasi. Semua itu dibangkitkan melalui tanggung jawab dan partisipasi semua pihak. Struktur organisasi yang sesuai dengan kebutuhan proyek dan kerangka penjabaran tugas personel penanggung jawab yang jelas, serta kemampuan personel yang sesuai keahliannya, akan diperoleh hasil positif bagi organisasi.

3. Pelaksanaan (*Actuating*)

Kegiatan ini adalah implementasi dari perencanaan yang telah ditetapkan, dengan melakukan tahapan pekerjaan yang sesungguhnya secara fisik atau nonfisik sehingga produk akhir sesuai dengan sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan. Karena kondisi perencanaan sifatnya masih ramalan dan subyektif serta masih perlu penyempurnaan, dalam tahapan ini sering terjadi perubahan-perubahan dari rencana yang telah ditetapkan.

4. Pengendalian (*Controlling*)

Kegiatan yang dilakukan pada tahapan ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa program dan aturan kerja yang telah ditetapkan dapat dicapai dengan penyimpangan paling minimal dan hasil paling memuaskan. Untuk itu dilakukan bentuk-bentuk kegiatan seperti berikut:

- a. Supervisi: melakukan serangkaian tindakan koordinasi pengawasan dalam batas wewenang dan tanggung jawab menurut prosedur organisasi yang telah ditetapkan, agar dalam operasional dapat dilakukan secara bersama-sama oleh personel dengan kendali pengawas.
- b. Inspeksi: melakukan pemeriksaan terhadap hasil pekerjaan dengan tujuan menjamin spesifikasi mutu dan produk sesuai dengan yang direncanakan.
- c. Tindakan Koreksi: melakukan perbaikan dan perubahan terhadap rencana yang telah ditetapkan untuk menyesuaikan dengan kondisi pelaksanaan.



Gambar 3 Tahapan manajemen proyek (Siswanto dan Salim, 2019)

2.4 Manajemen Risiko

2.4.1 Risiko Proyek Konstruksi

Pengertian risiko menurut Soemarno (2009) adalah suatu kondisi yang timbul karena ketidakpastian dengan seluruh konsekuensi tidak menguntungkan yang mungkin terjadi. Secara umum, risiko dapat mengacu pada hal – hal yang sangat tidak pasti atau berbahaya. Risiko yang berhubungan dengan ketidakpastian ini terjadi oleh karena kurang atau tidak tersedianya cukup informasi tentang apa yang akan terjadi. Risiko dapat berarti peluang timbulnya kerugian (probability of loss), kesempatan timbulnya kerugian (chance of loss) atau sesuatu yang tidak pasti (uncertainty), dan penyimpangan dari hasil yang diharapkan (dispersion of actual from expected result). Sesuatu yang tidak pasti (uncertain) dapat berakibat menguntungkan atau merugikan.

Menurut Vaughan dan Elliott (1996), istilah risiko didefinisikan sebagai berikut:

1. *Risk is the chance of loss* (Risiko adalah peluang kerugian) *Chance of loss* biasanya dipergunakan untuk menunjukkan suatu keadaan dimana terdapat suatu peluang terhadap kerugian atau suatu kemungkinan kerugian. Dan *chance of loss* 100% yang berarti kerugian adalah pasti sehingga tidak akan terjadi risiko.
2. *Risk is the possibility of loss* (Risiko adalah kemungkinan kerugian) Istilah "*possibility*" berarti bahwa probabilitas suatu peristiwa berada diantara nol dan satu. Definisi ini barangkali sangat mendekati dengan pengertian risiko yang dipakai sehari – hari.
3. *Risk is Uncertainty* (Risiko adalah ketidakpastian) Dalam hal ini ada pemahaman bahwa risiko berhubungan dengan ketidakpastian, munculnya risiko disebabkan karena adanya ketidakpastian. Keidakpastian tidak dapat sepenuhnya dihilangkan namun dapat dikurangi dengan melakukan analisis risiko dan manajemen risiko.
4. *Risk is the dispersion of actual from expected result* (Risiko adalah penyimpangan kenyataan dari hasil yang diharapkan).
5. *Risk is the probability of any outcome different from the one expected* (Risiko adalah probabilitas bahwa suatu hasil berbeda dari yang diharapkan)

Menurut Darmawi (2000) definisi risiko jika dihubungkan dengan kemungkinan terjadinya akibat buruk (kerugian) yang tak diinginkan atau tidak terduga, dengan kata lain kemungkinan itu akibat adanya ketidakpastian dimana ketidakpastian itu merupakan kondisi yang menyebabkan tumbuhnya risiko yang bersumber dari berbagai aktivitas. jika dikaji lebih lanjut, kondisi yang tidak pasti ini timbul karena berbagai sebab, antara lain:

1. Jarak waktu dimulai perencanaan atas kegiatan sampai kegiatan itu berakhir.
Makin panjang jarak waktu makin besar ketidakpastiannya.
2. Keterbatasan tersedianya informasi yang diperlukan
3. Keterbatasan pengetahuan/keterampilan/teknik mengambil keputusan.

2.4.2 Mengelola Risiko

Kebutuhan untuk mengelola risiko secara sistematis berlaku untuk semua organisasi dan individu serta untuk semua fungsi dan aktivitas dalam suatu organisasi.

1. Mengelola risiko memperhatikan peluang dan ancaman Mengelola risiko berarti mengidentifikasi dan mengambil peluang untuk meningkatkan kinerja serta tindakan untuk mengurangi terjadinya kesalahan.
2. Mengelola risiko membutuhkan pemikiran ke depan Mengelola risiko melibatkan peramalan dan persiapan terhadap apa yang mungkin terjadi. Manajemen risiko mendorong organisasi untuk mengelola secara proaktif daripada reaktif.
3. Mengelola risiko membutuhkan pemikiran yang teliti Mengelola risiko adalah proses yang logis dan sistematis yang bisa digunakan saat membuat keputusan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi kinerja. Mengelola risiko adalah sarana untuk mencapai tujuan dan harus diintegrasikan dalam pekerjaan sehari-hari.
4. Mengelola risiko membutuhkan akuntabilitas dalam pengambilan keputusan Manajer proyek bertanggung jawab untuk mengelola risiko dalam organisasi dan memberikan otoritas dan tanggung jawab kepada stafnya. Top management dalam proyek perlu menjaga keseimbangan antara tanggung jawab terhadap risiko dan kemampuan untuk mengendalikan risiko.
5. Mengelola risiko membutuhkan komunikasi Untuk memastikan tindakan dalam manajemen risiko dilaksanakan dan dipatuhi dengan benar, maka diperlukan komunikasi yang efektif terjadi dalam organisasi.
6. Mengelola risiko membutuhkan pemikiran yang seimbang Biaya yang dikeluarkan untuk meminimalkan ancaman harus seimbang dengan manfaat yang diperoleh.

2.4.3 Kategori Risiko

Risiko dapat dikategorikan ke dalam dua bentuk yaitu risiko spekulatif dan risiko murni, berikut uraiannya:

1. Risiko spekulatif

Risiko spekulatif adalah suatu keadaan yang dihadapi agar dapat memberikan keuntungan dan juga dapat memberikan kerugian. Risiko spekulatif kadang-kadang dikenal pula dengan istilah risiko bisnis (*business risk*). Seseorang yang menginvestasikan dananya disuatu tempat menghadapi dua kemungkinan.

Kemungkinan pertama mendapatkan keuntungan atau malah mendapatkan kerugian. Risiko yang dihadapi seperti ini adalah risiko spekulatif.

2. Risiko murni

Risiko murni (*pure risk*) adalah sesuatu yang hanya dapat berakibat merugikan atau tidak terjadi apa-apa dan tidak mungkin menguntungkan. Salah satu contoh adalah kebakaran, apabila menderita kebakaran, maka perusahaan tersebut akan menderita kerugian. Kemungkinan yang lain adalah tidak terjadi kebakaran. Dengan demikian, kebakaran hanya menimbulkan kerugian, bukan menimbulkan keuntungan, kecuali ada kesengajaan untuk membakar dengan maksud-maksud tertentu. Salah satu cara menghindari risiko murni adalah dengan asuransi. Dengan demikian besarnya kerugian dapat diminimalkan. itu sebabnya risiko murni kadang dikenal dengan istilah risiko yang dapat diasuransikan (*insurable risk*).

Perbedaan utama antara risiko spekulatif dengan risiko murni adalah kemungkinan untung ada atau tidak, untuk risiko spekulatif masih terdapat kemungkinan untung sedangkan untuk risiko murni tidak dapat kemungkinan untung.

2.4.4 Prinsip manajemen risiko

Berdasarkan ISO 31000 terdapat 11 prinsip manajemen risiko diantaranya:

1. Manajemen risiko menciptakan nilai tambah (*creates value*)

Manajemen risiko berkontribusi terhadap pencapaian nyata objektif dan peningkatan, antara lain, kesehatan dan keselamatan manusia, kepatuhan terhadap hukum dan peraturan, penerimaan publik, perlindungan lingkungan, kinerja keuangan, kualitas produk, efisiensi operasi, serta tata kelola dan reputasi perusahaan.

2. Manajemen risiko adalah bagian integral proses dalam organisasi (*an integral part of organizational processes*)

Manajemen risiko adalah bagian tanggung jawab manajemen dan merupakan suatu bagian integral dalam proses normal organisasi seperti juga merupakan bagian dari seluruh proses proyek dan manajemen perubahan.

Manajemen risiko bukanlah merupakan aktivitas yang berdiri sendiri yang terpisah dari aktivitas-aktivitas utama dan proses dalam organisasi.

3. Manajemen risiko adalah bagian dari pengambilan keputusan (*part of decision making*)

Manajemen risiko membantu pengambil keputusan mengambil keputusan dengan informasi yang cukup. Manajemen risiko dapat membantu memprioritaskan tindakan dan membedakan berbagai pilihan alternatif tindakan. Pada akhirnya, manajemen risiko dapat membantu memutuskan apakah suatu risiko dapat diterima atau apakah suatu penanganan risiko telah memadai dan efektif.

4. Manajemen risiko secara eksplisit menangani ketidakpastian (*explicitly addresses uncertainty*)

Manajemen risiko menangani aspek-aspek ketidakpastian dalam pengambilan keputusan, sifat alami dari ketidakpastian itu, dan bagaimana menanganinya.

5. Manajemen risiko bersifat sistematis, terstruktur, dan tepat waktu (*systematic, structured and timely*)

Suatu pendekatan sistematis, tepat waktu, dan terstruktur terhadap manajemen risiko memiliki kontribusi terhadap efisiensi dan hasil yang konsisten, dapat dibandingkan, serta andal.

6. Manajemen risiko berdasarkan informasi terbaik yang tersedia (*based on the best available information*)

Masukan untuk proses pengelolaan risiko didasarkan oleh sumber informasi seperti pengalaman, umpan balik, pengamatan, prakiraan, dan pertimbangan pakar. Meskipun demikian, pengambil keputusan harus terinformasi dan harus mempertimbangkan segala keterbatasan data atau model yang digunakan atau kemungkinan perbedaan pendapat antar pakar.

7. Manajemen risiko dibuat sesuai kebutuhan (*tailored*)

Manajemen risiko diselaraskan dengan konteks eksternal dan internal organisasi serta profil risikonya.

8. Manajemen risiko memperhitungkan faktor manusia dan budaya (*takes human and cultural factors into account*)

Manajemen risiko organisasi mengakui kapabilitas, persepsi, dan tujuan pihak- pihak eksternal dan internal yang dapat mendukung atau malah menghambat pencapaian tujuan organisasi.

9. Manajemen risiko bersifat transparan dan inklusif (*transparent and inclusive*)

Pelibatan para pemangku kepentingan, terutama pengambil keputusan, dengan sesuai dan tepat waktu pada semua tingkatan organisasi, memastikan manajemen risiko tetap relevan dan mengikuti perkembangan. Pelibatan ini juga memungkinkan pemangku kepentingan untuk cukup terwakili dan diperhitungkan sudut pandangnya dalam menentukan kriteria risiko.

10. Manajemen risiko bersifat dinamis, iteratif, dan responsif terhadap perubahan (*dynamic, iterative and responsive to change*)

Seiring dengan timbulnya peristiwa internal dan eksternal, perubahan konteks dan pengetahuan, serta diterapkannya pemantauan dan peninjauan, risiko-risiko baru bermunculan, sedangkan yang ada bisa berubah atau hilang. Karenanya, suatu organisasi harus memastikan bahwa manajemen risiko terus menerus memantau dan menanggapi perubahan.

11. Manajemen risiko memfasilitasi perbaikan dan pengembangan berkelanjutan organisasi (*facilitates continual improvement and enhancement of the organization*)

Organisasi harus mengembangkan dan mengimplementasikan strategi untuk memperbaiki kematangan manajemen risiko mereka bersama aspek-aspek lain dalam organisasi mereka.

2.4.5 Strategi manajemen risiko

Terdapat beberapa strategi manajemen risiko berdasarkan OHS *Risk Management Handbook, Standards Australia* (2004) diantaranya:

1. Penetapan Konteks

Menetapkan strategi, kebijakan organisasi dan ruang lingkup manajemen risiko yang akan dilakukan.

2. Identifikasi Bahaya

Tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi bahaya yang mungkin terjadi pada proyek. Variabel tersebut memuat apa, mengapa, dan bagaimana faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya risiko untuk analisis lebih lanjut. Dilakukan dengan tahapan pengembangan Risk Breakdown Structure (RBS) untuk menguraikan setiap item pekerjaan sehingga identifikasi bahaya mampu dilakukan dengan mendetail.

3. Analisa Risiko

Selanjutnya dilakukan analisis risiko dengan mengukur probabilitas dan dampak dari setiap variabel. Kemudian ditentukan level/tingkatan resiko setiap variabel dengan mengalikan parameter (probabilitas \times dampak).

4. Evaluasi Risiko

Membandingkan level/tingkatan risiko dengan kriteria standar. Tujuan evaluasi risiko untuk menghindari atau menghilangkan sebanyak mungkin dampak potensial akibat risiko serta untuk meningkatkan kontrol terhadap risiko. Jika tingkat risiko ditetapkan rendah, maka risiko tersebut masuk ke dalam kategori yang dapat diterima dan mungkin hanya memerlukan pemantauan saja tanpa harus melakukan pengendalian (*risk acceptance*).

5. Pengendalian Risiko

Melakukan penurunan derajat probabilitas dan dampak yang ada menggunakan berbagai alternatif metode. Umumnya digunakan respon risiko sebagai berikut:

- a. *Avoid*, berusaha menghilangkan ketidakpastian dengan membuat membuat risiko tidak mungkin terjadi atau melaksanakan proyek dengan cara yang berbeda yang akan mencapai tujuan yang sama namun melindungi proyek dari risiko.
- b. *Transfer*, mengidentifikasi pemangku kepentingan lain yang lebih mampu mengelola risiko, kepada siapa kewajiban dan tanggung jawab untuk bertindak dapat dilimpahkan.

- c. *Mitigate*, mengurangi ukuran dari risiko untuk membuat risiko tersebut diterima di proyek atau dalam organisasi, dengan cara mengurangi kemungkinan/dampak dari risiko
- d. *Accept*, menyadari bahwa risiko residual harus diambil dan merespon baik secara aktif dengan mengalokasikan kontinjensi yang sesuai atau secara pasif tidak melakukan apa pun kecuali memantau status risiko.

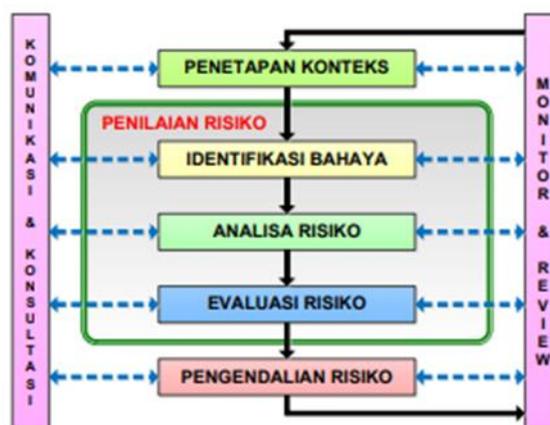
Selain metode di atas, pengendalian risiko juga dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. Eleminasi, usaha menghilangkan sumber bahaya di tempat kerja.
 - b. Substitusi, mengganti dengan metode yang lebih aman dan/atau material yang tingkat bahayanya lebih rendah.
 - c. Rekayasa Teknik, melakukan modifikasi teknologi atau peralatan guna menghindari terjadinya kecelakaan.
 - d. Pengendalian Administrasi, pengendalian melalui pelaksanaan prosedur untuk bekerja secara aman.
 - e. Alat Pelindung Diri (APD), memenuhi standar dan harus dipakai oleh pekerja pada semua pekerjaan sesuai dengan jenis pekerjaannya.
6. Monitor dan Review

Monitor dan review terhadap hasil yang diperoleh dan mengidentifikasi perubahan yang perlu dilakukan.

7. Komunikasi dan Konsultasi

Tindak lanjut dari hasil manajemen risiko yang dilakukan.



Gambar 4 Strategi manajemen risiko menurut OHS *Risk Management Handbook* (OHS *Risk Management Handbook*, 2004)

2.4.6 Manfaat manajemen risiko

1. Menciptakan lingkungan kerja yang aman dan terjamin untuk semua staf dan pelanggan.
2. Meningkatkan stabilitas operasional bisnis sekaligus mengatur tanggung jawab hukum.
3. Melindungi perusahaan maupun lingkungan sekitarnya dari risiko kejadian yang merugikan.
4. Memberikan proteksi untuk semua orang dan aset yang terlibat dalam risiko berbahaya.
5. Membantu menetapkan kebutuhan asuransi perusahaan sehingga bisa meminimalkan premi yang tidak penting.

2.5 Keselamatan Konstruksi

2.5.1 Definisi keselamatan konstruksi

Berdasarkan Permen PUPR No. 10 Tahun 2021, 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 keselamatan lingkungan.

Suraji dan Bambang Endroyo (2009) menyatakan bahwa keselamatan konstruksi adalah keselamatan orang yang bekerja (*safe for people*) di proyek konstruksi, keselamatan masyarakat (*safe for public*) akibat pelaksanaan proyek konstruksi, keselamatan property (*safe for property*) yang diadakan untuk pelaksanaan proyekkonstruksi dan keselamatan lingkungan (*safe for environment*) dimana proyek konstruksi dilaksanakan.

Selanjutnya kecelakaan konstruksi berdasarkan Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 adalah suatu kejadian akibat kelalaian pada tahap Pekerjaan Konstruksi karena tidak terpenuhinya Standar Keamanan, Keselamatan, Kesehatan dan Keberlanjutan, yang mengakibatkan kehilangan harta benda, waktu kerja, kematian, cacat tetap dan/atau kerusakan lingkungan.

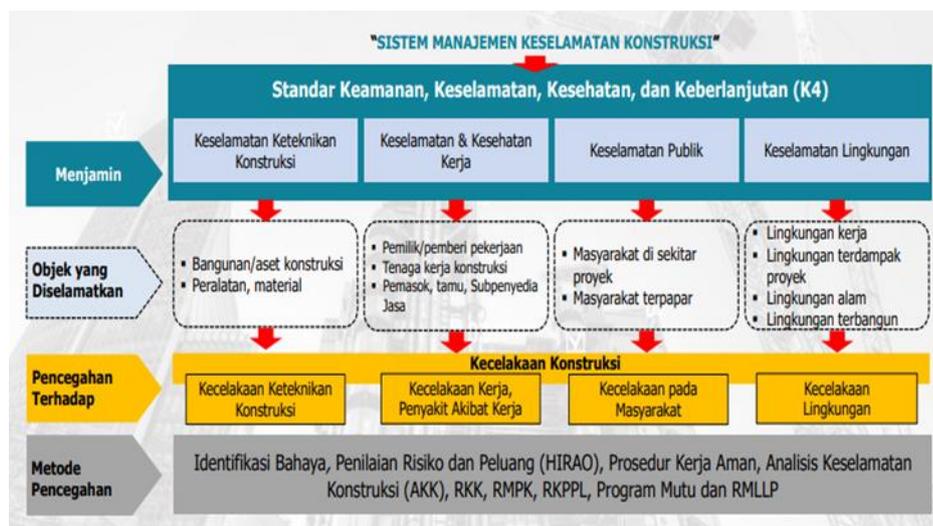
Menurut Permen PUPR No. 10 Tahun 2021, Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi yang selanjutnya disingkat SMKK adalah bagian dari

sistem manajemen pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi untuk menjamin terwujudnya Keselamatan Konstruksi.

Berdasarkan Permen PUPR No. 10 Tahun 2021, Risiko keselamatan konstruksi adalah risiko konstruksi yang memenuhi satu atau lebih kriteria berupa besaran risiko pekerjaan, nilai kontrak, jumlah tenaga kerja, jenis alat berat yang dipergunakan dan tingkatan penerapan teknologi.

2.5.2 Standar Keselamatan Konstruksi

Risiko keselamatan konstruksi adalah risiko konstruksi yang memenuhi satu atau lebih kriteria berupa besaran risiko pekerjaan, nilai kontrak, jumlah tenaga kerja, jumlah alat berat yang dipergunakan dan tingkat penerapan teknologi yang digunakan.



Gambar 5 Standar keselamatan konstruksi (Permen PUPR No.10 Tahun 2021)

Gambar 5 memvisualisasikan mengenai standar keselamatan konstruksi. Pemenuhan standar keamanan, keselamatan, kesehatan, dan keberlanjutan menjamin:

1. Keselamatan keteknikan konstruksi. Sasaran atau objek keselamatan terdiri atas:
 - a. Bangunan dan/atau aset konstruksi;
 - b. Peralatan dan material.

2. Keselamatan dan kesehatan kerja Sasaran atau objek keselamatan terdiri atas:
 - a. Pemilik atau pemberi pekerjaan;
 - b. Tenaga kerja konstruksi;
 - c. Pemasok, tamu, dan subpenyedia jasa.
3. Keselamatan publik Sasaran atau objek keselamatan terdiri atas:
 - a. Masyarakat di sekitar proyek;
 - b. Masyarakat terpapar.
4. Keselamatan lingkungan Sasaran atau objek keselamatan terdiri atas:
 - a. Lingkungan kerja;
 - b. Lingkungan terdampak proyek;
 - c. Lingkungan alam;
 - d. Lingkungan terbangun.

2.6 Kontrak Terintegrasi Rancang Bangun (*Design Build*)

2.6.1 Definisi Rancang Bangun

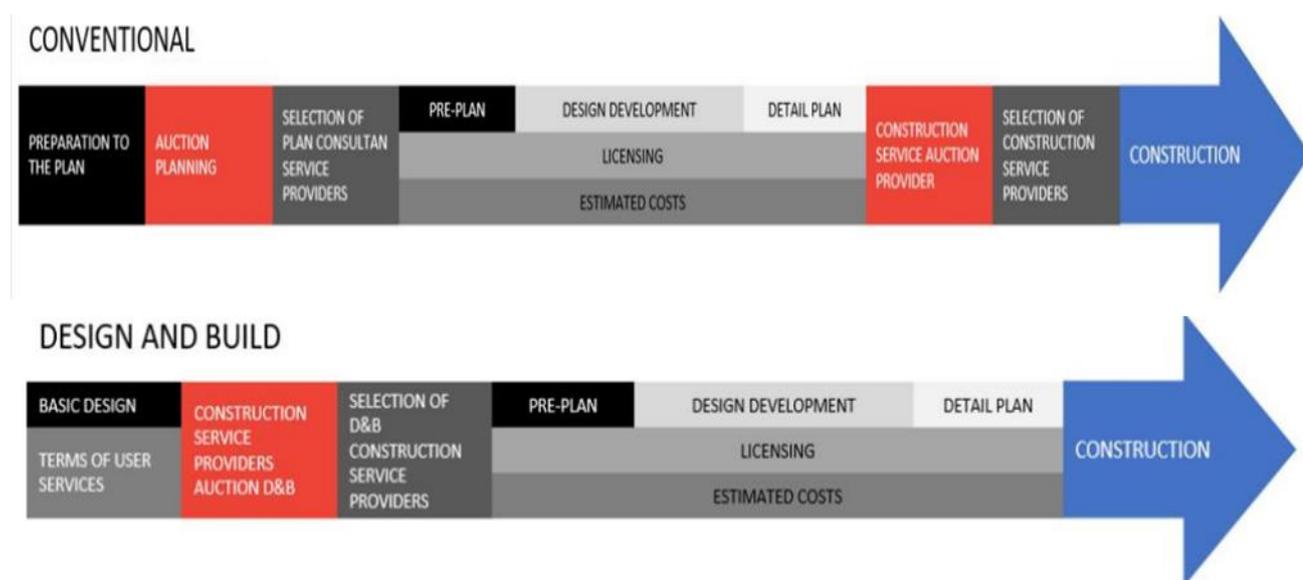
Sebagaimana yang ditetapkan dalam Peraturan Kementrian Pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat Nomor 12 Tahun 2017, Pekerjaan Konstruksi Rancang Bangun adalah semua pekerjaan yang berkaitan dengan konstruksi suatu struktur yang proses perancangannya menyatu dengan konstruksi tersebut. Bisa dikatakan bahwa, pekerjaan konstruksi ini dikerjakan oleh satu kontraktor. Pasal 1 bab 1 Nomor 13 menyatakan bahwa kontrak rancang bangun adalah perjanjian tertulis antara pemilik dan kontraktor.

Kontrak Rancang Bangun juga dapat didefinisikan sebagai metode pengadaan dimana kontraktor secara kontrak bertanggung jawab atas desain dan konstruksi suatu proyek. Menurut Hale dan Shrestha kontrak Rancang Bangun adalah metode penyampaian proyek dimana pemilik memberikan persyaratan untuk proyek tertentu dan memberikan kontrak kepada satu perusahaan yang akan merancang dan membangun proyek tersebut. (Putra dan Latief, 2020)

Design Build Institute of America (DBIA) menyatakan bahwa metode design and build adalah metode pelaksanaan penyampaian proyek dimana kontraktor

mengintegrasikan satu kontrak dengan pemilik untuk menyediakan jasa desain dan konstruksi arsitektur atau teknik. Kontrak rancang bangun juga dikenal sebagai konsep tanggung jawab tunggal. Tanpa pendekatan desain dan pembangunan, arsitek pemilik atau komisaris insinyur menyiapkan gambar dan spesifikasi berdasarkan kontrak desain, kemudian memilih kontraktor dengan tawaran kompetitif (atau negosiasi) untuk membangun fasilitas berdasarkan kebutuhan pengguna.

2.6.2 Perbedaan Kontrak Terintegrasi Rancang Bangun (Design Build) dan Kontrak Konvensional (Design Bid Build)



Gambar 6 Perbedaan kontrak design build dan kontrak design bid build (Putra dan Latief,2020)

Menurut Ling dan Leong, beberapa penelitian mengenai kinerja proyek rancang bangun (*Design Build*) telah dilakukan. Dari kinerja proyek rancang bangun (design build) dapat memberikan kepuasan terhadap suatu proyek dalam al biaya, waktu dan kualitas kinerja. Proyek rancang bangun ini juga mempunyai kepastian waktu dan biaya yang lebih besar, Value for money yang lebih baik, dan kemungkinan selesai tepat waktu lebih besar dan sesuai dengan anggaran yang disepakati dibandingkan dengan proyek konvensional (design bid build)

Sistem pengadaan dengan kontrak konvensional atau *design bid build* merupakan suatu kontrak proyek konstruksi yang masing-masing fase dilakukan secara terpisah dengan kontrak pekerjaan yang berbeda, sehingga menghasilkan produk tersendiri. Namun pada proyek rancang bangun suatu pendekatan kontrak proyek konstruksi yang siklus proyek dilakukan secara keseluruhan dengan kontrak tunggal. (Yunianto et., 2014)

Tabel 1 Perbandingan antara kontrak *design bid build* dan *design and build*

Design Bid Build	Design Build
Pengguna jasa menyiapkan Detailed Engineering Drawing (DED)	Pengguna jasa menyiapkan Basic Design
Pengguna jasa melakukan quality control melalui konsultan supervisi	Pengguna jasa berorientasi pada audit jaminan mutu (quality assurance) 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 (procurement stages) berjalan lebih lama dan bertahap (series)	Masa pengadaan (procurement stages) berjalan lebih pendek dan paralel

2.6.3 Tahapan Perencanaan Rancang Bangun

Berdasarkan Permen PUPR Nomor 12 Tahun 2017 menjelaskan bahwa dalam penyelenggaraan pekerjaan konstruksiterintegrasi rancang dan bangun (*Design and build*) harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Tersedia konsultan manajemen konstruksi yang bertanggung jawab membantu PPK dan Pokja ULP dalam penjaminan mutu (quality assurance) pelaksanaan pekerjaan mulai dari tahapan perencanaan, pengadaan, pelaksanaan konstruksi sampai dengan serah terima akhir pekerjaan;

2. Tersedia dokumen yang paling sedikit terdiri atas:
 - a. Dokumen rancangan awal (*basic design*), meliputi:
 - data peta geologi teknis lokasi pekerjaan;
 - referensi data penyelidikan tanah/geoteknik untuk lokasi terdekat dengan pekerjaan;
 - penetapan lingkup pekerjaan secara jelas dan terinci, kriteria desain, standar/code pekerjaan yang berkaitan, dan standar mutu, serta ketentuan teknis pengguna jasa lainnya;
 - identifikasi dan alokasi risiko proyek;
 - identifikasi dan kebutuhan lahan; dan
 - gambar dasar, gambar skematik, gambar potongan, gambar tipikal dan gambar lainnya yang mendukung lingkup pekerjaan.
 - b. Tersedia dokumen usulan DIPA/DPA dari pengguna anggaran.
3. Tersedia alokasi waktu yang cukup untuk Penyedia dalam menyiapkan dokumen penawaran, yang ditetapkan oleh PPK dan dituangkan dalam dokumen pemilihan.

Penetapan alokasi waktu yang dimaksud terdiri atas:

- a. lingkup pekerjaan dan layanan;
- b. persyaratan perizinan;
- c. penyelidikan tanah;
- d. pengembangan desain;
- e. identifikasi risiko; dan/atau
- f. penyusunan metode pelaksanaan konstruksi;

2.7 Work Breakdown Structure (WBS)

Work Breakdown Structure (WBS) merupakan metode penting dalam lingkup pengelolaan. Dimana *work breakdown structure* dapat memberikan penentuan dan pengendalian biaya proyek konstruksi, dasar, penjadwalan dan permintaan sumber daya, untuk memberikan dukungan dan memudahkan manager proyek untuk mendistribusikan tugas dan tanggung jawab. Adapun WBS berdasarkan PMBOK Edisi-6 merupakan hierarki dari lingkup proyek yang harus diperhatikan oleh anggota tim proyek untuk mencapai tujuan proyek dan mencapai persyaratan hasil akhir (*deliverable*). WBS digunakan untuk melakukan pembagian kerja atau memecahkan tiap proses pekerjaan menjadi lebih detail. Hal ini dimaksudkan agar proses perencanaan proyek memiliki tingkat yang lebih baik.

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

1. Sebagai alat perencanaan dan desain yang dapat dideskripsikan sebagai urutan keterkaitan dari setiap proses atau aktifitas secara berurutan
2. Sebagai pendekatan untuk melakukan desain terstruktur yang dapat menggambarkan hubungan dari setiap project unit secara jelas
3. Sebagai alat perencanaan yang dapat menggambarkan secara berurutan hingga selesainya proyek dengan petunjuk lebih detail bagi setiap unit untuk menyelesaikan proyek
4. Sebagai alat pelaporan dimana dengan WBS dapat dihasilkan laporan status sebuah proyek termasuk untuk mengawasi kinerja, beban kerja, tanggung jawab hingga proses komunikasi

Adapun tahapan pembuatan WBS diantaranya: (SU, 2012)

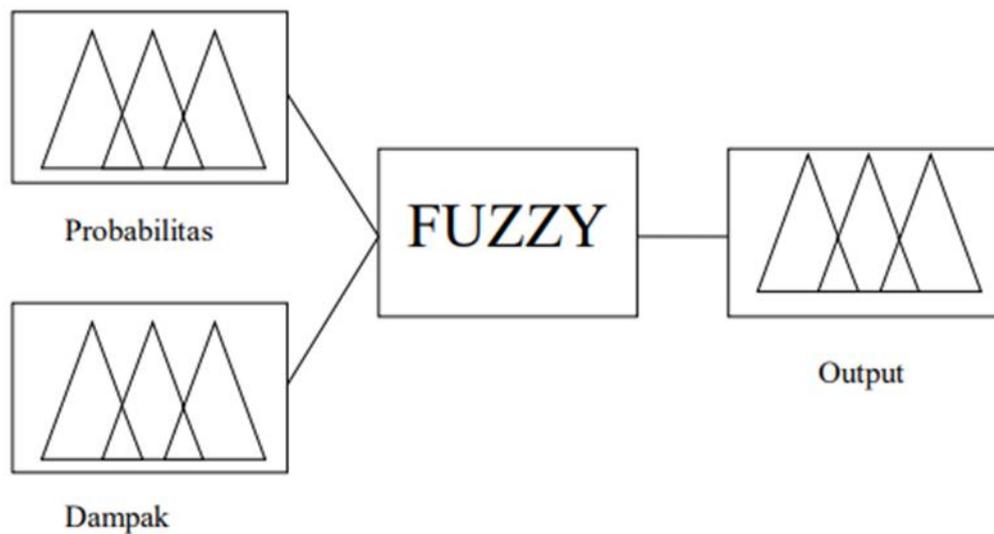
1. Menentukan kegiatan utama dari proyek yang dijabarkan lebih lanjut menjadi subkegiatan.
2. Identifikasi biaya dan sumber daya yang dibutuhkan
3. Jenis kegiatan/aktifitas yang bisa dilakukan
4. Kegiatan pengawasan yang diperlukan

2.8 Metode Fuzzy

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 diperkenalkan oleh Lofti A Zadeh (1965) melalui paper yang dibuat. Zadeh memperkenalkan teori 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 7 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 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:

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

- 3) 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.
- 4) Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

Pada himpunan pasti (crisp), nilai keanggotaan ada 2 kemungkinan, yaitu 0 atau 1. Sedangkan pada himpunan fuzzy nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif (Kusumadewi,2003:159). Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy (Kusumadewi,2003:12).

Fungsi keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaan yang menginterval antara 0 sampai 1 salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Bentuk dari fungsi keanggotaan fuzzy,yaitu:

- Representasi linear
- Representasi segitiga
- Representasi trapezium
- Representasi kurva bentuk baku
- Representasi kurva S
- Representasi bentuk lonceng

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:

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

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

2. 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).

3. 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 A1). (x_2 is A2). (x_n is An) THEN y is B dengan. adalah operator AND, x_n adalah skalar yang berupa variabel fuzzy dan An 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.

4. 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 Maximum atau Smallest of Maximum. Dalam penelitian ini diterapkan Metode Center of Area (COA) atau centroid Method. COA menghitung rata-rata tertimbang dari satu set fuzzy.

Penelitian terdahulu

Tabel 2 Perbandingan antara kontrak *design bid build* dan *design and build*

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 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.

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. 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. 3. Penyusunan standar WBS diselesaikan dan 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>.
---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------	------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3	A Flexible Method of Building Construction Safety Risk Assessment and Investigating Financial Aspects of Safety Program	R. Ghousi, M.Khanzadi, 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 kekritisan 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 and Improved Set Pair Analysis	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 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 Safety Performance	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 konstruksi untuk pekerjaan arsitektur dan eksterior yang mempengaruhi kinerja keselamatan konstruksi; 3. Mengembangkan standar WBS berbasis risiko untuk konstruksi bangunan bertingkat tinggi dengan menggunakan metode rancang bangun. 	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: aktivitas, dan level 6: sumber daya; 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 yang paling banyak terjadi pada fase konstruksi adalah pekerja jatuh dari ketinggian. 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 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	<p>Terdapat beberapa alasan diterapkannya <i>design and build</i> pada pekerjaan pembangunan <i>underpass</i> bandara <i>new yogyakarta international airport</i> (NYIA) sehubungan dengan kelemahan-kelemahan dalam metode kontrak tradisional yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 pada pemenuhan indikator <i>output</i>; 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 karena risiko yang terkait dengan mutu pekerjaan sepenuhnya ditanggung oleh penyedia jasa; 6. Penyedia jasa disorong untuk pengembangan diri dan penerapan teknologi dan metode pekerjaan, hal tersebut dapat mendorong munculnya kontraktor spesialis yang memiliki daya saing; 7. Penyedia jasa memiliki peluang meningkatkan profit jika mampu memilih teknologi 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 dampaknya terhadap kinerja proyek	Wawancara dan Kuisisioner	Exploratory Factor Analysis (EFA)	Analisis faktor menunjukkan bahwa faktor risiko desain dalam proyek rancang bangun adalah risiko tim 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.
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