

TESIS

**ANALISIS ESTIMASI BIAYA KONTINGENSI
BERBASIS RISIKO PADA PROYEK
SISTEM JARINGAN AIR LIMBAH
FASE I KOTA BOGOR**

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)



Oleh :

DONI TRIATMOJO
NIM : 20202300108

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2025

LEMBAR PERSETUJUAN PENELITIAN

UNTUK TESIS

ANALISIS ESTIMASI BIAYA KONTINGENSI

BERBASIS RISIKO PADA PROYEK

SISTEM JARINGAN AIR LIMBAH

FASE I KOTA BOGOR

Disusun oleh :

DONI TRIATMOJO

NIM : 20202300108

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Tanggal, 25 April 2025

Pembimbing I,



Prof. Dr. Ir. Henny Pratiwi Adi, ST., MT

NIK.210200030

Tanggal, 25 April 2025

Pembimbing II,



Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti, S.Si, M.Si

NIK.210299028

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ANALISIS ESTIMASI BIAYA KONTINGENSI BERBASIS
RISIKO PADA PROYEK SISTEM JARINGAN AIR LIMBAH
FASE I KOTA BOGOR

Disusun oleh :

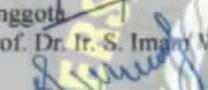
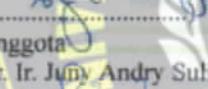
DONI TRIATMOJO

NIM : 20202300108

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :

(21 Maret 2025)

Tim Penguji:

1. Ketua
Prof. Dr. Ir. Hanny Pratiwi Adi, ST., MT
()
2. Anggota
Prof. Dr. Ir. S. Imam Wahyudi, DEA
()
3. Anggota
Dr. Ir. Juny Andry Sulisty, ST., MT
()

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik (MT)
Semarang, (21 Maret 2025)

Mengetahui,
Ketua Program Studi


Prof. Dr. Ir. Antonius, MT
NIK/210202033

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik


Dr. Abdul Rochim, ST., MT
NIK. 210200031

MOTTO

"Dan seorang manusia tidak memperoleh selain apa yang telah diusahakannya,
dan sesungguhnya usahanya itu kelak akan diperlihatkan (kepadanya)."

(QS. An-Najm: 39-40)

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, tesis ini saya persembahkan kepada:

- **Ibu Rosita Nova Andrijani** yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan tiada henti.
- **Dian Pararta Laksmi dan Danendra Tirta Alhanan** yang menjadi sumber semangat dan motivasi dalam setiap langkah perjalanan ini.
- **Budi Satrio dan Roswita Savitri** yang senantiasa memberi doa, semangat, dan dukungan moral yang begitu berarti.
- **Para dosen, pembimbing, dan teman seperjuangan** yang telah berbagi ilmu, pengalaman, serta inspirasi selama proses penelitian ini.

Semoga ilmu yang tertuang dalam tesis ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu teknik sipil dan bermanfaat bagi masyarakat.

"Success is not the key to happiness. Hard work, perseverance, and faith in the process will lead you to true achievement."

ABSTRAK

Saat ini sedang dalam tahap Detail Engineering Design (DED) untuk proyek pembangunan Fase I Sistem Jaringan Air Limbah kota Bogor yang akan dioperasikan pada periode 2027 hingga 2037. Analisis biaya kontingensi menjadi sangat penting pada tahap prakonstruksi dan konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor risiko yang mempengaruhi biaya kontingensi, menentukan kategori jenis risiko, dan membuat simulasi estimasi biaya kontingensi.

Analisa data tahap I menggunakan variabel hasil literatur secara umum dibawa ke pakar untuk divalidasi. Validasi pakar ini bertujuan untuk mengetahui apakah variabel dalam kuesioner tersebut layak atau tidak digunakan sebagai faktor-faktor risiko yang berpengaruh terhadap estimasi biaya kontingensi. Pengumpulan data dan kuesioner tahap II dilaksanakan dengan menggunakan kuesioner tertutup kepada seluruh populasi proyek Jaringan Air Limbah Fase 1 Kota Bogor. Data hasil kuesioner tahap II diolah dengan analisa kualitatif untuk menghasilkan mendapatkan faktor risiko yang berpengaruh, kategori risiko dan simulasi estimasi biaya kontingensi.

Berdasarkan Analisis Tahap I dengan Pakar/Tenaga Ahli terdapat 21 variabel risiko. Selanjutnya variabel risiko tersebut disebarkan ke responden yang terkait Proyek (Sampling Jenuh) sejumlah 25 responden. Pada Analisis Tahap II didapatkan variabel dengan tingkat dampak dan probabilitas tinggi dalam penelitian adalah Proses Perizinan, Detail Desain, Pengelolaan Peralatan/Material, Perencanaan Lingkungan dan Kontrak Pekerjaan. Besaran nilai estimasi kontingensi setiap Proyek Konstruksi berbeda-beda tetapi semuanya dapat diukur dan dianalisa, sehingga bukan lagi menjadi pandangan yang subyektif. Diharapkan dilakukan analisis kontingensi bersama pada saat sebelum tender dan dievaluasi pada akhir proyek.

Kata Kunci: Biaya Kontingensi, Jaringan Air Limbah, Faktor Risiko



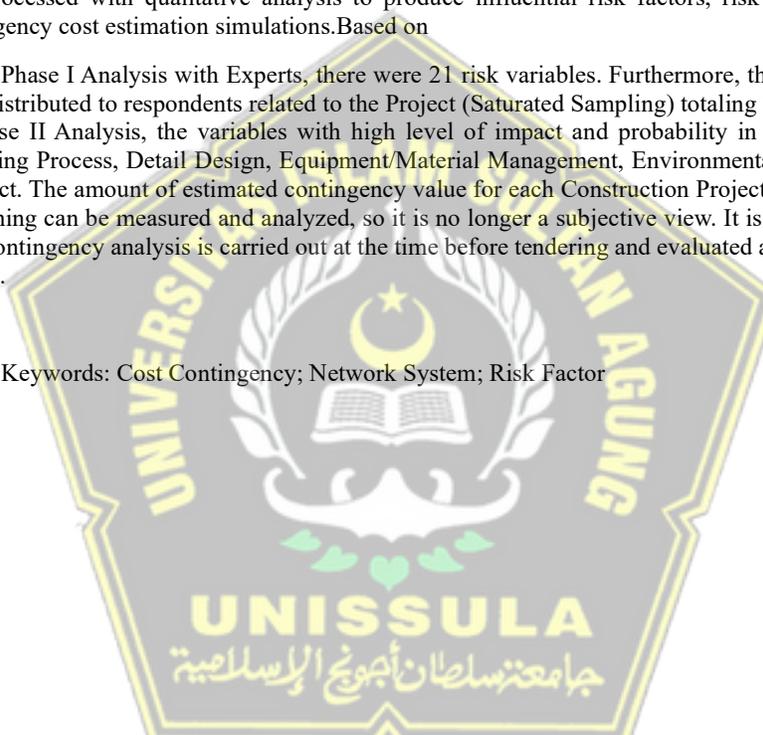
ABSTRACT

Currently in the Detail Engineering Design (DED) stage for the construction project of Phase I of the Bogor city Wastewater Network System which will be operated in the period 2027 to 2037. Contingency cost analysis becomes very important at the preconstruction and construction stages. This study aims to identify risk factors that affect contingency costs, determine the category of risk types, and make a contingency cost estimation simulation.

Phase I data analysis using variables from the literature was generally taken to experts for validation. This expert validation aims to determine whether the variables in the questionnaire are feasible or not to be used as risk factors that affect contingency cost estimation. Phase II data collection and questionnaires were carried out using a closed questionnaire to the entire population of the Wastewater Network Phase I project in Bogor City. The data from the phase II questionnaire was processed with qualitative analysis to produce influential risk factors, risk categories and contingency cost estimation simulations. Based on

Phase I Analysis with Experts, there were 21 risk variables. Furthermore, the risk variables were distributed to respondents related to the Project (Saturated Sampling) totaling 25 respondents. In Phase II Analysis, the variables with high level of impact and probability in the study were Licensing Process, Detail Design, Equipment/Material Management, Environmental Planning and Contract. The amount of estimated contingency value for each Construction Project is different but everything can be measured and analyzed, so it is no longer a subjective view. It is expected that a joint contingency analysis is carried out at the time before tendering and evaluated at the end of the project.

Keywords: Cost Contingency; Network System; Risk Factor



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **DONI TRIATMOJO**

NIM : 20202300108

Dengan ini saya nyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

ANALISIS ESTIMASI BIAYA KONTINGENSI BERBASIS RISIKO PADA PROYEK SISTEM JARINGAN AIR LIMBAH FASE I KOTA BOGOR

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 09 Mei 2025



DONI TRIATMOJO

KATA PENGANTAR

Dengan rasa syukur yang tak terhingga kepada Allah SWT, Proposal Tesis ini telah berhasil diselesaikan sesuai dengan harapan yang telah ditetapkan. Proposal dengan judul "Analisis Estimasi Biaya Kontingensi Berbasis Risiko Proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor" telah disusun sebagai bagian integral dalam mencapai gelar Magister dalam Program Studi S2 Teknik Sipil di Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung. Harapannya, proposal ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam mengatasi tantangan di bidang Teknik Sipil.

Dalam penyusunan proposal tesis ini penulis telah mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak dan untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Henny Pratiwi Adi, ST., MT selaku dosen pembimbing 1 yang memberikan motivasi dalam penyelesaian proposal tesis ini.
2. Ibu Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti, S.Si, M.Si. selaku dosen pembimbing 2 yang memberikan motivasi dalam penyelesaian proposal tesis ini.

Akhir kata penulis mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif guna kesempurnaan tesis ini, sehingga penyelesaiannya menjadi lebih terarah.

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1 BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Keaslian Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Proyek Konstruksi.....	7
2.2 Jaringan Air Limbah (<i>Sewage</i>).....	7
2.2.1 Sub-Sistem Pelayanan	7
2.2.2 Sub-Sistem jaringan pengumpul.....	11
2.3 Manajemen Risiko.....	15
2.4 Komponen Biaya Konstruksi	17
2.5 Biaya Kontingensi	19
2.6 Penelitian Terdahulu	19
2.7 Kerangka Berpikir	27
2.7.1 Research Gap	28

3	BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1	Bentuk Penelitian	30
3.2	Lokasi Penelitian	30
3.3	Variabel Penelitian.....	31
3.4	Metode Pengumpulan Data	37
3.4.1	Data primer	37
3.4.2	Data sekunder	37
3.5	Responden Penelitian	38
3.6	Metode Pengolahan Data	38
3.7	Metode Analisis Data	41
3.7.1	Pengujian Validitas dan Reliabilitas	42
3.7.2	Pengkategorian Risiko.....	42
3.7.3	Estimasi Biaya Kontingensi.....	43
3.8	Bagan Alir	44
4	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1	Diskripsi Proyek.....	46
4.1.1	Latar Belakang Proyek	46
4.1.2	Tujuan Proyek.....	46
4.1.3	Perencanaan dan Pelaksanaan Proyek Jaringan Air Limbah ...	48
4.1.4	Dasar Perencanaan Jaringan Air Limbah	49
4.1.5	Wilayah Pelayanan Jaringan Air Limbah	51
4.1.6	<i>Capital Expenditure</i> dan <i>Operational Expenditure</i>	55
4.1.7	Jadwal Pelaksanaan	57
4.2	Faktor Risiko Yang Mempengaruhi Biaya Kontingensi.....	57
4.2.1	Analisa Data Kuesioner Tahap Pertama	57
4.2.2	Analisa Data Kuesioner Tahap Kedua	64
4.3	Kategori Risiko	73
4.4	Biaya Kontingensi	74
5	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran.....	78
6	DAFTAR PUSTAKA	80



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sambungan Rumah.....	10
Gambar 2.2 Skema Jaringan Air Limbah	15
Gambar 2.3 Manajemen Risiko Overview	16
Gambar 2.4 Konsep Biaya Kontingensi	19
Gambar 2.5 Kerangka Berpikir	27
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Jaringan Air Limbah Kota Bogor.....	31
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	44
Gambar 4.1 Gambar Potongan Memanjang Jaringan Air Limbah	47
Gambar 4.2 Gambar Potongan Melintang Jaringan Air Limbah.....	48
Gambar 4.3 Diagram Alir Perencanaan Jaringan Air Limbah.....	49
Gambar 4.4 Wilayah Pelayanan Jaringan Air Limbah	52
Gambar 4.5 Peta Lokasi Zona Pipa Induk.....	53
Gambar 4.6 Peta Lokasi Zona 1	53
Gambar 4.7 Peta Lokasi Zona 2	54
Gambar 4.8 Peta Lokasi Zona 3	55
Gambar 4.9 Peta Lokasi Lateral	55
Gambar 4.10 Jadwal Pelaksanaan Sistem Jaringan Air Limbah.....	57
Gambar 4.11 Berdasarkan Jenis Kelamin.....	64
Gambar 4.12 Berdasarkan Pendidikan	65
Gambar 4.13 Berdasarkan Lama Bekerja	65
Gambar 4.14 Berdasarkan Jabatan Kerja	66
Gambar 4.15 Grafik Nilai Dampak Risiko Tahap Pra-Konstruksi	69
Gambar 4.16 Grafik Nilai Dampak Risiko Tahap Konstruksi.....	70
Gambar 4.17 Nilai Probabilitas Risiko Tahap Pra-Konstruksi	72
Gambar 4.18 Grafik Dampak Probabilitas Risiko Tahap Konstruksi.....	73
Gambar 4.19 Grafik Prosentase Biaya Kontingensi Tahap Prakonstruksi .	75
Gambar 4.20 Grafik Prosentase Biaya Kontingensi Tahap Konstruksi.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Desain Pipa Persil.....	8
Tabel 2.2 Jarak Manhole.....	12
Tabel 2.3 Definisi Istilah Teknis Jaringan Air Limbah.....	12
Tabel 2.4 Istilah Teknis Sarana dan Prasarana Pelengkap.....	13
Tabel 2.5 Hubungan Dampak dan Probabilitas	17
Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	31
Tabel 3.2 Responden dalam Penelitian.....	38
Tabel 3.3 Contoh Kuesioner Tahap 1 ke Pakar.....	39
Tabel 3.4 Contoh Kuesioner Tahap II ke Responden	39
Tabel 3.5 Skala Probabilitas (<i>Probability</i>).....	40
Tabel 3.6 Skala Dampak (<i>Impact</i>)	41
Tabel 3.7 Peta Matriks Risiko.....	43
Tabel 4.1 Dasar Perencanaan Jaringan Air Limbah.....	49
Tabel 4.2 Total Biaya Capex.....	56
Tabel 4.3 Total Biaya OPEX	56
Tabel 4.4 Responden Penelitian Tahap 1	58
Tabel 4.5 Variabel Validasi Pakar	59
Tabel 4.6 Variabel Risiko untuk Kuesioner Tahap II.....	67
Tabel 4.7 Resume Hasil Dampak Risiko	68
Tabel 4.8 Resume Hasil Probabilitas Risiko	71
Tabel 4.9 Nilai Faktor Risiko dan Kategori Risiko Variabel	74
Tabel 4.10 Model Estimasi Biaya Kontingensi	75
Tabel 1 Validitas Dampak Risiko	120
Tabel.2 Reliabilitas Dampak Risiko	121
Tabel.3 Validatas Probabilitas Risiko	123
Tabel.4 Reliabilitas Probabilitas Risiko.....	125

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Foto Lokasi Jalan Akses Menuju Lokasi IPAL.....	83
Lampiran 2. Foto Area IPAL	83
Lampiran 3. Foto Lokasi Jaringan Air Limbah Pipa Induk.....	84
Lampiran 4. Foto Lokasi Jaringan Air Limbah Pipa Servis	84
Lampiran 5. Foto Survei Jaringan Air Limbah Pipa Lateral	85
Lampiran 6. Foto Survei Jaringan Air Limbah Daerah Cimanggu Permai .	85
Lampiran 7. Foto Wawancara dan Penyebaran Kuesioner Pakar 1	86
Lampiran 8. Foto Wawancara dan Penyebaran Kuesioner Pakar 2.....	86
Lampiran 9. Foto Penyebaran Kuesioner pada Responden 1	87
Lampiran 10. Foto Penyebaran Kuesioner pada Responden 2.....	87
Lampiran 11. Form Kuesioner Tahap I kepada Pakar	88
Lampiran 12. Form Kuesioner Tahap II kepada Responden	101
Lampiran 13. Cek Validitas dan Reliabilitas	120
Lampiran 14. Wilayah Pelayanan Jaringan Air Limbah.....	127
Lampiran 15. Peta Lokasi Zona Pipa Induk	128
Lampiran 16. Peta Lokasi Zona 1 Pipa Servis.....	129
Lampiran 17. Peta Lokasi Zona 2 Pipa Servis.....	130
Lampiran 18. Peta Lokasi Zona 3 Pipa Servis.....	131
Lampiran 19. Peta Lokasi Pipa Lateral	132
Lampiran 20. Potong Melintang Jaringan Air Limbah.....	133
Lampiran 21. Potongan Memanjang Jaringan Air Limbah	134

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biaya adalah salah satu elemen dasar dari manajemen proyek dan elemen penting dalam keputusan pendanaan proyek. Ini adalah juga merupakan salah satu parameter paling dasar untuk mengukur keberhasilan proyek. Perkiraan biaya yang akurat adalah elemen penting dalam biaya pengendalian biaya suatu proyek. Estimasi biaya adalah penilaian kuantitatif, berdasarkan informasi yang tersedia pada titik waktu tertentu, dari kemungkinan biaya sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek (PMI, 2017).

Risiko adalah hal-hal yang mungkin terjadi secara alami dalam suatu kondisi atau di luar perkiraan. Tidak selalu ada keyakinan bahwa suatu kegiatan akan berjalan sepenuhnya sesuai rencana, meskipun kegiatan itu telah direncanakan dengan sebaik mungkin. Proses konstruksi juga mengalami hal yang sama; tidak ada yang bisa menjamin bahwa proses di lapangan akan berjalan sesuai dengan rencana. Karena ketidakpastian ini, pihak-pihak yang terkait dengan konstruksi harus mampu mengidentifikasi dan mengelola risiko (Kerzner, 2021).

Biaya kontingensi sering dihitung sebagai tambahan persentase keseluruhan untuk perkiraan dasar, biasanya berasal dari intuisi, pengalaman masa lalu dan data historis.

Hubungan antara biaya kontingensi dan risiko pada proyek mencakup alokasi biaya untuk menutupi ketidakpastian perkiraan biaya yang mungkin timbul akibat paparan risiko selama pelaksanaan proyek. Total perkiraan biaya proyek terdiri dari perkiraan biaya dasar ditambah dengan biaya kontingensi. Biaya dasar merupakan estimasi awal yang didasarkan pada kondisi normal dan perencanaan awal proyek, sedangkan biaya kontingensi disiapkan untuk mengantisipasi ketidakpastian dan risiko yang belum dapat diprediksi secara spesifik pada tahap konstruksi (Sutikno and Rohman, 2022).

Saat ini kota Bogor sedang memiliki masalah di bidang sanitasi. Menurut Dokumen SSK (Strategi Sanitasi Kota) Bogor (2019), warga Bogor yang memiliki akses terhadap sistem sanitasi yang aman hanya 3,8%. Porsi tersebut sangat kecil dibandingkan dengan target yang ditetapkan Pemerintah dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024, yaitu sebesar 15%. Persentase BAB sembarangan juga tinggi, yaitu 26,1% dibandingkan target sebesar nol persen (0%). Untuk mengatasi permasalahan sanitasi tersebut, Bappeda Bogor, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Kementerian PUPR), Kota Bogor dan pemangku kepentingan terkait lainnya di bawah bimbingan dari WB & KEITI merencanakan pembangunan jaringan air limbah (*sewage systems*) yang akan dilaksanakan dalam 2 Fase. Fase I akan melayani daerah dengan jumlah pompa yang lebih sedikit dan potensi pendapatan yang lebih tinggi yang berasal dari bangunan komersial dan kompleks perumahan. Fase II akan melayani daerah dengan topografi yang lebih kompleks dan membutuhkan pompa (Pristiani, 2023).

Saat ini sedang dalam tahap *Detail Engineering Design* (DED) untuk proyek pembangunan Fase I Sistem Jaringan Air Limbah kota Bogor yang akan dioperasikan pada periode 2027 hingga 2037. Analisis biaya kontingensi menjadi sangat penting pada tahap prakonstruksi dan konstruksi. Tanpa estimasi biaya kontingensi yang memadai, proyek dapat mengalami kekurangan dana yang berpotensi menghambat penyelesaian atau menurunkan kualitas hasil akhir.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif dibantu menggunakan SPSS 25 dalam pengecekan validitas dan reliabilitas variabel penelitian. Kemudian dilanjutkan dengan menganalisis estimasi biaya kontingensi berbasis manajemen risiko pada proyek jaringan air limbah Bogor dengan mensimulasikannya. (Peginusa, Willar, and Manoppo, 2020).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan terhadap praktisi tentang besaran nilai kontingensi pada Proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase 1 Kota Bogor berdasarkan risiko-risiko yang akan terjadi dalam prakonstruksi dan konstruksi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang maka masalah yang akan disampaikan melalui penelitian ini adalah :

- a. Apa saja faktor-faktor risiko yang mempengaruhi biaya kontingensi proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor?
- b. Bagaimana kategori risiko yang mempengaruhi biaya kontingensi pada proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor?
- c. Berapakah besaran estimasi biaya kontingensi pada proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi biaya kontingensi proyek untuk :

- a. Mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor risiko yang mempengaruhi biaya kontingensi proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor.
- b. Menentukan kategori jenis risiko yang mempengaruhi biaya kontingensi untuk proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor.
- c. Membuat simulasi estimasi biaya kontingensi yang lebih akurat untuk proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan memberikan wawasan kepada pemangku kepentingan, seperti penyedia dana, pemilik proyek, dan instansi lain yang terlibat untuk mengelola proyek dengan lebih baik.

- a. Meminimalisir risiko kenaikan biaya pada proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I di Bogor. mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi biaya proyek, penelitian ini membantu meminimalisir risiko pembengkakan biaya, yang sering kali menjadi masalah dalam proyek konstruksi.
- b. Mendorong model perhitungan biaya kontingensi yang spesifik untuk proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor akan

meningkatkan akurasi dalam perkiraan biaya, sehingga memudahkan perencanaan anggaran dan pengelolaan sumber daya proyek.

- c. Peningkatan kualitas manajemen proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor. Penelitian ini menyediakan kerangka kerja yang terstruktur untuk manajemen risiko, yang dapat diterapkan pada proyek-proyek serupa di masa depan, sehingga meningkatkan kualitas keseluruhan manajemen proyek

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi:

- a. Penelitian ini dibatasi pada lokasi proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I di Bogor. Analisis biaya kontingensi hanya akan mencakup faktor-faktor yang relevan dengan kondisi geografis, sosial, dan ekonomi di Bogor.
- b. Analisis biaya kontingensi difokuskan pada tahapan prakonstruksi dan konstruksi proyek.

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian tentang estimasi biaya kontingensi berbasis manajemen risiko pada proyek jaringan air limbah menekankan pentingnya penerapan pendekatan yang terstruktur untuk mengelola ketidakpastian dalam proyek konstruksi. Model seperti yang dikembangkan oleh Peginusa et al. (2020) dan Sutikno & Arif Rohman (2022) menitikberatkan pada penggunaan analisis risiko untuk mengidentifikasi potensi biaya tambahan yang mungkin terjadi selama proyek, khususnya dalam konteks proyek normalisasi sungai dan konstruksi jalan raya. Hammad & Mohammed (2018) dan Magis & Epc (2014) menyoroti strategi pengalokasian dan pengelolaan biaya kontingensi, yang sangat relevan dalam proyek yang kompleks seperti pengembangan jaringan air limbah. Penelitian ini juga sejalan dengan analisis oleh Christin & Sihombing (2021) serta Putri & Putra (2023), yang menekankan pentingnya identifikasi faktor risiko yang spesifik untuk proyek-proyek infrastruktur. Secara keseluruhan, penelitian-penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam memahami bagaimana manajemen risiko dapat digunakan untuk

memperkirakan dan mengelola biaya kontingensi secara lebih efektif dalam proyek jaringan air limbah.

1.7 Sistematika Penulisan

Pada penelitian mengenai analisis estimasi biaya kontingensi pada proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor. Peneliti berupaya untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi biaya proyek dan mengembangkan model perhitungan biaya kontingensi yang spesifik.

BAB I Pendahuluan

Menjelaskan mengenai latar belakang perlunya estimasi biaya kontingensi dalam proyek konstruksi. Perumusan masalah yang faktor-faktor yang mempengaruhi biaya proyek. Batasan masalah penelitian ini dibatasi pada lokasi proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor. Analisis biaya kontingensi hanya akan mencakup faktor-faktor yang relevan dengan kondisi geografis, sosial, dan ekonomi di Bogor. Keaslian penelitian dengan menunjukkan penelitian dahulu dan adanya unsur kebaruan dari penelitian ini. tujuan dan manfaat penelitian untuk Meminimalisir risiko pembengkakan biaya pada proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor. mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi biaya proyek, penelitian ini membantu meminimalisir risiko pembengkakan biaya, yang sering kali menjadi masalah dalam proyek konstruksi.

BAB II Tinjauan Pustaka

Menjelaskan uraian hasil penelitian terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian analisis estimasi biaya kontingensi dalam proyek konstruksi. Penjelasan mengenai rangkaian teori dan definisi mengenai biaya kontingensi. Landasan Teori berupa kualitatif dan kuantitatif mengenai metode estimasi biaya kontingensi dan aplikasi monte carlo dalam proyek konstruksi. Kerangka berpikir yang teratur, logis, dan sistematis analisis estimasi biaya kontingensi dalam proyek konstruksi.

BAB III Metode Penelitian

Menjelaskan mengenai deskripsi lokasi dan waktu penelitian. Isi materi penelitian mengenai tahapan-tahapan pengumpulan data sampai dengan

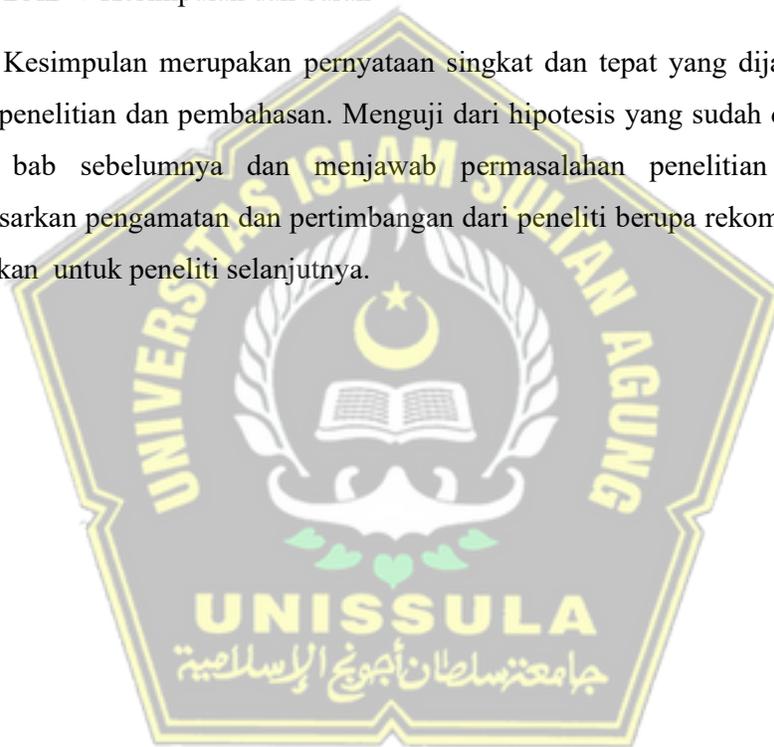
pengolahan data. Penentuan metode pengumpulan data baik data primer maupun data primer penelitian. Hipotesis dari persoalan yang analisis analisis estimasi biaya kontingensi dalam proyek konstruksi sebelum dilakukan pengolahan data aktual.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Memuat tahapan analisis penelitaian dari data primer dan sekender beserta analisisnya. Pembahasan tentang hasil yang diperoleh, berupa penjelasan toritis baik kualitatif dan kuantitatif, juga validasi hasil temuan dalam penelitian ini.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan pernyataan singkat dan tepat yang dijabarkan dari hasil penelitian dan pembahasan. Menguji dari hipotesis yang sudah disampaikan pada bab sebelumnya dan menjawab permasalahan penelitian ini. Saran berdasarkan pengamatan dan pertimbangan dari peneliti berupa rekomendasi serta masukan untuk peneliti selanjutnya.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek merupakan kegiatan kerja yang memiliki batasan waktu, biaya, sumber daya, dan spesifikasi pekerjaan yang dirancang untuk memenuhi kesepakatan kerja. Memenuhi atau memuaskan kebutuhan pelanggan adalah tujuan utama setiap proyek. Kebutuhan ini dapat berasal dari berbagai sumber, seperti rencana pemerintah, permintaan pasar, bisnis internal, penelitian dan pengembangan, dan sebagainya. (PMI, 2017).

2.2 Jaringan Air Limbah (*Sewage*)

Jaringan air limbah merupakan prasarana dan sarana untuk menyalurkan air limbah domestik melalui perpipaan dari sumber baik sambungan rumah maupun sambungan non-rumah ke sistem pengolahan terpusat. Secara umum terdapat dua sub-sistem dalam cakupan jaringan air limbah, yaitu sub-sistem pelayanan dan sub-sistem jaringan pengumpul.

2.2.1 Sub-Sistem Pelayanan

Sub-sistem pelayanan adalah sarana dan prasarana yang menghubungkan air limbah domestik dari sumber melalui pipa ke sub-sistem jaringan pengumpul. Sarana dan prasarana sub-sistem pelayanan terdiri dari 3 bagian yaitu pipa persil, sambungan rumah (*house inlet*) dan sistem saluran air limbah pribadi (*private network*), selain itu dibutuhkan juga sarana lain seperti perangkap lemak (*grease trap*). Berikut ini sarana sub-sistem pelayanan yang digunakan pada pekerjaan jaringan air limbah Kota Bogor.

a. Pipa persil (*Persil Pipe*)

Persil pipe atau pipa persil merupakan saluran pengumpul air limbah dari suatu bangun untuk dialirkan ke pipa lateral. Berikut pada Tabel 2.1 kriteria desain pipa persil berdasarkan lampiran II Permen PUPR No. 04 Tahun 2017.

Tabel 2.1 Kriteria Desain Pipa Persil

No	Kriteria	Keterangan
1	Diameter Pipa	Sama atau lebih besar dari pipa tinja (minimal 100 mm). Biasanya 100 – 150 mm
2	Bahan Pipa	PVC, semen
3	Kemiringan	Minimal 2%
4	Kecepatan minimal (<i>self cleansing</i>)	0,6 m/detik

Sumber: Permen PUPR No. 04 Tahun 2017 (lampiran II)

Dari tabel diatas, diameter pipa menggunakan 150 mm dengan bahan pipa PVC. Kemiringan yang digunakan adalah 2% dan kecepatan minimal 0,6 m/detik.

b. Sambungan Rumah (*House Inlet*)

House Inlet atau sambungan rumah adalah bak inspeksi yang menghubungkan saluran air limbah pribadi ke pipa persil. *House inlet* dipasang di setiap satu rumah dan berada di properti pribadi atau apabila tidak cukup ruang bisa diletakan pada batas properti pribadi. *House inlet* dibuat dengan material yang tidak mudah rusak seperti beton atau batu bata dan dilengkapi penutup yang kuat dan tahan lama. *House Inlet* (Bak Kontrol Sambungan Rumah terakhir) memiliki kriteria desain seperti berikut:

1. Permukaan harus 50 x 50 cm (dalam) dan ditutup dengan beton atau pelat baja yang mudah dibuka.
2. Kedalaman kotak harus 40 hingga 60 cm, tergantung pada kemiringan pipa masuk persil.
3. Dinding bagian atas dipasang 10 cm lebih tinggi dari tanah untuk mencegah limpasan air hujan masuk ke dalam.
4. Dinding dan dasar terbuat dari bata atau beton kedap air, dengan penutup yang terbuat dari pelat baja yang dapat dilepas atau beton bertulang.

Ada tiga tipe sambungan rumah, yang dibagi menjadi berikut :

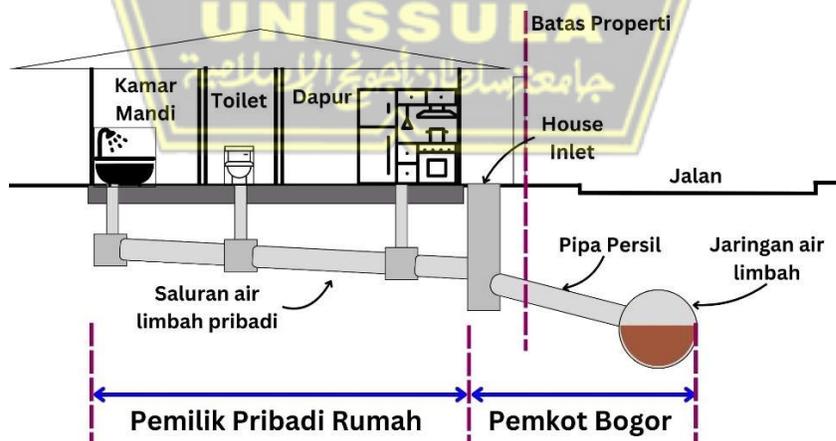
1. Perumahan pribadi dengan tangki septik di depan rumah (Tipe A)
Grey water dari dapur dan shower dialirkan langsung ke bak kontrol kemudian ke tangki septik, dan *black water* dari toilet (air tinja) dialirkan ke tangki septik yang berada di depan rumah. Saat pengoperasian jaringan sewerage dimulai, tangki septik akan ditutup. Bak kontrol berisi *grey water* dan *black water* akan terhubung ke pipa servis.
2. Perumahan pribadi dengan tangki septik di belakang rumah (Tipe B)
Rumah dengan tangki septik yang ditempatkan di belakang rumah membutuhkan lebih banyak pembongkaran keramik, karena pipa perlu diarahkan ke depan rumah tempat pipa servis berada
3. Sambungan untuk Fasilitas Publik dan Gedung Komersial (Tipe C)
Sambungan untuk institusi publik dan bangunan komersial membutuhkan pipa yang lebih panjang dari bak kontrol menuju jaringan pengumpul kota.

c. Saluran air limbah pribadi (*private network*)

Saluran air limbah pribadi adalah serangkaian sistem air limbah pelayanan yang terdiri dari pipa tinja, pipa non tinja, bak kontrol dan bak penangkap lemak. Pada Gambar 2.1 dijelaskan mengenai skema sambungan rumah. Perlengkapan pipa air limbah di dalam batas rumah ditanggung oleh pelanggan begitu pun pemeliharaannya. Perlengkapan tersebut antara lain :

1. Pipa dari kloset (*black water*)
 - Diameter pipa minimal 75 mm
 - Material terbuat dari PVC, asbes, semen,
 - Kemiringan pipa 1-3 %
2. Pipa untuk mengalirkan air non-septik (*grey water*)
 - Diameter pipa minimal 50 mm
 - Bahan terbuat dari semen PVC atau asbes
 - Kemiringan pipa 0,5-1 %
 - Air limbah terutama dari dapur perlu dilengkapi dengan grease trap
3. Pipa persil ke HI

- Dimensi harus lebih besar dari pipa utama, sekitar (100-150) mm ke IC.
 - pemasangan harus selurus mungkin, dengan kemiringan minimal 2%.
4. Perangkap Pasir/Lemak
- Unit ini dimaksudkan untuk mencegah penyumbatan akibat masuknya grease dan grit ke dalam pipa persil dalam jumlah banyak
 - Direkomendasikan untuk dipasang di dapur, laundry, atau di area dengan penggunaan air yang rendah
 - Lokasi sedekat mungkin dengan sumber
5. Bak kontrol pekarangan
- Luas permukaan minimal 40x40 cm (dalam), dan ditutup dengan pelat beton yang mudah dibuka.
 - Kedalaman box minimal 30 cm, disesuaikan dengan kebutuhan kemiringan inlet/outlet box.
 - Tembok bagian atas dipasang 10cm lebih tinggi dari permukaan tanah untuk mencegah masuknya air hujan/limpasan.
 - Dinding dan bahan dasarnya terbuat dari batu bata atau beton yang kedap air. Penutup terbuat dari beton bertulang atau pelat baja yang dapat dilepas.



Gambar 2.1 Sambungan Rumah

Sumber: Permen PUPR No. 04 Tahun 2017 (lampiran II)

Pada gambar 2.1 adanya pembagian kewenangan antara pemilik rumah (kamar mandi, toilet, dapur dan saluran pribadi) dan pemkot bogor (pipa persil dan jaringan air limbah).

2.2.2 Sub-Sistem jaringan pengumpul

Sub-sistem jaringan pengumpul adalah sarana dan prasarana yang untuk menyalurkan air limbah domestik melalui perpipaan dari sub-sistem pelayanan ke pengolahan terpusat. Secara umum, sub-sistem jaringan pengumpul pada pekerjaan jaringan air limbah di Kota Bogor ini terdiri dari *trunk sewer*, pipa retikulasi (*lateral sewer* dan *service pipe*) serta bangunan pelengkap berupa *inspection chamber*, *manhole*, dan *clean out*.

- a. *Trunk Sewer* atau Pipa Induk merupakan saluran pengumpul air limbah dari pipa retikulasi (lateral dan servis) untuk dialirkan ke sub-sistem pengolahan terpusat.
- b. Pipa Retikulasi, yang terdiri dari:
 - *Lateral Sewer* atau Pipa Lateral merupakan saluran pengumpul air limbah dari sambungan rumah ke pipa servis.
 - *Service pipe* atau pipa servis merupakan saluran pengumpul air limbah domestik dari pipa lateral ke pipa induk.
- c. *Inspection chamber* atau bak inspeksi merupakan prasarana pengumpul air limbah yang berasal dari beberapa rumah untuk dialirkan menuju sub-sistem pengumpulan. *Inspection chamber* digunakan pada jalan dengan lebar yang sempit sekitar atau di bawah 2 m.
- d. *Manhole* atau lubang kontrol berfungsi sebagai akses bagi orang untuk masuk ke saluran pipa untuk pengecekan maupun perbaikan. Terdapat beberapa jenis manhole khusus, yaitu:
 - *Junction chamber*;
 - *Drop manhole*;
 - *Flushing manhole*; dan
 - *Pumping manhole*

Berikut ini beberapa kriteria dalam penentuan lokasi manhole:

- o pada jalur saluran yang lurus, dengan jarak tertentu bergantung diameter saluran, tetapi perlu disesuaikan terhadap panjang peralatan pembersih yang akan dipakai. Jarak antar manhole pada jalur lurus dapat dilihat pada Tabel 2.2 mengenai jarak manhole.

Tabel 2.2 Jarak Manhole

Diameter (mm)	Jarak Antar Manhole (m)
200 – 500	50 – 75
500 – 750	75 – 125
1.000 – 1.500	125 – 150
1.500 – 2000	150 – 200

Sumber: Buku A SPALDT, PUPR (2018)

Berdasarkan tabel diatas diameter manhole yang digunakan adalah 1.050 mm, 1.200 mm, 1.500 mm, dan 1.800 mm

- o di lokasi di mana saluran mengalami perubahan kemiringan, diameter, dan arah aliran, baik vertikal maupun horizontal.
 - o di lokasi di mana saluran bersambungan, melintasi, atau bersambungan dengan pipa atau bangunan lain.
- e. *Clean Out* atau bangunan penggelontor dan pembersih adalah utilitas yang digunakan untuk membersihkan saluran pipa air limbah.

Pada Tabel 2.3 menjelaskan istilah teknis jaringan air limbah yang digunakan pada pekerjaan jaringan air limbah Kota Bogor.

Tabel 2.3 Definisi Istilah Teknis Jaringan Air Limbah

No	Istilah Jaringan Air Limbah		Singkatan	Definisi berdasarkan permen PUPR No. 04/PRT/2017
	Indonesia	English		
1	Pipa Induk	<i>Trunk Sewer</i>	TS	<i>Trunk Sewer</i> atau Saluran yang mengumpulkan air limbah dari pipa retikulasi (lateral dan servis) untuk

No	Istilah Jaringan Air Limbah		Singkatan	Definisi berdasarkan permen PUPR No. 04/PRT/2017
	Indonesia	English		
				dialirkan ke subsistem pengolahan terpusat dikenal sebagai pipa induk.
2	Pipa Servis	<i>Service Pipe</i>	SP	<i>Service pipe</i> atau Pipa servis mengumpulkan air limbah domestik dari pipa induk ke pipa lateral.
3	Pipa Lateral	<i>Lateral Pipe</i>	LP	<i>Lateral Sewer</i> atau Pipa lateral mengumpulkan air limbah dari pipa rumah ke pipa servis.
4	Pipa Persil	<i>Percil Pipe</i>	PP	<i>Persil pipe</i> atau pipa persil merupakan saluran pengumpul air limbah dari suatu bangun untuk dialirkan ke pipa lateral.
5	Sambungan Rumah	<i>House Inlet</i>	HI	<i>House Inlet</i> atau Sambungan rumah merupakan subsistem pelayanan yang terdiri dari pipa saluran, bak penangkap lemak, dan bak kontrol.

Sumber: (Dirjen Ciptakarya 2018)

Pada Tabel 2.4 menjelaskan istilah teknis sarana dan prasarana pelengkap jaringan air limbah yang digunakan pada pekerjaan jaringan air limbah Kota Bogor.

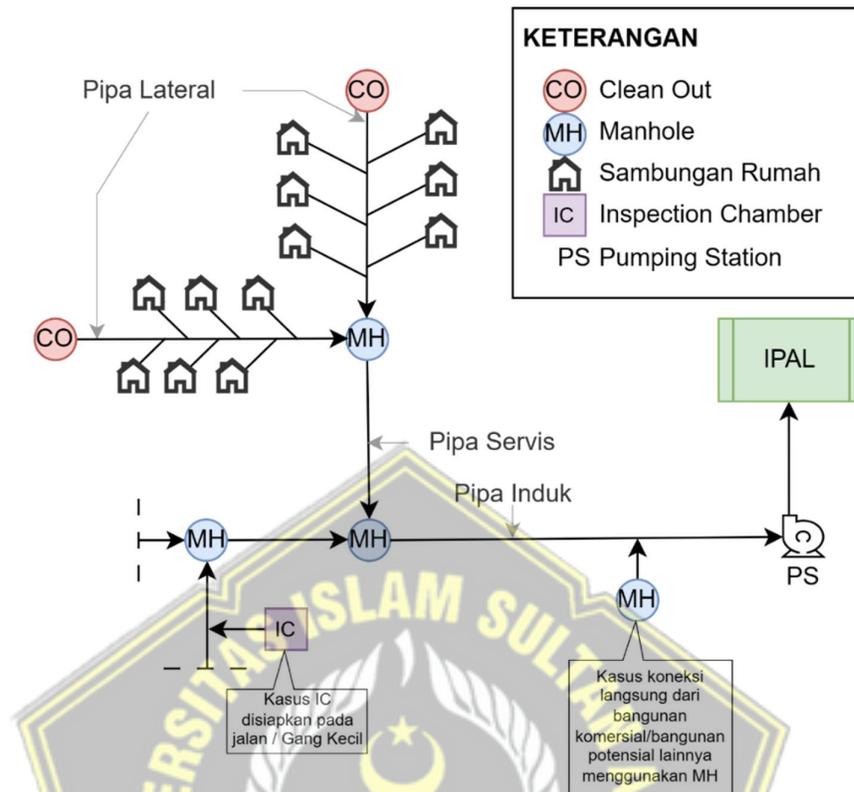
Tabel 2.4 Istilah Teknis Sarana dan Prasarana Pelengkap

No	Istilah Sarana dan Prasarana Pelengkap		Singkatan	Definisi
	Indonesia	English		
1	Bak Inspeksi	Inspection Chamber	IC	<i>Inspection chamber</i> atau Bak inspeksi mengumpulkan air limbah dari berbagai rumah

No	Istilah Sarana dan Prasarana Pelengkap		Singkatan	Definisi
	Indonesia	English		
				untuk dialirkan ke subsistem pengumpulan.
2	Lubang Kontrol	Manhole	MH	<i>Manhole</i> atau lubang kontrol memungkinkan orang masuk ke perpipaan untuk mengambil sampel, memperbaiki, membersihkan, atau mengukur laju aliran.
3	Terminal Pembersihan	Clean Out	CO	<i>Clean Out</i> atau terminal pembersihan adalah utilitas yang digunakan untuk membersihkan saluran pipa air limbah
4	Stasiun Pompa	Pumping Station	PS	<i>Pumping Station</i> atau stasiun pompa adalah utilitas yang digunakan untuk meningkatkan elevasi pipa ketika air tidak memungkinkan untuk dialirkan secara gravitasi

Sumber: Buku A SPALDT, PUPR (2018)

Pada Gambar 2.2 dijelaskan mengenai skema jaringan air limbah Kota Bogor. Dari jaringan pipa lateral menuju pipa servis dilanjutkan ke pipa induk, kemudian disalurkan menuju Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Terdapat prasarana seperti Clean Out, Manhole, Inspection Chamber dan rumah pompa sebagai penunjang sistem jaringan air limbah kota Bogor.



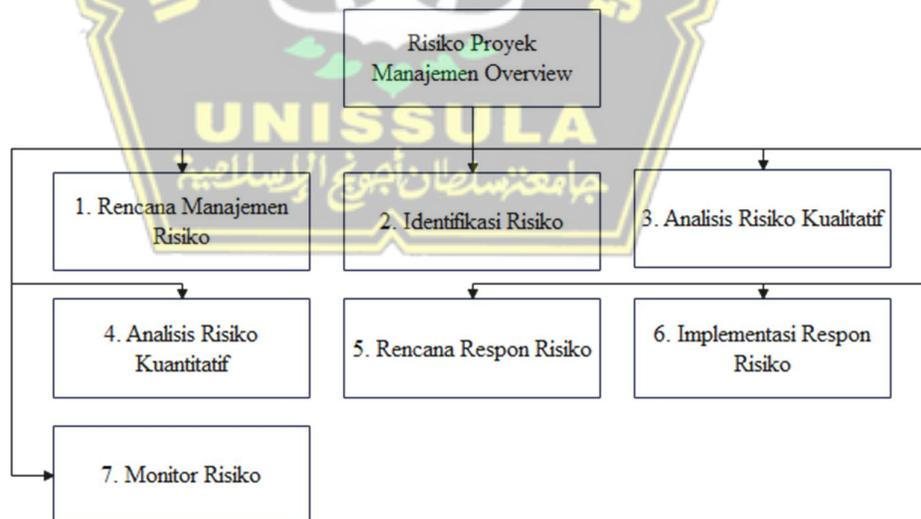
Gambar 2.2 Skema Jaringan Air Limbah
Sumber: Buku A SPALDT, PUPR (2018)

2.3 Manajemen Risiko

Manajemen risiko dapat diterapkan dalam bidang seperti keuangan perusahaan, perbankan, proses industri, dan banyak lagi (Szymański 2017). Berikut ini adalah definisi manajemen risiko, tujuan manajemen risiko, perencanaan manajemen risiko, identifikasi risiko, perencanaan pengendalian risiko, dan analisis risiko. Manajemen risiko proyek mencakup perencanaan, identifikasi, analisis, perencanaan respons, implementasi respons, dan pemantauan risiko proyek. (PMI, 2017)

Salah satu tujuan dari manajemen risiko adalah untuk meningkatkan kemungkinan dan hasil dari risiko positif serta mengurangi kemungkinan dan hasil dari risiko negatif, dengan tujuan untuk memaksimalkan peluang keberhasilan suatu proyek (Harold Kerzner, 2021). Berikut ini adalah proses manajemen risiko proyek:

1. Rencanakan Manajemen Risiko, Proses menetapkan cara melakukan aktivitas manajemen risiko untuk suatu proyek.
2. Identifikasi Risiko, Prosedur untuk mengidentifikasi setiap risiko proyek, serta sumber risiko secara keseluruhan, dan mencatat karakteristiknya.
3. Analisis Risiko Kualitatif, Proses penentuan prioritas masing-masing risiko proyek untuk analisis atau tindakan lebih lanjut dengan menilai kemungkinan terjadinya dan dampak serta karakteristik lainnya.
4. Analisis Risiko Kuantitatif, Proses analisis angka terhadap dampak dari risiko terhadap tujuan proyek.
5. Merencanakan Respons Risiko, Proses menciptakan pilihan, memilih pendekatan, dan menyetujui langkah-langkah untuk mengatasi paparan risiko proyek secara keseluruhan, serta menangani risiko yang berbeda untuk proyek.
6. Respons Risiko, Proses penerapan rencana respons risiko yang telah disepakati.
7. Pemantau Risiko, Proses yang memantau pelaksanaan rencana respons risiko yang disepakati, melacak risiko, menemukan dan menganalisis risiko, dan mengevaluasi seberapa efektif proses risiko di proyek.



Gambar 2.3 Manajemen Risiko Overview

Sumber : (Project Managemnt Institute, 2017)

Pada Tabel 2.5 menjelaskan hubungan Dampak dan Probabilitas yang nantinya akan diisi oleh responden dalam mengisi kuesioner penelitian.

Tabel 2.5 Hubungan Dampak dan Probabilitas

		DAMPAK				
		Sangat Kecil (1)	Kecil (1)	Sedang (3)	Besar (4)	Sangat Besar (5)
FREKUENSI	Sangat Sering (5)	5	10	15	20	25
	Sering (4)	4	8	12	16	20
	Kadang-kadang (3)	3	6	9	12	15
	Jarang (2)	2	4	6	8	10
	Sangat Jarang (1)	1	2	3	4	5

Skor	Kategori
1 - 7	Risiko Rendah
8 - 14	Risiko Menengah
15 - 25	Risiko Tinggi

Sumber : (Qazi et al. 2021)

Pada tabel tersebut dijelaskan nilai dari perkalian probabilitas dan dampak sehingga didapatkan nilai tersebut. Apabila nilai perkalian tersebut diantara 1 sd 7 maka dikategorikan risiko rendah, nilai diantara 8 sd 14 dikategorikan risiko menengah, dan nilai diantara 15 sd 25 dikategorikan tinggi.

2.4 Komponen Biaya Konstruksi

Rekayasa biaya konstruksi (*cost engineering*) adalah bidang kegiatan teknik di mana pengalaman dan pertimbangan teknik digunakan untuk menerapkan prinsip-prinsip teknik dan ilmu pengetahuan dalam masalah perkiraan biaya, rencana bisnis dan pengetahuan manajemen, analisa keuangan, manajemen proyek, perencanaan, dan penjadwalan(AACE 2013) . Menurut AACE, struktur dari biaya konstruksi terdiri dari dua komponen utama, yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*) dan juga satu komponen tambahan (*markup*).

1. Biaya Langsung

Biaya untuk menyelesaikan pekerjaan yang secara langsung dapat diatribusikan pada kinerjanya dan diperlukan untuk penyelesaiannya.

Dalam konstruksi, biaya peralatan terpasang, material, tenaga kerja dan pengawasan yang secara langsung atau segera terlibat dalam konstruksi fisik fasilitas permanen.

2. Biaya Tidak Langsung

Biaya yang tidak dapat diatribusikan secara langsung pada penyelesaian suatu aktivitas yang biasanya dialokasikan atau disebarkan ke seluruh aktivitas dengan dasar yang telah ditentukan. Dalam konstruksi, ini adalah biaya yang tidak menjadi bagian akhir dari instalasi, tetapi yang diperlukan untuk penyelesaian instalasi dan dapat mencakup, namun tidak terbatas pada, administrasi lapangan, pengawasan langsung, peralatan modal, biaya awal, biaya kontraktor, asuransi, pajak, dll.

3. Markup

Seperti yang digunakan secara beragam dalam estimasi konstruksi, termasuk aplikasi persentase seperti overhead umum, keuntungan, dan biaya tidak langsung lainnya.

a. Keuntungan

Merupakan laba minimum yang dapat diterima atas investasi, yang merupakan fungsi dari risiko. "Jumlah keuntungan yang akan ditambahkan ke perkiraan biaya pekerjaan adalah pertanyaan yang harus dijawab oleh kontraktor secara individual untuk setiap penawaran. Tidak ada jumlah tertentu yang dapat ditambahkan. Semuanya tergantung pada kondisi lokal, persaingan, dan seberapa besar pekerjaan tersebut diinginkan.

b. Kontingensi

Jumlah yang ditambahkan ke dalam perkiraan untuk memungkinkan adanya item, kondisi, atau peristiwa yang keadaan, kejadian, atau efek yang tidak pasti dan yang menurut pengalaman kemungkinan besar akan secara agregat, dalam bentuk biaya tambahan. Biasanya, estimasi menggunakan analisis statistik atau penilaian berdasarkan pengalaman aset atau proyek di masa lalu.

2.5 Biaya Kontingensi

Kontingensi adalah jumlah yang ditambahkan pada nilai estimasi untuk memungkinkan perubahan yang mungkin diperlukan (Cerezo-Narváez et al. 2020). Nilai ini dapat diperoleh dengan memanfaatkan pengalaman dari proyek sebelumnya atau dengan menganalisis statistik biaya proyek sebelumnya. Dana kontingensi dibuat untuk mengidentifikasi risiko proyek yang telah diidentifikasi dan yang belum.



Gambar 2.4 Konsep Biaya Kontingensi

Sumber : (Peginusa et al. 2020)

Pada Gambar 2.4 ini menjelaskan bahwa Total Perkiraan Biaya Proyek mencakup komponen dasar, ketidakpastian, dan kontingensi untuk meminimalkan potensi kekurangan anggaran akibat risiko dan variabilitas proyek. Alur tersebut digunakan dalam manajemen konstruksi untuk menjaga keandalan anggaran proyek.

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu mengenai estimasi biaya kontingensi dapat dilihat pada tabel 2.5 Penelitian terdahulu, sebagai berikut

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Tujuan	Metodologi	Hasil Penelitian
1	Model Estimasi Biaya Kontingensi Berbasis Risiko Pada Proyek Normalisasi Sungai di Daerah Perkotaan (Peginusa et al. 2020)	1. Untuk mengetahui faktor risiko apa saja yang sering terjadi 2. Untuk membuat simulasi perhitungan biaya kontingensi	Dimulai dengan wawancara dengan kontraktor dan balai dinas yang relevan setelah menentukan variabel bebas penelitian berdasarkan penelitian di lapangan. Data primer penelitian terdiri dari 77 subjek. Process Analytic Hierarchy digunakan untuk menganalisis data yang diambil dari SPSS Version 22.	1. Proses pembebasan lahan merupakan risiko yang paling dominan. 2. Terdapat korelasi antara kejadian dan dampak biaya kontingensi.
2	Pemodelan Estimasi Biaya Kontingensi Pada Proyek Konstruksi Jalan Raya Berbasis Metode Analisis Risiko (Sutikno and Arif Rohman 2022)	Menentukan nilai kontingensi proyek dengan pendekatan analisis monte carlo	Penelitian eksploratif deskriptif Analisis kualitatif dipergunakan untuk menafsirkan situasi proyek yang kompleks, memahami dampak data, dan mempelajari berbagai faktor risiko yang terkait dengan subjek penelitian. Analisis kuantitatif, di sisi lain, mengumpulkan data numerik	Karena kemungkinan risiko yang terjadi sebesar 8,92% dari total anggaran proyek dengan hasil uji kesalahan 0,21%, penelitian menunjukkan bahwa penggunaan model akan lebih efektif digunakan pada proyek konstruksi jalan raya dari perspektif

No	Judul	Tujuan	Metodologi	Hasil Penelitian
			dengan metode matematis untuk menjelaskan fenomena.	pemilik dalam situasi normal atau kondusif.
3	Estimating, Allocating and Managing Schedule and Cost Contingency in Construction Project (Hammad and Mohammed 2018)	1. Mengalokasikan kontingensi dengan cara yang paling efektif 2. Sebagai sistem peringatan dini bagi project manager dalam membuat keputusan	Penelitian ini menggunakan data kuantitatif sebagai sumber data olahannya	Penelitian ini membahas masalah yang dihadapi manajer proyek dengan pembengkakan biaya dan jadwal penundaan melalui penggunaan kontingensi biaya dan jadwal, dan memantau
4	Factors Affecting Building Construction Projects Cost Estimating (Emad Mohamed Asal and Hossam El-deen Hosny Mohamed Ass Akram Soutan Kotb 2014)	1. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keakuratan biaya proyek konstruksi bangunan proses estimasi. 2. Menentukan dan menguji tingkat keparahan faktor-faktor yang mempengaruhi keakuratan	1. Survei kuesioner yang dilakukan untuk mengidentifikasi estimasi biaya yang paling penting yang paling penting di pasar konstruksi Mesir. 2. Data terkait dari sampel proyek konstruksi bangunan yang dipilih dikumpulkan.	Keakuratan estimasi tersebut memiliki efek serius pada keuntungan yang diharapkan dari kontraktor konstruksi.
5	Estimasi Biaya Kontingensi Berbasis Resiko Pada Proyek EPC (Magis and Epc 2014)	Faktor resiko apa saja yang muncul pada proyek	Studi eksploratif dan deskriptif Analisis Risiko Kualitatif berdasarkan data yang dikumpulkan	Lima resiko tertinggi adalah persetujuan gambar desain, kondisi <i>unforseen</i> ,

No	Judul	Tujuan	Metodologi	Hasil Penelitian
			secara acak melalui peninjauan literatur, wawancara, penyebaran kuesioner, dan survei pendahuluan ke para ahli. menghitung berat variabel risiko menggunakan matriks. Untuk analisis risiko kuantitatif secara keseluruhan, simulasi Monte Carlo digunakan.	waktu pelaksanaan yang ketat, kompetensi SDM, dan ketidaksesuaian spesifikasi material.
6	Analisis Biaya Manajemen Risiko Pada Proyek Pengaman Muara Sungai Bogowonto Sisi Timur (Ksn) Yia (Putri and Putra 2023)	Melakukan analisis biaya dan mengidentifikasi metode pengurangan risiko.	Metode wawancara sebagai pengumpul data; analisis kuesioner menggunakan metode rata-rata (mean); dan analisis biaya menggunakan Cost/Benefit Analysis (CBA), juga dikenal sebagai Cost/Benefit Analysis.	Didapatkan lima risiko tinggi yang membutuhkan pengurangan dan hasil analisis biaya.
7	Identifikasi Faktor Risiko Biaya Kontingensi Proyek (Christin and Sihombing 2021)	Mengidentifikasi komponen risiko utama yang berdampak pada biaya kontingensi proyek EPC pipeline dari perspektif kontraktor.	metode kualitatif ketika melakukan penelitian terhadap penelitian sebelumnya. Kemudian, enam puluh enam faktor risiko yang	Nilai probabilitas dan dampak dikonversi ke dalam nilai pada matriks probabilitas-dampak. Nilai risiko dihitung

No	Judul	Tujuan	Metodologi	Hasil Penelitian
			mempengaruhi biaya kontingensi proyek divalidasi oleh lima atau lima pakar, dan kuesioner didistribusikan kepada responden menggunakan metode sampling purposive.	dan diurutkan dari nilai tertinggi, dan lima faktor risiko dominan ditemukan. Ini adalah metode kuantitatif untuk menilai probabilitas dan dampak.
8	Analisis Faktor-Faktor Risiko Contingency Cost Proyek Epc Pipeline (Ronald Simanjuntak et al. 2020)	Mengidentifikasi faktor dan variabel risiko, mempelajari beberapa penelitian terkait faktor risiko cost contingency	Untuk memahami karakteristik proyek EPC pipeline, mengidentifikasi faktor dan variabel risiko selama proses proyek, dan kemudian melakukan analisis biaya kontingensi ditemukan dari studi literatur, buku, dan catatan.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa prosedur konstruksi EPC pipeline sangat kompleks.
9	An overview of Budget Contingency Calculation Methods in Construction Industry	Mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing metode dapat membantu praktisi di industri konstruksi untuk memilih metode terbaik berdasarkan karakteristik proyek, anggaran, dan waktu.	Metode Deterministik bergantung pada nilai yang telah ditetapkan sebelumnya atau penilaian ahli.	Penelitian ini mengkompilasi hampir semua metode perhitungan kontinjensi dan membaginya ke dalam tiga katagori utama yaitu metode deterministik, metode probabilistik, dan metode matematika

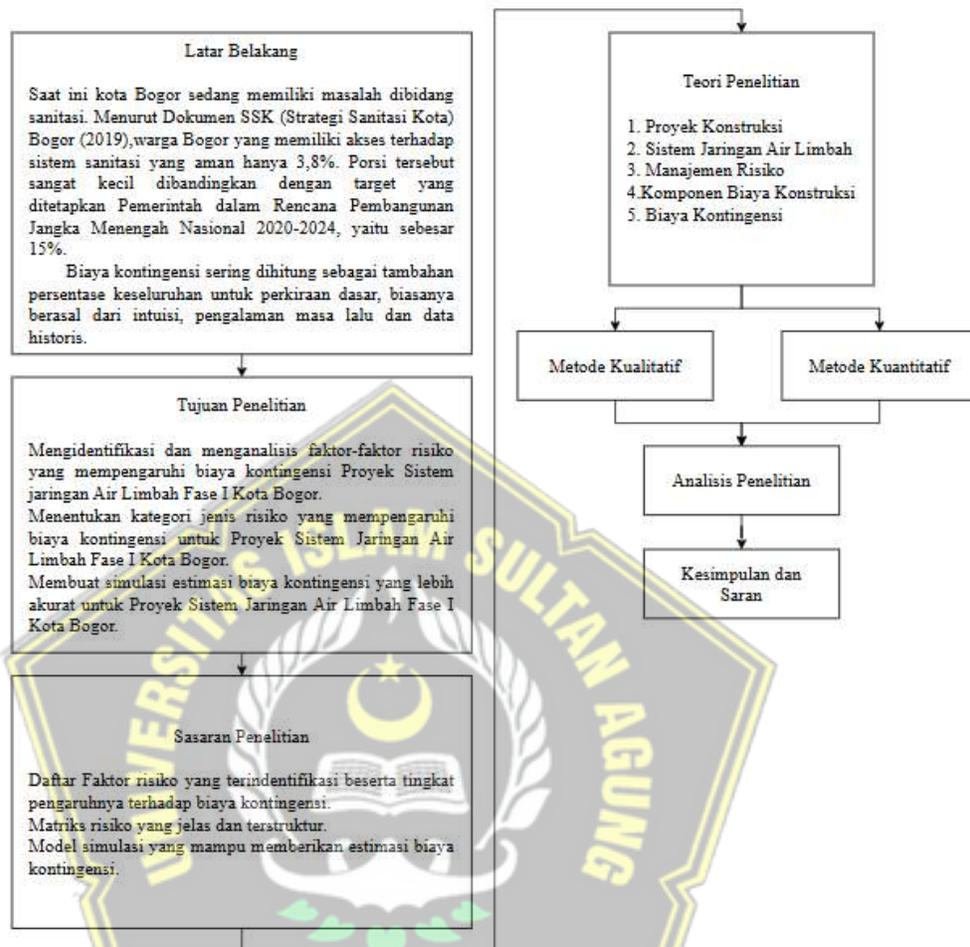
No	Judul	Tujuan	Metodologi	Hasil Penelitian
10	Cost Contingency and Cost Evolvement of Construction Projects in the Preconstruction Phase (Hoseini et al. 2020)	makalah ini membahas estimasi total biaya proyek (dan kontinjensi biaya) pada tahap prakonstruksi dari 29 proyek pertahanan banjir di Belanda dengan menggunakan pendekatan studi kasus.	Investigasi terhadap kontingensi “diketahui tidak diketahui” dan “tidak diketahui tidak diketahui” menunjukkan bahwa persentase kontinjensi ‘tidak diketahui tidak diketahui’ telah meningkat pada fase prakonstruksi sementara yang diharapkan adalah penurunan.	Praktisi dapat menghindari perilaku “bias pesimis” dengan meminta pendapat tentang perkiraan mereka dan menggunakan data proyek historis.
11	Critical Risks to Construction Cost Estimation (Ekung, Lashinde, and Adu 2021)	menilai risiko estimasi konstruksi yang kritis. pembengkakan biaya dalam pelaksanaan proyek menunjukkan kurangnya pemahaman yang inklusif tentang pengaruh risiko terhadap estimasi biaya konstruksi.	Studi ini mengevaluasi sumber, probabilitas dan signifikansi risiko estimasi konstruksi, dengan menggunakan data dari survei kuesioner terhadap 206 surveyor kuantitas di Nigeria.	Kesadaran dan penilaian yang akurat terhadap risiko-risiko ini ke dalam proyek estimasi biaya proyek akan mengurangi pembengkakan biaya.
12	Allocation and Management of Cost Contingency in Projects	Teknik alokasi kontinjensi biaya didasarkan pada kontribusi aktivitas terhadap biaya keseluruhan	Metode manajemen kontinjensi biaya yang baru diterapkan pada proyek pemeliharaan	Hasilnya menunjukkan bahwa metodologi kontinjensi biaya yang diusulkan

No	Judul	Tujuan	Metodologi	Hasil Penelitian
		varians proyek, yang mencakup biaya, ketidakpastian, dan apakah aktivitas tersebut berada di jalur kritis atau tidak.	jembatan di dunia nyata	cukup adaptif dan kuat untuk mengakomodasi gangguan yang biasa terjadi di lingkungan proyek
13	Project Cost Estimation Using a Stepwise Approach: a Case Study of an Infrastructure Project in Gresik Regency, East Java(Siswoyo et al. 2023)	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model estimasi konseptual yang memberikan informasi biaya awal proyek yang jelas, cepat, dan relatif akurat.	Cost Significant Model (CSM) adalah salah satu model estimasi biaya total untuk sebuah proyek sebagai dasar untuk memprediksi perkiraan	Penelitian ini menyimpulkan model estimasi biaya pembangunan jalan dengan rentang akurasi antara -12,7% hingga 16,0%, dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 0,59%.
14	Analisis Requirements Engineering Berdasarkan Penilaian Risiko (Studi Kasus Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Pengelolaan Air Limbah Domestik Kabupaten Gresik) (Setiawan 2020)	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan untuk membangun sistem informasi pengelolaan air limbah domestik di Kabupaten Gresik dengan menggunakan teknik persyaratan dan metode penilaian risiko.	Survey pendahuluan (kuesioner & wawancara), analisa pemangku kepentingan (<i>grid power/interest</i>), analisa sistem eksisting (Focus Group Discussion), Survey Probabilitas dan Dampak (Kuesioner&wawancara), dan penilaian risiko	Studi ini menemukan 9 modul layanan untuk proses RE, 10 langkah mitigasi risiko, dan 15 langkah kontinjensi.
15	Time and cost contingency management using Monte	Penelitian ini mengeksplorasi sarana waktu dan biaya kontinjensi	Dalam makalah ini, pendekatan simulasi Monte Carlo	Penelitian ini menyelidiki kontinjensi waktu dan biaya dengan

No	Judul	Tujuan	Metodologi	Hasil Penelitian
	Carlo simulation (Traynor and Mahmoodian 2019)	karena sifat proyek konstruksi	direkomendasikan sebagai bagian dari metodologi yang diusulkan untuk manajemen kontinjensi waktu dan biaya.	menggunakan analisis Monte Carlo, yang menghasilkan menghasilkan hasil yang dapat diterima industri untuk digunakan di masa depan dalam industri dan akademisi.



2.7 Kerangka Berpikir



Gambar 2.5 Kerangka Berpikir

Gambar 2.5 menjelaskan alur penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi faktor risiko yang memengaruhi biaya kontingensi pada Proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor. Dalam latar belakang, dijelaskan bahwa akses sanitasi di Bogor masih sangat rendah, hanya 3,9%, jauh dari target 15% dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN). Biaya kontingensi sering dihitung sebagai tambahan persentase dari perkiraan dasar, yang biasanya didasarkan pada intuisi dan data historis.

Tujuan penelitian adalah menganalisis faktor risiko, mengelompokkan jenis risiko yang memengaruhi biaya kontingensi, serta membuat model estimasi biaya

kontingensi yang lebih akurat. Sasaran penelitian meliputi minimalisasi risiko pembengkakan biaya, penyusunan model perhitungan yang spesifik, dan peningkatan kualitas manajemen proyek.

Pendekatan metode penelitian yang menggunakan teori terkait, yaitu proyek konstruksi, sistem jaringan air limbah, manajemen risiko, dan biaya kontingensi. Pendekatan yang digunakan adalah metode kualitatif untuk identifikasi risiko, dan metode kuantitatif untuk simulasi estimasi biaya. Hasil penelitian diharapkan memberikan analisis yang terintegrasi dan menjadi dasar bagi kesimpulan serta rekomendasi yang relevan dalam meningkatkan keberhasilan proyek sanitasi di Bogor.

2.7.1 Research Gap

Estimasi biaya kontingensi berbasis risiko merupakan aspek penting dalam manajemen proyek konstruksi, termasuk pada proyek sistem jaringan air limbah di Kota Bogor. Namun, terdapat beberapa celah penelitian yang perlu diatasi untuk meningkatkan akurasi dan reliabilitas estimasi tersebut. Saat ini, metode estimasi biaya kontingensi sering kali masih didasarkan pada penilaian subjektif dan pendekatan tradisional yang tidak sepenuhnya mengakomodasi kompleksitas dan ketidakpastian dalam proyek konstruksi.

Analisis kualitatif melalui wawancara dan kuesioner dengan para pakar dan responden merupakan metode yang lazim digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko. Namun, keterlibatan responden yang lebih beragam, termasuk dari penyedia dana dan pemilik proyek, masih terbatas. Hal ini penting untuk memastikan bahwa berbagai perspektif risiko dapat terakomodasi dan meningkatkan ketepatan estimasi kontingensi.

Integrasi antara data kualitatif dari wawancara dan kuesioner dengan analisis kuantitatif untuk menguji validitas dan reliabilitas variabel menggunakan aplikasi SPSS 25. Pendekatan sistematis untuk menggabungkan kedua jenis data ini akan menciptakan model estimasi kontingensi yang lebih dinamis dan responsif terhadap perubahan risiko selama siklus hidup proyek. Penelitian yang mendetail dan penilaian risiko yang berkelanjutan selama transisi dari tahap DED ke konstruksi

adalah kunci untuk memastikan anggaran proyek tetap terkendali dan sesuai dengan realitas lapangan.

Novelty penelitian menggabungkan wawancara ahli sebagai data kualitatif yang dikonversi ke dalam model kuantitatif, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan pendekatan gabungan. Pada penelitian estimasi kontingen proyek sistem jaringan air limbah memberikan konteks baru untuk pembaruan dalam studi kasus terkini. Hasil penelitian diharapkan memberikan solusi praktis dalam pengelolaan manajemen risiko dan pengendalian biaya proyek.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bentuk Penelitian

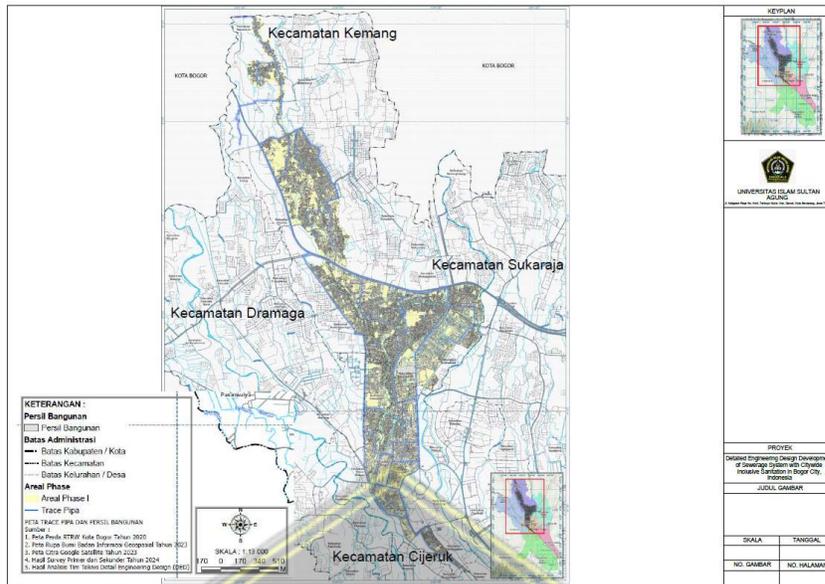
Penelitian analisis estimasi biaya kontingensi Fase I Jaringan Air Limbah Kota Bogor akan dilakukan dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif untuk memastikan hasil estimasi yang valid dan reliabel. Pada tahap analisis kualitatif, studi literatur akan digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor risiko yang mempengaruhi biaya proyek pada tahap prakonstruksi dan konstruksi. Selain itu, wawancara dengan ahli di bidang konstruksi akan memberikan wawasan mendalam tentang praktik terbaik dan pengalaman empiris dalam manajemen biaya kontingensi. Wawancara ini juga akan membantu dalam mengkonfirmasi temuan dari literatur serta mengidentifikasi risiko spesifik yang mungkin tidak terdeteksi sebelumnya.

Untuk analisis kuantitatif, menggunakan penyebaran kuesioner pada responden. Maka akan didapatkan besaran nilai dampak dan probabilitas. Kemudian akan dicek validitas dan reliabilitas variabel menggunakan aplikasi SPSS 25, dilanjutkan analisis dampak dan probabilitas untuk mengetahui kategori risiko. Analisis dampak dan probabilitas juga akan dimodelkan sebagai estimasi dari biaya kontingensi tersebut. Melalui kombinasi analisis kualitatif dan kuantitatif, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan model estimasi biaya kontingensi yang lebih akurat dan terpercaya untuk proyek Fase I Jaringan Air Limbah Kota Bogor.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Jaringan Air Limbah meliputi wilayah kota Bogor, sehingga batas proyek sebagai berikut :

1. Sebelah Utara : Kecamatan Kemang dan Bojong Gede.
2. Sebelah Timur : Kecamatan Sukaraja dan Ciawi Kabupaten Bogor.
3. Sebelah Barat : Kecamatan Dramaga dan Ciomas Kabupaten Bogor.
4. Sebelah Selatan: Kecamatan Cijeruk dan Caringin Kabupaten Bogor.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Jaringan Air Limbah Kota Bogor

Sumber : (Infratama 2024)

3.3 Variabel Penelitian

Setelah penelitian di lapangan, variabel-variabel penelitian diidentifikasi melalui wawancara dengan berbagai pihak yang terlibat dalam penelitian. Setelah meninjau literatur yang ada, variabel-variabel ini ditemukan pada tabel 3.1, sebagai berikut:

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

No	Variabel	Indikator	Parameter	Sumber
A	Tahap Prakonstruksi			
A1	Perizinan			
A1.1	Proses Perizinan	Waktu penyelesaian perizinan	Lama waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh izin	1; 2; 3; 5
A1.2	Kontrak Pekerjaan	Keadilan dalam kontrak	Adanya klausul yang adil dan seimbang	1; 2; 3; 5
A2	Politik			
A2.1	Sistem Pemerintahan	Stabilitas kebijakan	Konsistensi kebijakan proyek sebelum dan sesudah	2; 5; 6; 7

No	Variabel	Indikator	Parameter	Sumber
			pergantian pemerintahan	
A2.1	Hubungan Internasional	Dampak perubahan hubungan internasional	Kebijakan impor, aliran investasi asing	2; 5; 6; 7
A2.3	Regulasi	Kepatuhan terhadap regulasi baru	Adaptabilitas terhadap regulasi yang berubah	2; 5; 6; 7
A3	Ekonomi			
A3.1	Ketersediaan Dana Owner	Keamanan finansial	Ketersediaan anggaran proyek	2; 5; 6; 7
A3.2	Evaluasi Keuangan Owner	Stabilitas keuangan owner	Rasio keuangan owner, laporan keuangan	2; 5; 6; 7
A4	Analisa Dampak Lingkungan			
A4.1	Perencanaan Lingkungan	Kepatuhan terhadap regulasi lingkungan	Jumlah regulasi dan izin lingkungan yang dipenuhi	2; 5; 6; 7
A4.2	Perencanaan Lalu Lintas	Gangguan terhadap lalu lintas	Tingkat gangguan lalu lintas selama konstruksi	2; 5; 6; 7
A5	Studi			
A5.1	Data Survey	Jumlah data yang kurang atau tidak akurat	Persentase data yang perlu dikoreksi	1; 4; 6; 7
A5.2	Interpretasi Data	Perbedaan antara hasil studi dan kondisi lapangan	Tingkat kesalahan dalam interpretasi data	1; 4; 6; 7
1A6	Disain			
A6.1	Detail Desain	Tingkat kelengkapan dan detil desain	Jumlah revisi desain yang diperlukan	1; 4; 6; 7
A6.2	Penyelesaian Desain	Waktu penyelesaian desain dibandingkan dengan jadwal proyek	Persentase keterlambatan dalam penyelesaian desain	1; 4; 6; 7

No	Variabel	Indikator	Parameter	Sumber
A7	Pembebasan Lahan			
A7.1	Respon dari Masyarakat	Jumlah protes atau konflik terkait pembebasan lahan	Probabilitas kejadian protes dan durasi penyelesaiannya	1; 3; 6; 7
A7.2	Sengketa Lahan	Tingkat kesulitan dalam penyelesaian sengketa	Waktu yang dibutuhkan untuk penyelesaian sengketa	1; 3; 6; 7
B	Tahap Konstruksi			
B1	Pembiayaan			
B1.1	Pencairan Termin	Waktu pencairan termin	Waktu keterlambatan dari jadwal yang ditetapkan	1; 2; 4; 6
B1.2	Asuransi Proyek	Besaran premi asuransi	Persentase peningkatan biaya asuransi	1; 2; 4; 6
B1.3	Pajak	Tingkat pajak yang berlaku	Persentase pajak yang dikenakan pada proyek	1; 2; 4; 6
B1.4	Resesi	Fluktuasi ekonomi	Dampak resesi terhadap biaya bahan dan jasa	1; 2; 4; 6
B2	Engineering			
B2.1	Manajemen Proyek	Kualitas manajemen proyek	Penilaian manajemen proyek	1; 3; 4; 5
B2.2	Integritas proyek	Kepatuhan terhadap standar dan peraturan	Tingkat kepatuhan	1; 3; 4; 5
B2.3	Koordinasi proyek	Probabilitas dan efektivitas komunikasi	Jumlah pertemuan dan dokumentasi koordinasi	1; 3; 4; 5
B2.4	Konflik Personil Proyek	Konflik internal	Jumlah konflik	1; 3; 4; 5
B2.5	Komunikasi Kontraktor-Owner	Probabilitas komunikasi efektif	Jumlah dan kualitas komunikasi	1; 3; 4; 5

No	Variabel	Indikator	Parameter	Sumber
B2.6	Komunikasi Kontraktor-Konsultan	Probabilitas dan efektivitas komunikasi	Jumlah dan kualitas komunikasi	1; 3; 4; 5
B2.7	Komunikasi Kontraktor-Subkontraktor	Kualitas koordinasi subkontraktor	Jumlah dan kualitas komunikasi	1; 3; 4; 5
B2.8	Penyusunan Master Schedule	Realisme jadwal proyek	Perbandingan jadwal yang direncanakan vs aktual	1; 3; 4; 5
B2.9	Strategi Pengadaan Barang/Jasa	Efektivitas pengadaan	Keberhasilan pengadaan barang/jasa	1; 3; 4; 5
B2.10	Pengelolaan Biaya	Pengendalian biaya	Persentase over-budget	1; 3; 4; 5
B3	Procurement			
B3.1	Embargo	Adanya pembatasan impor atau ekspor material	Jumlah material yang tersedia	3; 4; 5; 6
B3.2	Kualitas Material/Peralatan	Probabilitas material yang tidak sesuai spesifikasi	Persentase material/peralatan yang diterima	1; 3; 4; 5
B3.3	Pengelolaan Peralatan/Material	Jumlah kerusakan peralatan	Tingkat kerusakan peralatan	1; 3; 4; 5
B3.4	Kerusakan Peralatan Proyek	Probabilitas kerusakan peralatan	Biaya perbaikan dan penggantian	1; 3; 4; 5
B3.5	Kenaikan Nilai Tukar Mata Uang Asing	Fluktuasi nilai tukar	Persentase kenaikan nilai tukar	1; 2; 5; 6
B3.6	Kenaikan Tarif Pajak Dan Bea Masuk	Perubahan tarif pajak dan bea masuk	Persentase kenaikan tarif	1; 2; 5; 6
B3.7	Inflasi	Tingkat inflasi	Persentase inflasi	1; 2; 5; 6
B3.8	Harga Material/Peralatan	Perubahan harga material	Persentase kenaikan harga	1; 2; 5; 6
B3.9	Waktu Pengiriman	Waktu keterlambatan pengiriman	Durasi keterlambatan	1; 2; 5; 6

No	Variabel	Indikator	Parameter	Sumber
B4	Pelaksanaan			
B4.1	Lokasi Proyek	Aksesibilitas ke lokasi proyek	Waktu dan biaya transportasi	1; 2; 5; 7
B4.2	Kondisi Tanah Proyek	Kapasitas daya dukung tanah	Jumlah material dan metode perbaikan tanah	2; 3; 5; 7
B4.3	Dampak Sosial	Respon masyarakat sekitar	Tingkat gangguan atau resistensi masyarakat	2; 3; 5; 7
B4.4	Keamanan Proyek	Tingkat kerawanan keamanan	Biaya pengamanan	2; 3; 5; 7
B4.5	Kompetensi SDM	Tingkat kesalahan pekerjaan	Jumlah kesalahan atau perbaikan pekerjaan	2; 3; 5; 7
B4.6	Produktivitas Tenaga Kerja	Jumlah tenaga kerja yang tersedia	Tingkat pengisian posisi pekerjaan	2; 3; 5; 7
B5	Manajemen Kualitas			
B5.1	Penggunaan Teknologi Baru	Tingkat adaptasi terhadap teknologi	Waktu pelatihan dan biaya penyesuaian	2; 3; 5; 6
B5.2	Metode Pelaksanaan Proyek	Kesalahan dalam metode kerja	Jumlah koreksi dan waktu perbaikan	2; 3; 5; 6
B5.3	Pekerjaan Ulang (Rework)	Probabilitas pekerjaan ulang	Biaya dan durasi pekerjaan ulang	2; 3; 5; 6
B5.4	Pengendalian Kualitas Proyek	Jumlah masalah kualitas yang terdeteksi	Probabilitas inspeksi dan koreksi kualitas	2; 3; 5; 6
B6	Manajemen K3			
B6.1	Implementasi Safety Plan	Jumlah insiden keselamatan di lokasi proyek	Probabilitas insiden dan biaya penanganan	2; 3; 4; 7
B6.2	Pelaksanaan K3	Kepatuhan terhadap prosedur K3	Jumlah pelanggaran prosedur dan biaya sanksi	2; 3; 4; 7

No	Variabel	Indikator	Parameter	Sumber
B6.3	Pengawasan K3	Probabilitas dan kualitas inspeksi K3	Jumlah temuan masalah K3 dan waktu perbaikan	2; 3; 4; 7
B6.4	Perlengkapan K3	Ketersediaan dan kualitas perlengkapan K3	Jumlah keluhan dan biaya pengadaan perlengkapan	2; 3; 4; 7
B6.5	Pengawasan Dampak Lingkungan	Kepatuhan terhadap standar lingkungan	Probabilitas pelanggaran dan biaya penanganan	2; 3; 4; 7
B7	Force Majeur			
B7.1	Kerusuhan dan Konflik	Probabilitas kerusuhan di sekitar proyek	Jumlah hari kerja terganggu dan biaya tambahan	1; 2; 3; 5
B7.2	Gangguan Cuaca dan Bencana Alam	Intensitas dan durasi cuaca ekstrem	Jumlah hari kerja terganggu dan biaya tambahan	1; 2; 3; 5
B7.3	Pencemaran Lingkungan	Dampak proyek terhadap lingkungan sekitar	Biaya rehabilitasi dan waktu perbaikan	1; 2; 3; 5
B7.4	Pandemi Global	Dampak pandemi terhadap tenaga kerja dan material	Biaya penyesuaian protokol dan waktu tambahan	1; 2; 3; 5

Sumber : 1 (Peginusa et al. 2020); 2 (Sutikno and Arif Rohman 2022); 3 (Christin and Sihombing 2021); 4 (Ronald Simanjuntak et al. 2020); 5 (Jung, Kim, and Lee 2016); 6 (Ekung et al. 2021); 7 (Sayed, Abdel-Hamid, and El-Dash 2023)

Pada tabel 3.1 dijelaskan variabel yang dibagi pada tahap prakonstruksi dan konstruksi. Pada tahap prakonstruksi adalah fase persiapan sebelum dimulainya pekerjaan fisik di lapangan. Tahap ini meliputi kegiatan seperti perencanaan, desain, perizinan, pengadaan, dan persiapan dokumen kontrak. Pada tahap konstruksi adalah fase pelaksanaan fisik proyek, di mana semua rencana dan desain yang telah disiapkan pada tahap prakonstruksi diwujudkan. Tahap ini meliputi kegiatan seperti pembangunan struktur, instalasi sistem, dan pengawasan kualitas.

3.4 Metode Pengumpulan Data

3.4.1 Data primer

Data penelitian yang diperoleh langsung dari sumbernya berupa wawancara, jajak pendapat dari individu atau kelompok serta hasil observasi terhadap suatu objek, kejadian, atau hasil pengujian (Prabandari, 2020). Dalam penelitian ini, data primer diperoleh dari hasil wawancara dan pengisian kuesioner oleh responden. Kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk semi-tertutup, di mana sebagian pertanyaan bersifat tertutup dengan opsi jawaban yang telah tersedia, terutama terkait dengan skala *likelihood* (probabilitas) dan *consequences* (akibat/dampak) risiko yang telah teridentifikasi.

1. Wawancara Pakar

Wawancara akan dilakukan kepada *expert* dengan pengalaman minimal 15 tahun bekerja dan memiliki pengalaman dibidang manajemen risiko dan manajemen konstruksi sehingga mereka dapat memberikan masukan yang penting terhadap estimasi biaya kontingensi. Adapun pihak-pihak *expert* yang akan di wawancara diantaranya yaitu dari Advisor Konsultan Perencana, Direktur Utama Konsultan Perencana, Jabatan Fungsional Teknik Dinas PUPR, Kepala Satuan Kerja Provinsi Jawa Tengah, dan *Urban Water Specialist*.

2. Penyebaran Kuesioner

Penyebaran kuesioner kepada 25 responden kepada Penyedia Dana, Pemilik Proyek, dan Konsultan Perencana yang terlibat langsung pada Proyek Jaringan Air Limbah Kota Bogor

3.4.2 Data sekunder

Data penelitian yang diperoleh melalui media perantara atau tidak langsung berupa buku, catatan, bukti yang telah ada, atau arsip, baik yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan secara umum (Prabandari, 2020). Dalam proyek ini, terdapat beberapa data sekunder yang digabungkan sebagai dokumen proyek. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Selain observasi, peneliti juga melakukan studi literatur untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh pada estimasi biaya kontingensi.

2. Data Proyek

Data Laporan *Detail Engineering Desain* seperti layout keseluruhan jaringan air limbah, spesifikasi teknis dan rencana anggaran biaya.

3.5 Responden Penelitian

Pada Tabel 3.2 dapat dilihat, sampling jenuh adalah teknik pengambilan sampel di mana seluruh populasi digunakan sebagai sampel. Metode yang digunakan adalah sampling jenuh di mana jumlah responden adalah 25 orang.

Tabel 3.2 Responden dalam Penelitian

No.	Lembaga	Responden	Jumlah (orang)
1	Penyedia Dana	World Bank	3
2	Pemilik Proyek	Pemerintah Kota Bogor	5
3	Konsultan Perencana	PT Infratama Yakti	17
		Jumlah	25

3.6 Metode Pengolahan Data

Penelitian ini berawal dari analisis data sekunder, yang kemudian diperluas dengan data primer.

Pada Tahap I dilakukan survey dengan bantuan instrument kuesioner awal yang diberikan kepada 5 orang pakar/ahli untuk variable yang dapat mempengaruhi estimasi biaya kontingensi pada proyek. Instrumen kuesioner yang digunakan pada tahap awal adalah model kuesioner terbuka. Model kuesioner tersebut disajikan dalam bentuk sederhana, sehingga responden dapat memberikan isian sesuai dengan kehendak dan keadaan. Pakar diminta untuk mengisi kolom keterangan yang menyatakan persepsi pakar mengenai parameter variable-variabel tersebut. Data

hasil pakar kemudian diolah sehingga variable yang dihasilkan merupakan faktor risiko yang berpengaruh dalam estimasi biaya kontingensi proyek.

Tabel 3.3 Contoh Kuesioner Tahap 1 ke Pakar

No.	Jenis Variabel	Setuju	Tidak Setuju	Keterangan
A	Tahap Prakonstruksi			
A1	Perijinan			
A1.1	Hambatan proses perijinan pemerintah setempat			
A1.2	Kontrak Pekerjaan yang ber at sebelah (owner-subkontra ktor)			
A1.3	Kesalahan dalam interprestasi Kontrak Pekerjaan karena kontrak kurang jelas			

Pada tabel 3.3 merupakan tabel kuesioner yang akan diisi oleh pakar, dimana dapat mengisi setuju, tidak setuju, maupun menambahkan variabel yang baru.

Kuesioner tahap II kepada 25 responden, setelah melakukan verifikasi, klarifikasi, dan validasi pakar, dilanjutkan dengan penyebaran instrument untuk mengetahui persepsi responden terhadap pengaruh variable-variabel dalam kuesioner. Kuesioner yang digunakan pada tahap ini berbentuk tertutup, di mana sebagian pertanyaan bersifat tertutup dengan opsi jawaban yang telah tersedia, terutama terkait dengan skala *likelihood* (probabilitas) dan *consequences* (akibat/dampak) risiko yang telah teridentifikasi. Dapat dilihat pada tabel 3.6.

Tabel 3.4 Contoh Kuesioner Tahap II ke Responden

No	Jenis Variabel	Probabilitas					Dampak					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
A	Tahap Prakonstruksi											
A1	Perijinan											

No	Jenis Variabel	Probabilitas					Dampak				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
A1.1	Hambatan proses perijinan pemerintah setempat										
A1.2	Hambatan metode pekerjaan										
A1.3	Kontrak Pekerjaan tidak adil										
A1.4	Kesalahan dalam memahami Kontrak Pekerjaan										

Pada Tabel 3.4 merupakan tabel kuesioner yang akan diisi oleh responden, responden dapat memilih besaran probabilitas dan dampak secara subyektif, sesuai ketentuan.

Dalam memberikan penilaian untuk kemungkinan timbulnya *possibility* peristiwa yang potensial menyebabkan kegagalan proyek di definisikan sebagai berikut (Godfrey, 1996) :

Adapun pengisian kuesioner oleh responden sesuai tabel 3.5 Skala Probabilitas dan 3.6 Skala Dampak.

1. Skor Skala Probabilitas

Tabel 3.5 Skala Probabilitas (*Probability*)

Tingkat Probabilitas	Peluang Terjadi	Skala
Sangat sering	$x \geq 80\%$	5
Sering	$60\% \leq x < 80\%$	4
Kadang-kadang	$40\% \leq x < 60\%$	3
Jarang	$20\% \leq x < 40\%$	2
Sangat Jarang	$x < 20\%$	1

Sumber (Christin and Sihombing 2021)

Dapat dilihat pada tabel 3.5, apabila probabilitas risiko sangat sering terjadi (peluang terjadi > 80%) maka diberikan nilai 5. sebaliknya apabila probabilitas risiko sangat jarang terjadi (peluang terjadinya <20%) maka diberikan nilai 1.

2. Skor Skala Dampak

Tabel 3.6 Skala Dampak (*Impact*)

Tingkat Konsekuensi	Dampak pada Biaya	Skala
Sangat Besar	$x \geq 15\%$	5
Besar	$10\% \leq x < 15\%$	4
Sedang	$5\% \leq x < 10\%$	3
Kecil	$0\% \leq x < 5\%$	2
Sangat Kecil	0% (tidak berdampak biaya)	1

Sumber (Christin and Sihombing 2021)

Dapat dilihat pada tabel 3.6, apabila dampak risiko sangat besar (besaran dampak > 80% terhadap pekerjaan proyek) maka diberikan nilai 5. sebaliknya apabila dampak risiko sangat kecil (besaran dampak <20% terhadap pekerjaan proyek) maka diberikan nilai 1.

3.7 Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan studi kasus proyek sedang tahap *Detailed Engineering Design*. Rencana Proyek akan dilaksanakan pada tahun 2025-2027 yaitu proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor, dengan panjang pipa 40,95 kilometer. Anggaran untuk proyek diproyeksikan sebesar 1,2 T. Anggaran dibagi menjadi 6 komponen utama. Komponen tersebut terdiri dari Biaya Umum, Pengadaan Pipa dan Accessories, Pekerjaan Pemasangan Pipa dan Accessories, Pemasangan Drop MH, Property (*Dry Connection*), Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

Analisa data tahap I dilaksanakan untuk menjawab pertanyaan penelitian pertama. Variabel hasil literatur secara umum dibawa ke pakar untuk divalidasi.

Validasi pakar ini bertujuan untuk mengetahui apakah variabel-variabel dalam kuesioner tersebut layak atau tidak digunakan sebagai faktor-faktor risiko yang berpengaruh terhadap estimasi biaya kontingensi.

Pengumpulan data dan kuesioner tahap II dilaksanakan dengan menggunakan kuesioner tertutup kepada stakeholders. Tujuan dari penelitian tahap II ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor risiko yang berpengaruh terhadap estimasi biaya kontingensi para proyek Jaringan Air Limbah Fase 1 Kota Bogor. Responden pada tahap II ini adalah seluruh populasi proyek Jaringan Air Limbah Fase 1 Kota Bogor. Data hasil kuesioner tahap II diolah dengan analisa kualitatif untuk menghasilkan mendapatkan faktor risiko yang berpengaruh, kategori risiko dan simulasi estimasi biaya kontingensi. Sebelum dianalisis akan diuji keterkaitan hubungan antar indikator, variabel laten dan variabel utama.

3.7.1 Pengujian Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas digunakan untuk menentukan isi kuesioner sudah benar atau belum. Jika pertanyaan dalam kuesioner memiliki kemampuan untuk mengungkapkan apa yang dimaksudkan untuk diukur, kuesioner tersebut dianggap valid. Uji reliabilitas mengevaluasi kuesioner yang berfungsi sebagai indikator variabel. Jika tanggapan seseorang terhadap pernyataan konsisten atau stabil dari waktu ke waktu, kuesioner dianggap reliabel atau handal.

3.7.2 Pengkategorian Risiko

Perhitungan nilai Indeks Risiko diperoleh dengan cara mengalikan Probabilitas Risiko dengan Dampak Risiko. Penentuan nilai Indeks Risiko menggunakan rumus sebagai berikut :

$$IR = (L)*(I) \dots\dots\dots(1)$$

Sumber : (Safira 2014)

Dimana: IR = Indeks Risiko dengan skala 1-25

L = Nilai probabilitas terjadinya risiko

I = Nilai dampak risiko terhadap kinerja proyek

Setelah didapatkan nilai Indeks Risiko selanjutnya nilai tersebut diplotkan ke dalam Tabel 3.7 Peta Matriks Risiko.

Tabel 3.7 Peta Matriks Risiko

		DAMPAK				
		Sangat Kecil (1)	Kecil (1)	Sedang (3)	Besar (4)	Sangat Besar (5)
FREKUENSI	Sangat Sering (5)	5	10	15	20	25
	Sering (4)	4	8	12	16	20
	Kadang-kadang (3)	3	6	9	12	15
	Jarang (2)	2	4	6	8	10
	Sangat Jarang (1)	1	2	3	4	5

Skor	Kategori
1 - 7	Risiko Rendah
8 - 14	Risiko Menengah
15 - 25	Risiko Tinggi

Sumber : (Qazi et al. 2021)

Pada tabel tersebut dijelaskan nilai dari perkalian probabilitas dan dampak sehingga didapatkan nilai tersebut. Apabila nilai perkalian tersebut diantara 1 sd 7 maka dikategorikan risiko rendah, nilai diantara 8 sd 14 dikategorikan risiko menengah, dan nilai diantara 15 sd 25 dikategorikan tinggi.

3.7.3 Estimasi Biaya Kontingensi

Perhitungan Estimasi Biaya Kontingensi dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$\% BC = P \times I \dots\dots\dots(2)$$

Sumber (Ambiya, Malahayati, and Nurisra 2021)

Dimana :

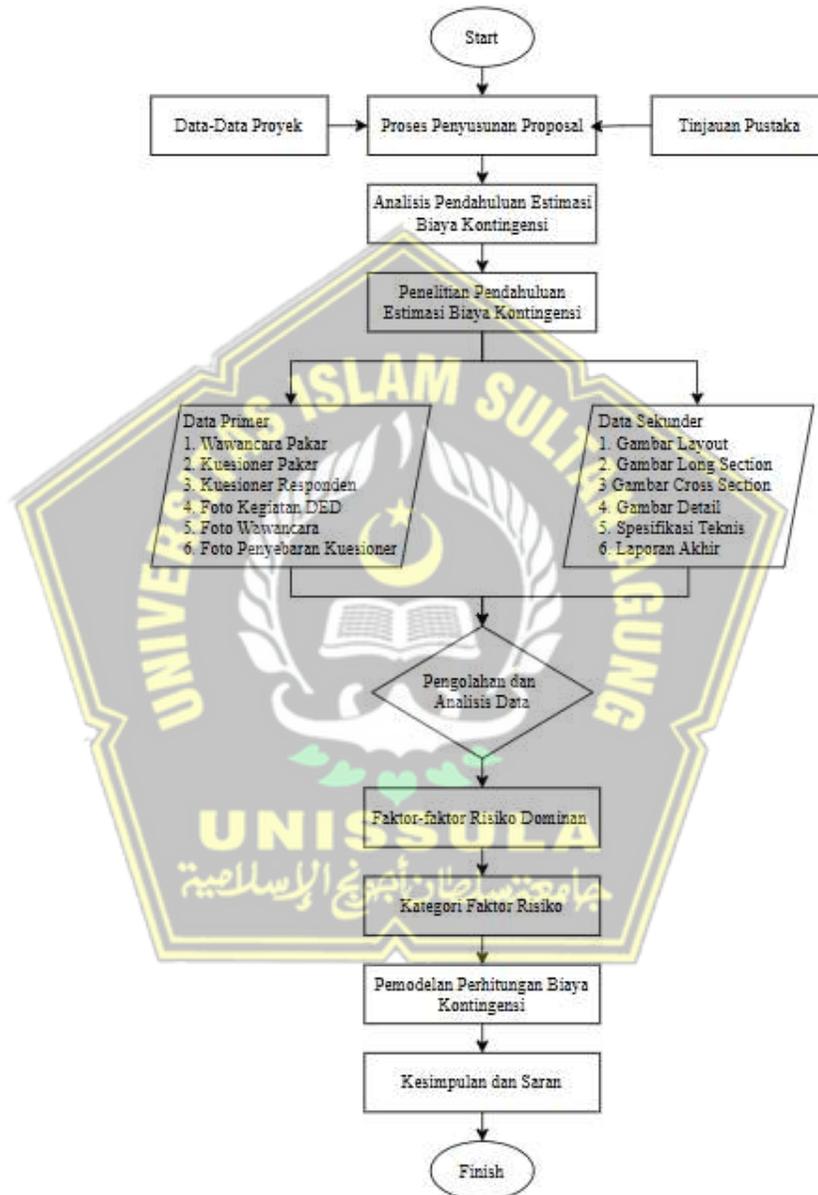
% BC = Presentase Biaya Kontingensi

P = Indeks rata-rata probabilitas risiko

I = Indeks rata-rata dampak risiko

3.8 Bagan Alir

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3 Diagram alir tersebut menggambarkan langkah-langkah yang diperlukan dalam penelitian analisis estimasi biaya kontingensi pada proyek sistem jaringan air limbah kota.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Proses dimulai dari pengumpulan data proyek, yang kemudian diikuti dengan penyusunan proposal dan tinjauan pustaka. Setelah itu, dilakukan analisis

pendahuluan estimasi biaya kontingensi, di mana penelitian awal juga dilakukan. Data yang diperlukan untuk analisis ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer meliputi kuesioner serta foto dan dokumentasi proyek, sementara data sekunder mencakup DED (*Detailed Engineering Design*) proyek dan literatur yang relevan. Data ini kemudian diolah dan dianalisis untuk menentukan peringkat kategori faktor risiko. Langkah selanjutnya adalah pemodelan perhitungan biaya kontingensi berdasarkan peringkat faktor risiko yang telah diidentifikasi. Hasil pemodelan ini akan digunakan untuk menghasilkan estimasi biaya kontingensi yang lebih akurat.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Diskripsi Proyek

Proyek pembangunan jaringan air limbah domestik di Kota Bogor bertujuan untuk meningkatkan sistem pengelolaan limbah melalui instalasi pengolahan dengan kapasitas 32.500 m³/hari. Pelaksanaan fisik proyek ini direncanakan pada tahun 2026. Dengan menargetkan kawasan perkotaan yang padat, proyek ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan sanitasi serta meningkatkan kualitas lingkungan hidup melalui pengelolaan limbah yang lebih efektif. Proyek ini akan membangun jaringan perpipaan yang terhubung langsung dengan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T).

4.1.1 Latar Belakang Proyek

Pemerintah Indonesia sedang mempromosikan praktik pengelolaan air limbah yang berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk melindungi sumber daya air, kesehatan masyarakat, dan ekosistem. Pemerintah berupaya meningkatkan cakupan dan efektivitas fasilitas pengolahan air limbah, khususnya di daerah perkotaan dan zona industri negara. Ini melibatkan pembangunan, peningkatan, rehabilitasi dan peningkatan instalasi pengolahan air limbah, jaringan air limbah, dan sistem pengolahan yang terdesentralisasi.

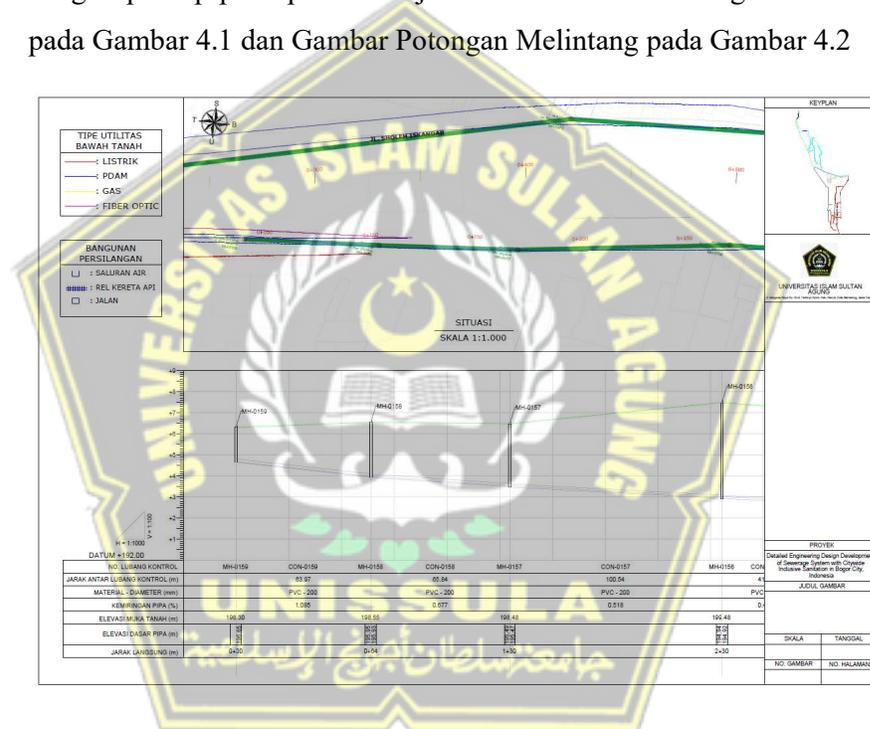
Kota Bogor merupakan salah satu kota di Indonesia yang telah ditetapkan pada tahun 2020, untuk Pelaksanaan Pilot Project berdasarkan Keputusan Menteri Dalam Negeri Nomor: 845-208 Tahun 2020 tentang Pendampingan Provinsi dalam Pelaksanaan Strategi Sanitasi Kabupaten/Kota Tahun 2020..

4.1.2 Tujuan Proyek

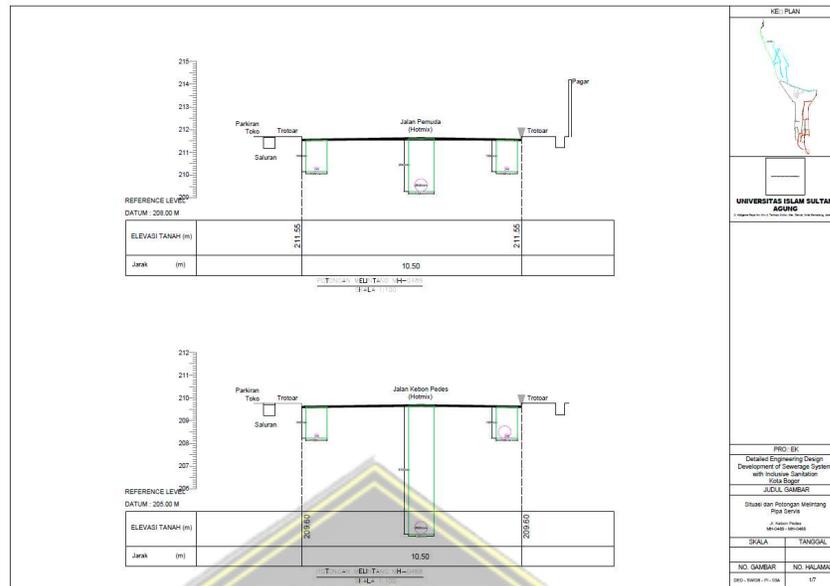
Tujuan umum dari program *Sewage System with Citywide Inclusive Sanitation* adalah pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor untuk memastikan pengolahan air limbah yang efektif, melindungi Kesehatan masyarakat dan lingkungan, dan mematuhi standar peraturan.

Tujuan khusus meliputi tiga komponen proyek :

1. Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Tinja. Membuat detail desain IPAL dan IPLT yang efektif dan efisien dalam penyisihan polutan dan kontaminan pada air limbah untuk memenuhi kualitas air sesuai dengan baku mutu efluen yang telah ditetapkan dalam peraturan. Dalam hal ini melibatkan penerapan berbagai proses pengolahan seperti pengolahan awal, primer, sekunder, dan tersier.
2. Jaringan Air Limbah. Membuat detail desain jaringan air limbah yang sesuai dengan prinsip-prinsip keberlanjutan. Co. Gambar Potongan Memanjang pada Gambar 4.1 dan Gambar Potongan Melintang pada Gambar 4.2



Gambar 4.1 Gambar Potongan Memanjang Jaringan Air Limbah
(Lampiran 21. Potongan Memanjang Jaringan Air Limbah)

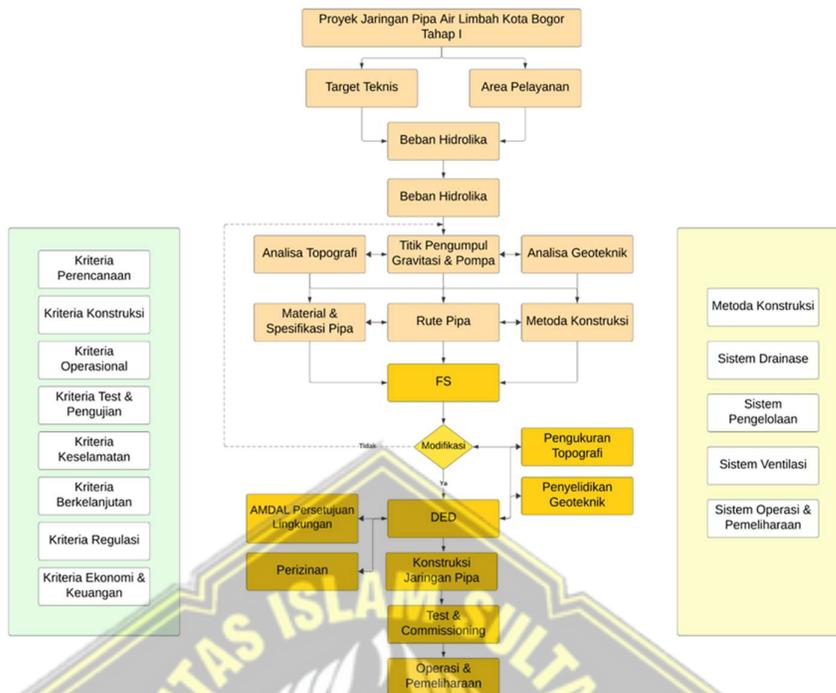


Gambar 4.2 Gambar Potongan Melintang Jaringan Air Limbah
(Lampiran 20. Potong Melintang Jaringan Air Limbah)

3. Menyusun pedoman operasi dan pemeliharaan jaringan pipa pengumpul air limbah, IPAL, dan IPLT.

4.1.3 Perencanaan dan Pelaksanaan Proyek Jaringan Air Limbah

Jaringan air limbah adalah sistem pipa dan saluran yang mengumpulkan dan memindahkan air limbah dari rumah, gedung, atau daerah tertentu ke instalasi pengolahan air limbah. Air limbah ini berasal dari berbagai sumber seperti kamar mandi, toilet, dapur, dan industri. Jaringan ini dirancang untuk mengalirkan limbah secara efisien ke tempat pengolahan yang sesuai, di mana limbah dapat diolah dan dibersihkan sebelum dilepaskan kembali ke lingkungan. Tujuan utama dari jaringan air limbah adalah untuk menghindari pencemaran lingkungan dan menjaga kesehatan masyarakat dengan memastikan limbah yang dihasilkan diolah secara efektif sebelum dibuang. Melalui sistem ini, air limbah dapat dikelola secara efisien dan aman, mengurangi risiko penyebaran penyakit dan kerusakan lingkungan. Pada Gambar 4.3 menunjukkan tahapan mulai dari analisis awal hingga operasi dan pemeliharaan sistem Jaringan Air Limbah.



Gambar 4.3 Diagram Alir Perencanaan Jaringan Air Limbah

4.1.4 Dasar Perencanaan Jaringan Air Limbah

Berikut ini dasar dari perencanaan dalam rancangan jaringan air limbah:

Tabel 4.1 Dasar Perencanaan Jaringan Air Limbah

No.	Parameter	Satuan	Dasar Perencanaan	Keterangan
1	Durasi Tahun Layanan hingga mencapai Kapasitas Target	-	2027-2037	Konstruksi dilakukan mulai pertengahan tahun 2026
2	Lokasi Proyek		Beberapa kelurahan di Kecamatan Tanah Sareal dan Kecamatan Bogor Tengah	
3	Luas Pelayanan Fase I	ha	± 1.000	
4	Satuan debit	Liter	- Domestik : 160	- Konsumsi air

No.	Parameter	Satuan	Dasar Perencanaan	Keterangan
	air bersih	per kapita per hari	Non-domestik : ±20% dari total non-domestik	bersih rumah tangga diambil berdasarkan data konsumsi air dari PDAM Tirta Pakuan tahun 2023. - Konsumsi air bersih diasumsikan nilainya tetap untuk tahun-tahun mendatang tanpa peningkatan untuk mendorong pelestarian air.
5	Satuan debit air limbah	Liter per kapita per hari	- Domestik : 128 Non-domestik : ±20% dari total non-domestik	- Debit air limbah diasumsikan 80% air bersih. - Angka 20% debit non-domestik merupakan hasil perhitungan estimasi debit dari bangunan-bangunan komersil/instansi pemerintah pada daerah layanan
6	Target Cakupan Layanan SPALD-T skala kota Kayumanis		- 160.709 jiwa (± 32.142 Sambungan Rumah) - 1200 Sambungan Non-Rumah (Non-domestik)	Asumsi 1 Sambungan Rumah = 5 orang

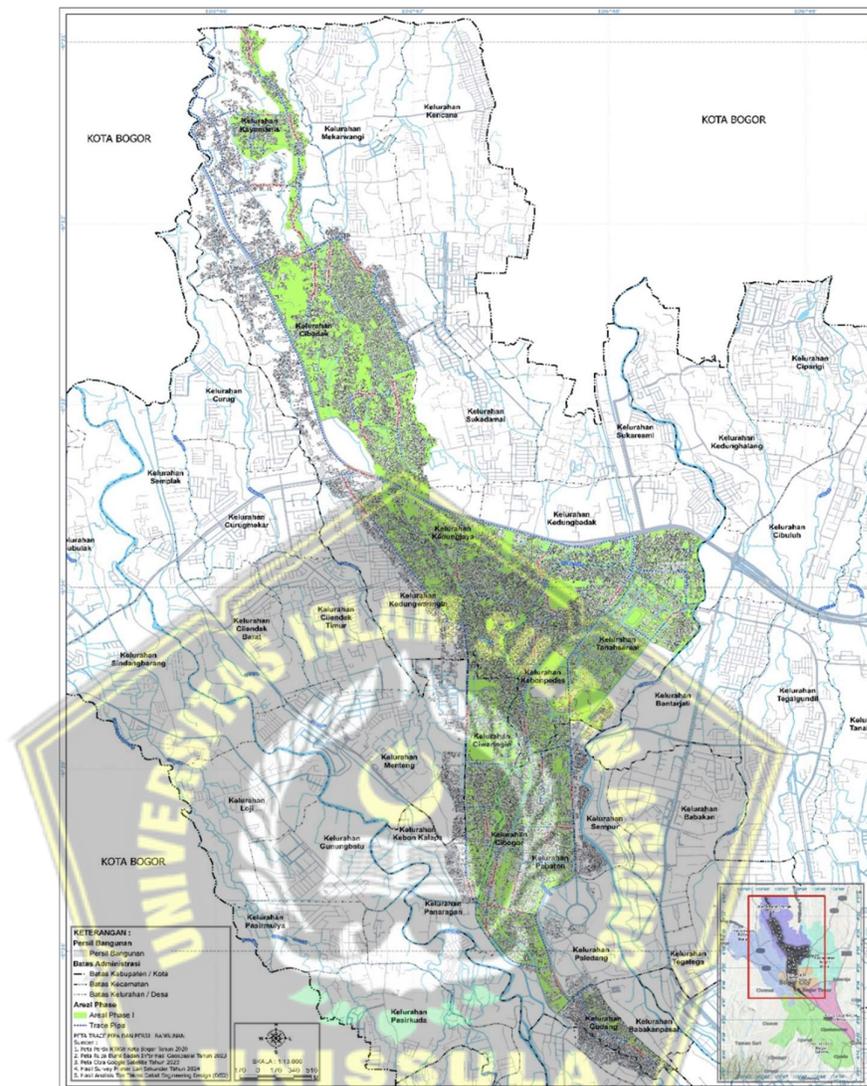
No.	Parameter	Satuan	Dasar Perencanaan	Keterangan
7	Debit Infiltrasi		Infiltrasi Permukaan : 10% Infiltrasi Saluran = $L/1.000 \times Q_R =$ 20.182 (panjang pipa PVC dalam proyek)/1.000 \times 2 $L/\text{detik} = 3487,44$ $\text{m}^3/\text{hari} = \pm 13\%$ Total debit infiltrasi = 23%	Rumus untuk : Infiltrasi permukaan = $0,1-0,3 Q_R$ Infiltrasi Saluran = $L/1.000 \times Q_R$ Sumber : Permen PUPR
8	Kapasitas desain IPAL	m^3/hari	$\pm 32.500 \text{ m}^3$	

Sumber : (Pristiani, 2023)

Pada tabel tersebut dasar perencanaan jaringan air limbah, berdasarkan durasi layanan, luas pelayanan, target cakupan dan kapasitas desain IPAL.

4.1.5 Wilayah Pelayanan Jaringan Air Limbah

Pelayanan jaringan air limbah Kota Bogor dibagi menjadi 5 lokasi, yaitu Pipa Induk, Pipa Servis Zona 1, Pipa Servis Zona 2, Pipa Servis Zona 3 dan Pipa Lateral. Dijelaskan pada Gambar 4.4 mengenai wilayah pelayanan tersebut.

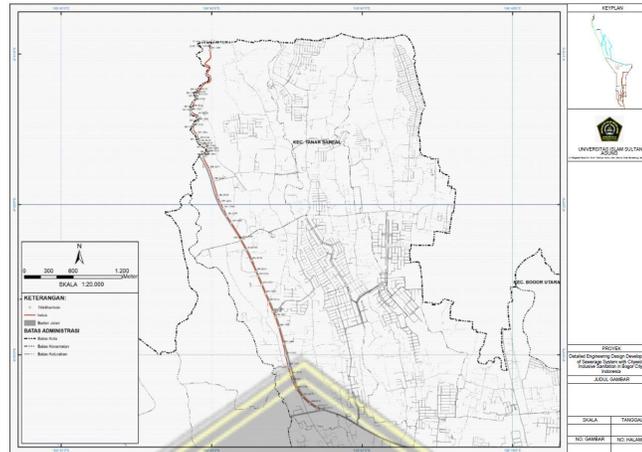


Gambar 4.4 Wilayah Pelayanan Jaringan Air Limbah
 Sumber : (Pristiani, 2023)
 (Lampiran 14. Wilayah Pelayanan Jaringan Air Limbah)

4.1.5.1 Pipa Induk

Pipa induk berada pada jalan baru yang akan dibangun Pemkot Bogor pada tahun 2025. Jalan ini sekaligus menjadi jalan akses menuju Gelanggang Olahraga (GOR) yang letaknya akan berdampingan dengan lokasi IPAL Kayumanis. Panjang jalur tersebut kurang lebih 5,4 km, melewati Tempat Pemakaman Umum (TPU) Kayumanis. Direnkanakan berdekatan dengan lahan TPU tersebut akan dibangun

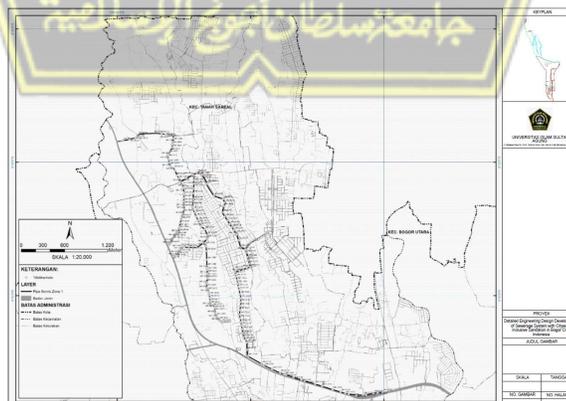
stasiun pompa pengumpul semua timbulan air limbah dari seluruh daerah layanan Fase I. Dapat dilihat pada Gambar 4.5 lokasi zona pipa induk



Gambar 4.5 Peta Lokasi Zona Pipa Induk
 Sumber : (Pristiani, 2023)
 (Lampiran 15. Peta Lokasi Zona Pipa Induk)

4.1.5.2 Pipa Servis Zona 1

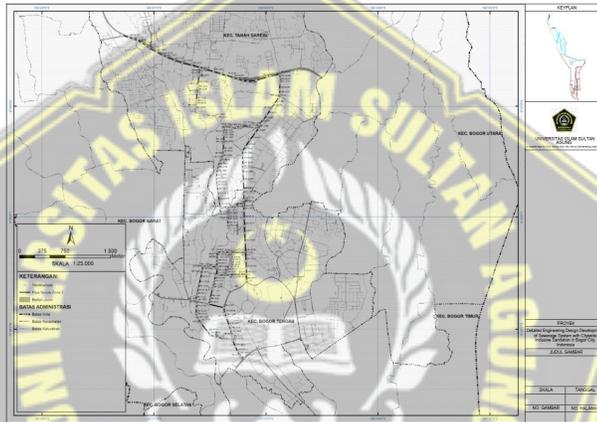
Pipa Servis Zona 1 meliputi wilayah pelayanan yang berada di Kelurahan Kayumanis dan Cibadak. Zona ini merupakan zona yang terdekat dengan IPAL Kayumanis. Zona ini didominasi oleh perumahan. Perumahan tertata dan terbangun ditemui pada Kelurahan Cibadak yakni perumahan Bukit Cimanggu City. Area komersil banyak ditemui terutama di sepanjang Jalan Sholeh Iskandar. Total panjang pipa servis pada zona ini diperkirakan 10,5 km. Dapat dilihat pada Gambar 4.6 lokasi pipa servis zona 1.



Gambar 4.6 Peta Lokasi Zona 1
 Sumber : (Pristiani, 2023)
 (Lampiran 16. Peta Lokasi Zona 1 Pipa Servis)

Pipa Servis Zona 2

Pipa Servis Zona 2 meliputi wilayah pelayanan dengan kelurahan terbanyak yaitu Kelurahan Kedungbadak, sebagian Kedungjaya, Kebon Pedes, Cibogor, Pabaton, Paledang dan Gudang. Potensi timbulan air limbah dari sektor komersil sangat besar pada zona ini, terutama di daerah wilayah pelayanan Paledang, Gudang, dan Pabaton, dimana terdapat jalan-jalan utama yang padat bangunan komersil dan kantor seperti Jalan Ir. H. Juanda, Jalan Jendral Sudirman, Jalan Pemuda, dan Jalan Dewi Sartika. Total panjang pipa servis pada zona ini diperkirakan 13,7 km. Posisi wilayah percontohan berada pada zona ini. Dapat dilihat pada Gambar 4.7 lokasi pipa servis zona 2.



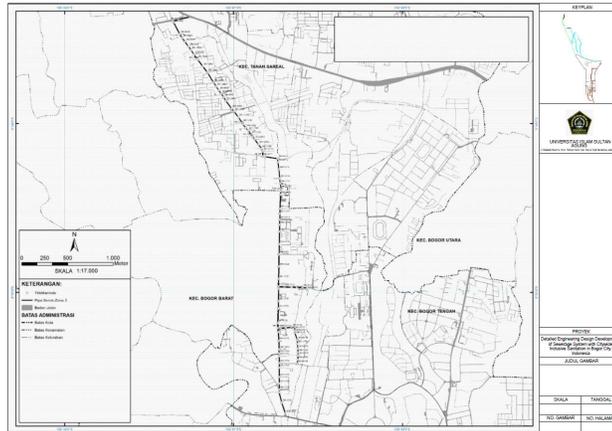
Gambar 4.7 Peta Lokasi Zona 2

Sumber : (Pristiani, 2023)

(Lampiran 17. Peta Lokasi Zona 2 Pipa Servis)

4.1.5.3 Pipa Servis Zona 3

Pipa Servis Zona 3 meliputi wilayah pelayanan pada Kelurahan Kedungwaringin, sebagian Kedungjaya dan Ciwaringin. Potensi timbulan air limbah dari sektor komersil lumayan besar pada zona ini, terutama pada sepanjang Jalan Merdeka-Tentara Pelajar. Total panjang pipa servis pada zona ini diperkirakan 5,8 km. Dapat dilihat pada Gambar 4.8 lokasi pipa servis zona 2



Gambar 4.8 Peta Lokasi Zona 3
 Sumber : (Pristiani, 2023)
 (Lampiran 18. Peta Lokasi Zona 3 Pipa Servis)

4.1.5.4 Pipa Lateral

Zona Lateral meliputi dari perumahan Cimanggu Permai dan area sepanjang Jalan Sholeh Iskandar. Total panjang pipa servis pada zona ini diperkirakan 5,3 km. Dapat dilihat pada Gambar 4.9 lokasi pipa lateral.



Gambar 4.9 Peta Lokasi Lateral
 Sumber : (Pristiani, 2023)
 (Lampiran 19. Peta Lokasi Pipa Lateral)

4.1.6 Capital Expenditure dan Operational Expenditure

4.1.6.1 Capital Expenditure

Capital Expenditure (CAPEX) mengacu pada pengeluaran modal yang digunakan untuk pembelian, pengembangan, atau peningkatan aset tetap seperti

instalasi pipa, pompa, dan fasilitas pengolahan limbah (Analisis and Dan 2022). CAPEX mencakup investasi awal yang signifikan, termasuk biaya desain, konstruksi, serta pembelian peralatan utama yang akan digunakan dalam jangka panjang. Detail CAPEX pada Proyek Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Total Biaya Capex

No.	Keterangan	Nilai
1	Pipa Induk	Rp. 301.492.430.000
2	Pipa Fase 1	Rp. 710.601.912.763
3	Pilot Project	Rp. 326.769.447.386
4	IPAL	Rp. 442.353.227.912
	Total Biaya	Rp. 1.781.217.018.061

Sumber : (Pristiani, 2023)

Dapat dilihat pada tabel diatas, biaya capex meliputi biaya fisik pipa induk, pipa fase I, pilot project, dan IPAL dengan total disekitar 1,7 trilyun rupiah.

4.1.6.2 Operational Expenditure

Operational Expenditure (OPEX) adalah pengeluaran operasional yang mencakup biaya untuk mengelola, memelihara, dan mengoperasikan jaringan air limbah (Analisis and Dan 2022). OPEX meliputi biaya operasional sehari-hari seperti energi untuk menjalankan pompa, gaji tenaga kerja, bahan kimia untuk pengolahan limbah, serta perawatan rutin peralatan. Detail OPEX pada Proyek Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Total Biaya OPEX

No.	Keterangan	Nilai
1	IPAL	Rp. 27.603.719.293
2	Jaringan Air Limbah	Rp. 5.743.718.954
3	Biaya Umum	Rp. 1.315.280.659
	Total Biaya	Rp. 34.662.718.906

Sumber : (Pristiani, 2023)

Dapat dilihat pada tabel diatas, biaya opex meliputi biaya pemeliharaan IPAL, jaringan air limbah, dan biaya umum dengan total disekitar 34 milyar rupiah.

4.1.7 Jadwal Pelaksanaan

Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan Proyek Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor dimulai dari Feasibility Study, Detail Engineering Desain, Tender, Konstruksi dan Pengoperasian. Berikut ini merupakan jadwal pelaksanaan dari Proyek Pekerjaan Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor dapat dilihat pada Gambar 4.10.

Komponen Kegiatan IPALD Kayumanis	Tahun						
	2021-2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028-2029
FS							
Green Book							
Loan Appraisal/Loan Agreement							
AMDAL							
Detailed Engineering Design							
Construction Tender							
WWTP 32500m3/day							
Pipa Induk							
Pipa Fase 1							
Pipa Lateral							
Pengoperasian Sistem Kayumanis							

Gambar 4.10 Jadwal Pelaksanaan Sistem Jaringan Air Limbah
Sumber : (Pristiani, 2023)

4.2 Faktor Risiko Yang Mempengaruhi Biaya Kontingensi

4.2.1 Analisa Data Kuesioner Tahap Pertama

Analisa data kuesioner tahap pertama digunakan untuk membantu menjawab pertanyaan penelitian (*research question*) tahap pertama. Kuesioner tahap pertama berisi variabel yang terdiri dari faktor-faktor risiko yang didapat dari hasil studi literatur sebanyak 59 faktor yang disampaikan ke pakar untuk diverifikasi, klarifikasi dan validasi. Pakar diminta pendapatnya apakah setuju dengan variabel-variabel risiko tersebut. Pakar diminta untuk mengisi kolom-kolom

keterangan yang disediakan, dengan menambah, mengurangi, memberi masukan dan mengkoreksi variabel-variabel risiko yang disampaikan.

Adapun semula jumlah pakar yang ditunjuk dan dikirimkan kuesioner tahap 1 adalah sebanyak 5 (lima) orang, dengan kriteria pakar adalah personil yang berpengalaman dalam bidang sanitasi dan jaringan air limbah, dari pihak Konsultan Perencana, Pemilik Proyek, dan Penyedia Dana. Berikut ini adalah data identitas masing-masing responden yang dimintai informasi dan data melalui wawancara. Adapun data responden yang mewakili 5 pihak tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Responden Penelitian Tahap 1

No.	Pakar	Umur	Pengalaman Kerja	Jenis Kelamin	Pendidikan Terakhir	Jabatan
1.	Pakar 1	70	45 tahun	Laki-laki	S2 Teknik Sipil	Advisor Konsultan Perencana PT Infra Tama Yakti
2.	Pakar 2	48	24 tahun	Laki-laki	S1 Teknik Sipil	Direktur Utama Konsultan Perencana dan Manajemen Konstruksi
3.	Pakar 3	47	20 tahun	Perempuan	S1 Teknik Sipil	JFT Teknik Penyehatan Lingkungan Dinas PUPR Bogor
4.	Pakar 4	48	24 tahun	Perempuan	S2 Teknik Sipil	Kepala Satuan Kerja Pelaksanaan Prasarana Permukiman Wilayah III

No.	Pakar	Umur	Pengalaman Kerja	Jenis Kelamin	Pendidikan Terakhir	Jabatan
						Provinsi Jawa Tengah
5.	Pakar 5	59	29 tahun	Laki-laki	S2 Teknik Lingkungan	Urban Water and Sanitation Specialist World Bank

Dapat dilihat pada tabel diatas, Pakar memiliki pengalaman kerja lebih dari > 15 tahun dibidang manajemen konstruksi, manajemen risiko dan sanitasi.

Dapat dilihat pada Tabel 4.5 dari 59 Variabel indikator risiko yang mempengaruhi estimasi biaya kontingensi pada Proyek Jaringan Air Limbah Fase 1 Kota Bogor menjadi 19 variabel indikator yang dinilai relevan oleh pakar dan adanya 2 variabel indikator tambahan sehingga total menjadi 21 variabel indikator yang akan dilanjutkan ke penyebaran kuesioner tahap 2.

Tabel 4.5 Variabel Validasi Pakar

No	Variabel	Setuju	Tidak Setuju	Keterangan
A	Tahap Prakonstruksi			
A1	Perizinan			
A1.1	Proses Perizinan	4	1	Variabel Digunakan
A1.2	Kontrak Pekerjaan	3	2	Variabel Digunakan
A1.3	Interprestasi Kontrak	3	2	Variabel Baru
A2	Politik			
A2.1	Sistem Pemerintahan	2	3	Variabel Tidak Digunakan
A2.2	Hubungan Internasional	3	2	Variabel Digunakan
A2.3	Regulasi	4	1	Variabel Digunakan

No	Variabel	Setuju	Tidak Setuju	Keterangan
A3	Ekonomi			
A3.1	Ketersediaan Dana Owner	4	1	Variabel Digunakan
A3.2	Evaluasi Keuangan Owner	3	2	Variabel Digunakan
A4	Analisa Dampak Lingkungan			
A4.1	Perencanaan Lingkungan	4	1	Variabel Digunakan
A4.2	Perencanaan Lalu Lintas	3	2	Variabel Digunakan
A5	Studi			
A5.1	Data Survey	3	2	Variabel Digunakan
A5.2	Interpretasi Data	3	2	Variabel Digunakan
A5.3	Spesifikasi Teknis	2	3	Variabel Tidak Digunakan
A6	Disain			
A6.1	Detail Desain	3	2	Variabel Digunakan
A6.2	Penyelesaian Desain	3	2	Variabel Digunakan
A7	Pembebasan Lahan			
A7.1	Respon dari Masyarakat	1	4	Variabel Tidak Digunakan
A7.2	Sengketa Lahan	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B	Tahap Konstruksi			
B1	Pembiayaan			
B1.1	Pencairan Termin	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B1.2	Asuransi Proyek	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B1.3	Pajak	2	3	Variabel Tidak Digunakan

No	Variabel	Setuju	Tidak Setuju	Keterangan
B1.4	Resesi	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B2	Engineering			
B2.1	Manajemen Proyek	2	3	Variabel Tidak Digunakan
B2.2	Integritas proyek	2	3	Variabel Tidak Digunakan
B2.3	Koordinasi proyek	-	5	Variabel Tidak Digunakan
B2.4	Pengambilan Keputusan	-	5	Variabel Tidak Digunakan
B2.5	Konflik Personil Proyek	-	5	Variabel Tidak Digunakan
B2.6	Komunikasi Kontraktor-Owner	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B2.7	Komunikasi Kontraktor-Konsultan	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B2.8	Komunikasi Kontraktor-Subkontraktor	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B2.9	Penyusunan Master Schedule	-	5	Variabel Tidak Digunakan
B2.10	Strategi Pengadaan Barang/Jasa	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B2.11	Pengelolaan Biaya	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B3	Procurement			
B3.1	Embargo	3	2	Variabel Digunakan
B3.2	Kualitas Material/Peralatan	2	3	Variabel Tidak Digunakan
B3.3	Pengelolaan Peralatan/Material	4	1	Variabel Digunakan

No	Variabel	Setuju	Tidak Setuju	Keterangan
B3.4	Kerusakan Peralatan Proyek	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B3.5	Kenaikan Nilai Tukar Mata Uang Asing	4	1	Variabel Digunakan
B3.6	Kenaikan Tarif Pajak Dan Bea Masuk	4	1	Variabel Digunakan
B3.7	Inflasi	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B3.8	Harga Material/Peralatan	3	2	Variabel Digunakan
B3.9	Waktu Pengiriman	-	5	Variabel Tidak Digunakan
B3.10	Harga Bbm	3	2	Variabel Baru
B4	Pelaksanaan			
B4.1	Lokasi Proyek	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B4.2	Kondisi Tanah Proyek	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B4.3	Dampak Sosial	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B4.4	Keamanan Proyek	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B4.5	Kompetensi SDM	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B4.6	Produktivitas Tenaga Kerja	-	5	Variabel Tidak Digunakan
B5	Manajemen Kualitas			
B5.1	Penggunaan Teknologi Baru	-	5	Variabel Tidak Digunakan
B5.2	Metode Pelaksanaan Proyek	1	4	Variabel Tidak Digunakan

No	Variabel	Setuju	Tidak Setuju	Keterangan
B5.3	Pekerjaan Ulang (Rework)	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B5.4	Pengendalian Kualitas Proyek	-	5	Variabel Tidak Digunakan
B6	Manajemen K3			
B6.1	Implementasi Safety Plan	2	3	Variabel Tidak Digunakan
B6.2	Pelaksanaan K3	-	5	Variabel Tidak Digunakan
B6.3	Pengawasan K3	-	5	Variabel Tidak Digunakan
B6.4	Perlengkapan K3	-	5	Variabel Tidak Digunakan
B6.5	Pengawasan Dampak Lingkungan	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B7	Force Majeur			
B7.1	Kerusuhan dan Konflik	4	1	Variabel Digunakan
B7.2	Gangguan Cuaca dan Bencana Alam	4	1	Variabel Digunakan
B7.3	Pencemaran Lingkungan	1	4	Variabel Tidak Digunakan
B7.4	Pandemi Global	2	3	Variabel Tidak Digunakan

Variabel pada tahap prakonstruksi seperti sistem pemerintahan dinilai memiliki tingkat probabilitas yang sangat rendah dan memiliki dampak yang sangat rendah, spesifikasi teknis dinilai bukan sebagai variabel yang mempengaruhi biaya kontingensi karena standar acuan yang jelas, variabel pembebasan lahan tidak digunakan karena sudah ada paket pekerjaan tersendiri diluar tahapan prakonstruksi.

Variabel pada tahap konstruksi seperti pembiayaan, engineering, pelaksanaan, manajemen kualitas, dan manajemen K3 sudah termasuk dalam strategi pekerjaan dan kecil dimungkinkan untuk terdapat biaya kontingensi.

Dari tabel diatas, dapat dilihat terdapat 57 variabel, yang kemudian tereduksi menjadi 19 variabel. Terdapat penambahan 2 variabel baru.

4.2.2 Analisa Data Kuesioner Tahap Kedua

Hasil kuesioner yang telah disebar kepada responden tertentu sebagai pilot survey berdasarkan hasil variabel-variabel risiko yang telah divalidasi pakar, selanjutnya disebar kepada responden yang telah ditentukan, yaitu kepada pihak yang terlibat proyek jaringan air limbah. Responden dibagi dalam beberapa kriteria sebagai berikut:

1. Jenis Kelamin

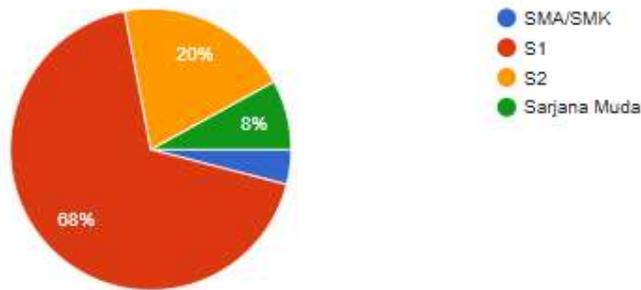
Dapat dilihat pada Gambar 4.11 Grafik Responden berdasarkan Jenis Kelamin, responden laki-laki lebih banyak sebanyak 78% atau sejumlah 19 orang.



Gambar 4.11 Berdasarkan Jenis Kelamin

2. Pendidikan

Dapat dilihat pada Gambar 4.12 Grafik Responden berdasarkan Pendidikan Terakhir, Pendidikan S1 lebih banyak sebanyak 68% atau sejumlah 17 orang.



Gambar 4.12 Berdasarkan Pendidikan

3. Lama Bekerja

Dapat dilihat pada Gambar 4.13 Grafik Responden berdasarkan Lama Bekerja, Lama bekerja > 15 tahun sebanyak 56% atau sejumlah 14 orang.



Gambar 4.13 Berdasarkan Lama Bekerja

4. Jabatan Kerja

Dapat dilihat pada Gambar 4.14 Grafik Responden berdasarkan Jabatan Kerja, Didominasi oleh Konsultan sebanyak 60% atau sejumlah 15 orang dan adanya responden dari supplier pipa dan vendor pipa jacking



Gambar 4.14 Berdasarkan Jabatan Kerja

Berikut ini variabel yang digunakan untuk penyebaran Kuesioner Tahap II, dimana terdapat 21 variabel indikator. Terdapat 13 variabel prakonstruksi dan 8 variabel konstruksi. Dapat dilihat pada Tabel 4.6.



Tabel 4.6 Variabel Risiko untuk Kuesioner Tahap II

Variabel		Variabel Laten	Variabel Utama
A1.1	Proses Perizinan	Perizinan	Prakonstruksi
A1.2	Kontrak Pekerjaan		
A1.3	Interpretasi Kontrak		
A2.2	Hubungan Internasional	Politik	
A2.3	Regulasi		
A3.1	Ketersediaan Dana Owner	Ekonomi	
A3.2	Evaluasi Keuangan Owner		
A4.1	Perencanaan Lingkungan	Dampak Lingkungan	
A4.2	Perencanaan Lalu Lintas		
A5.1	Data Survey	Studi	
A5.2	Interpretasi Data		
A6.1	Detail Desain	Desain	
A6.2	Penyelesaian Desain		
B3.1	Embargo	Procurement	Konstruksi
B3.3	Pengelolaan Peralatan/Material		
B3.5	Nilai Tukar Mata Uang Asing		
B3.6	Tarif Pajak dan Bea Masuk		
B3.8	Harga Peralatan/Material		
B3.10	Harga BBM		
B7.1	Kerusuhan dan Konflik	Force Majeur	
B7.2	Gangguan Cuaca dan Bencana Alam		

Dari hasil olah data kuesioner Tahap II, didapatkan hasil resume dampak variabel yang mempengaruhi biaya estimasi kontingensi Proyek Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor pada tabel 4.7, sebagai berikut :

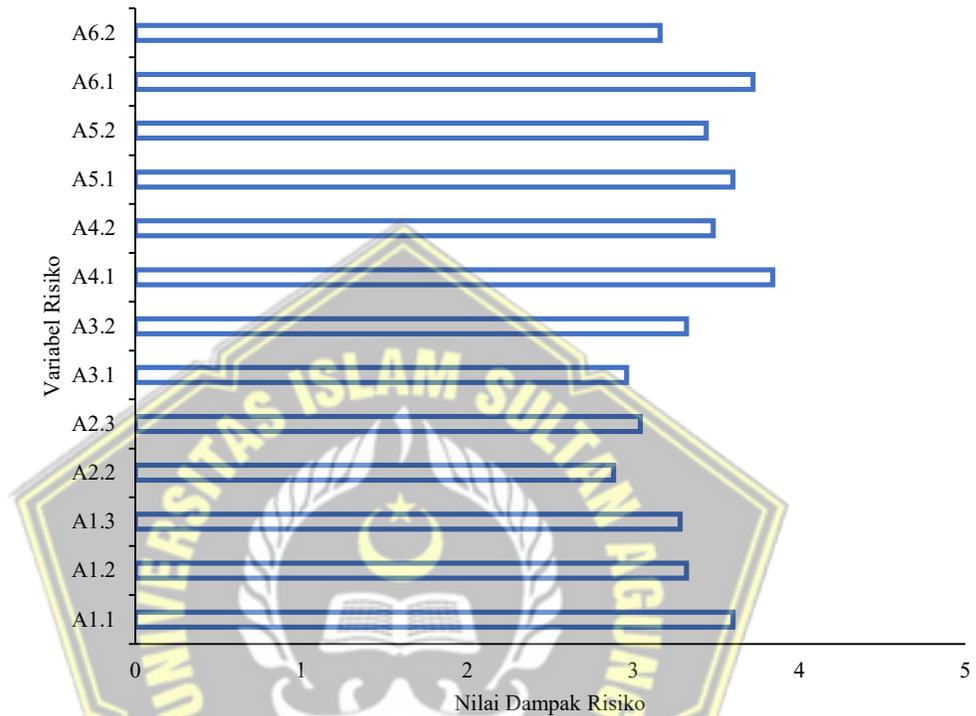
Tabel 4.7 Resume Hasil Dampak Risiko

No.	Variabel	Nilai Dampak Risiko				
		1	2	3	4	5
1	A1.1	0%	0%	48%	44%	28%
2	A1.2	0%	16%	44%	32%	8%
3	A1.3	0%	16%	56%	12%	8%
4	A2.2	0%	28%	60%	8%	4%
5	A2.3	0%	32%	40%	20%	4%
6	A3.1	0%	40%	32%	20%	0%
7	A3.2	0%	0%	76%	16%	0%
8	A4.1	0%	0%	24%	68%	0%
9	A4.2	0%	4%	44%	52%	0%
10	A5.1	0%	4%	40%	48%	0%
11	A5.2	0%	8%	48%	36%	0%
12	A6.1	0%	12%	12%	68%	4%
13	A6.2	0%	8%	80%	0%	0%
14	B3.1	4%	8%	36%	44%	4%
15	B3.3	0%	16%	28%	48%	12%
16	B3.5	0%	36%	52%	12%	0%
17	B3.6	0%	36%	40%	20%	0%
18	B3.8	0%	8%	64%	20%	0%
19	B3.10	0%	20%	52%	24%	4%
20	B7.1	0%	12%	72%	8%	0%
21	B7.2	0%	24%	20%	52%	0%

Dari tabel resume tersebut berdasarkan hasil dampak risiko, responden memberikan dampak risiko pada level 3 dan 4 yang menunjukkan bahwa risiko-risiko tersebut memiliki dampak sedang dan tinggi terhadap biaya kontingensi. Variabel dengan dampak tinggi A6.2: 80% pada level 4 dan 0% pada level 5 → dominan pada dampak tinggi, B3.10: 64% pada level 4 dan 20% pada level 5 → sangat tinggi, A6.1: 68% pada level 4 dan 4% pada level 5, B7.2: 52% pada level 4

dan 0% pada level 5. Variabel dengan nilai dominan pada level 4 (seperti A6.2, A6.1, dan B3.10) perlu mendapat perhatian khusus dalam manajemen risiko.

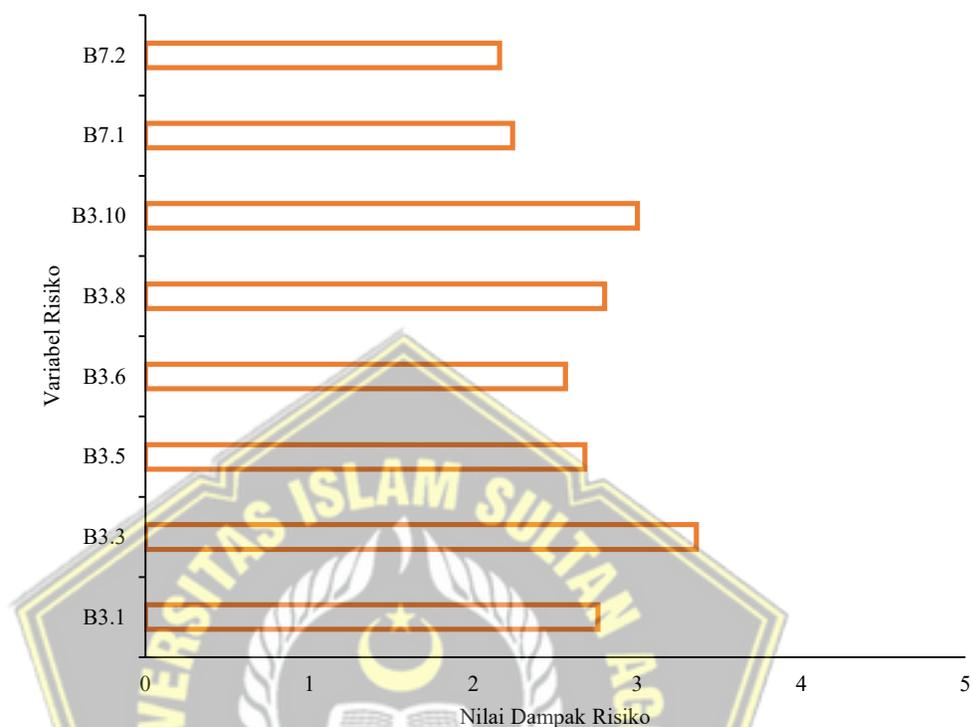
Nilai rata-rata Dampak Risiko Tahap Pra-Konstruksi



Gambar 4.15 Grafik Nilai Dampak Risiko Tahap Pra-Konstruksi

Pada Gambar 4.15 menunjukkan nilai rata-rata dampak risiko dari berbagai variabel risiko pada tahap pra-konstruksi dalam suatu proyek konstruksi. Variabel A4.1 memiliki nilai dampak tertinggi (mendekati 4), yang mengindikasikan bahwa risiko tersebut memiliki potensi pengaruh signifikan terhadap biaya, waktu, atau kualitas proyek, sehingga perlu diberikan alokasi biaya kontingensi yang lebih besar.

Nilai rata-rata Dampak Risiko Tahap Konstruksi



Gambar 4.16 Grafik Nilai Dampak Risiko Tahap Konstruksi

Pada Gambar 4.16 menunjukkan nilai rata-rata dampak risiko dari berbagai variabel risiko pada tahap konstruksi dalam suatu proyek konstruksi. Variabel B3.3 memiliki nilai dampak tertinggi (mendekati 4), yang mengindikasikan bahwa risiko tersebut memiliki potensi pengaruh signifikan terhadap biaya, waktu, atau kualitas proyek, sehingga perlu diberikan alokasi biaya kontingensi yang lebih besar.

Dari hasil olah data kuesioner Tahap II, didapatkan hasil resume probabilitas variabel yang mempengaruhi biaya estimasi kontingensi Proyek Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor sebagai berikut :

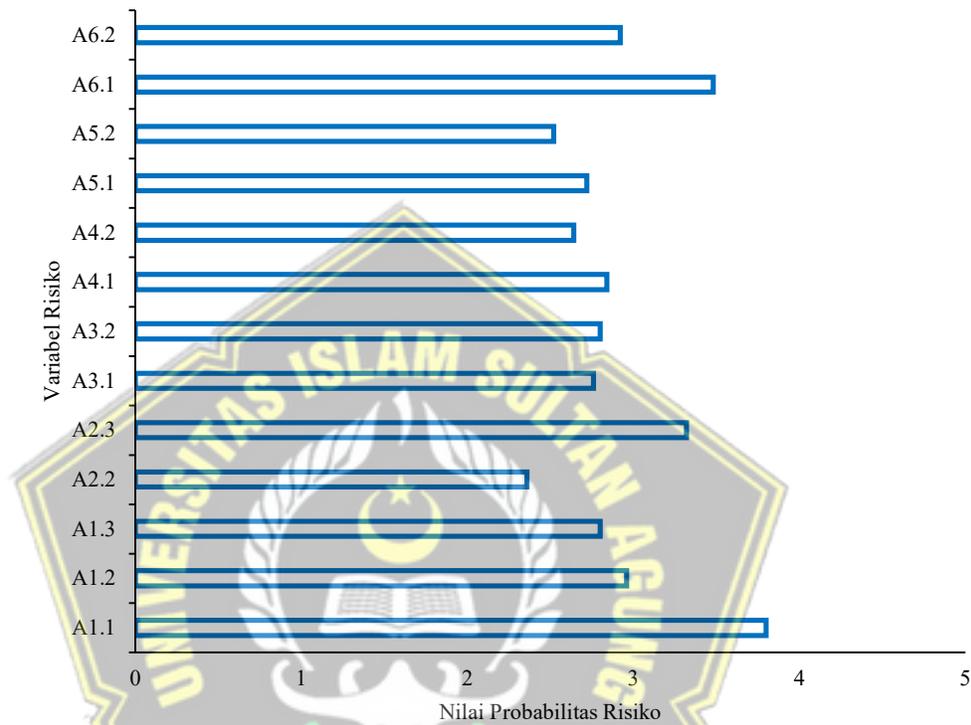
Tabel 4.8 Resume Hasil Probabilitas Risiko

No.	Variabel	Nilai Probabilitas Risiko				
		1	2	3	4	5
1	A1.1	0%	0%	48%	24%	28%
2	A1.2	0%	36%	40%	16%	8%
3	A1.3	0%	36%	40%	16%	8%
4	A2.2	0%	72%	24%	0%	4%
5	A2.3	0%	44%	36%	16%	4%
6	A3.1	0%	44%	36%	20%	0%
7	A3.2	4%	28%	52%	16%	0%
8	A4.1	0%	32%	52%	16%	0%
9	A4.2	0%	56%	24%	20%	0%
10	A5.1	0%	44%	40%	16%	0%
11	A5.2	0%	56%	36%	8%	0%
12	A6.1	0%	8%	40%	48%	4%
13	A6.2	0%	32%	44%	24%	0%
14	B3.1	0%	48%	32%	16%	4%
15	B3.3	0%	12%	52%	24%	12%
16	B3.5	0%	40%	52%	8%	0%
17	B3.6	0%	48%	48%	4%	0%
18	B3.8	0%	48%	24%	28%	0%
19	B3.10	0%	28%	48%	20%	4%
20	B7.1	20%	52%	12%	16%	0%
21	B7.2	24%	48%	16%	12%	0%

Dari tabel resume tersebut berdasarkan hasil probabilitas risiko, responden memberikan probabilitas risiko pada level 4 dan 5 yang menunjukkan bahwa risiko-risiko tersebut memiliki kemungkinan terjadi tinggi dan sangat tinggi terhadap biaya kontingensi. Variabel dengan dampak tinggi A1.1: 24% pada level 4 dan 28% pada level 5, A6.1: 48% pada level 4 dan 4% pada level 5, B3.1: 24% pada level 4 dan 20% pada level 5, B3.10: 40% pada level 4 dan 20% pada level 5. Variabel

B3.10, A1.1, dan A6.1 memiliki total skor tinggi dalam kategori probabilitas 4 dan 5.

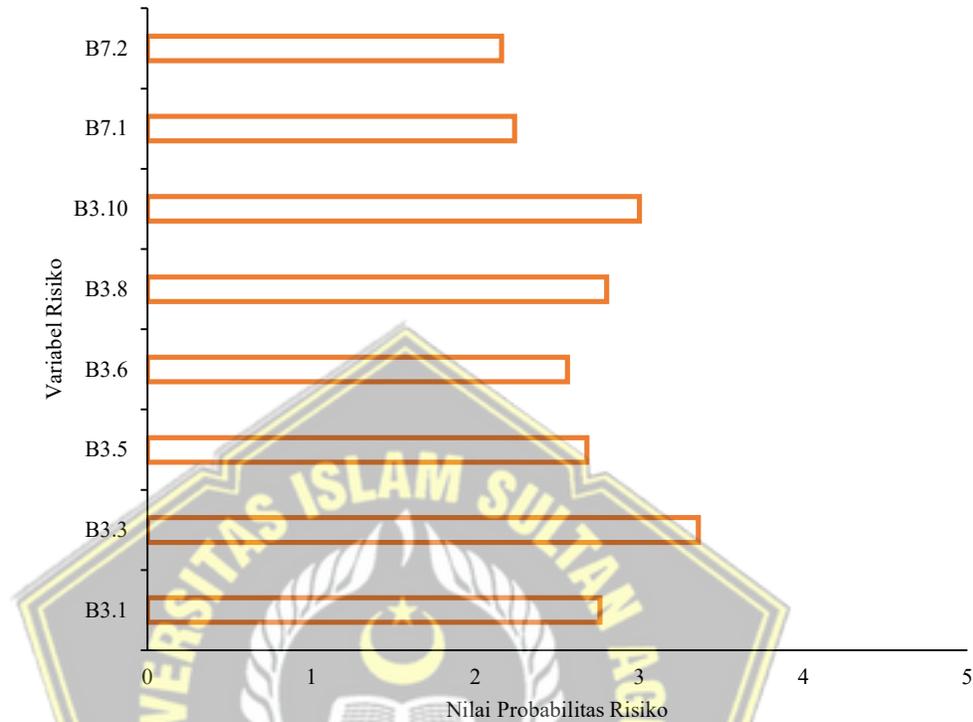
Nilai rata-rata Probabilitas Risiko Tahap Pra-Konstruksi



Gambar 4.17 Nilai Probabilitas Risiko Tahap Pra-Konstruksi

Pada Gambar 4.17 menunjukkan nilai rata-rata probabilitas risiko dari berbagai variabel risiko pada tahap pra-konstruksi dalam suatu proyek konstruksi. Variabel A1.1 memiliki nilai probabilitas tertinggi (mendekati 4), yang mengindikasikan bahwa risiko tersebut memiliki potensi sangat mungkin terjadi. Ini sangat penting dalam konteks penentuan biaya kontingensi, karena risiko dengan probabilitas tinggi akan memberikan kontribusi signifikan terhadap potensi kerugian yang harus diantisipasi.

Nilai rata-rata Probabilitas Risiko Tahap Konstruksi



Gambar 4.18 Grafik Dampak Probabilitas Risiko Tahap Konstruksi

Pada Gambar 4.18 menunjukkan nilai rata-rata probabilitas risiko dari berbagai variabel risiko pada tahap pra-konstruksi dalam suatu proyek konstruksi. Variabel B3.3 memiliki nilai probabilitas tertinggi (mendekati 4), yang mengindikasikan bahwa risiko tersebut memiliki potensi sangat mungkin terjadi. Ini sangat penting dalam konteks penentuan biaya kontingensi, karena risiko dengan probabilitas tinggi akan memberikan kontribusi signifikan terhadap potensi kerugian yang harus diantisipasi.

4.3 Kategori Risiko

Setelah mengetahui nilai rata-rata dampak risiko dan probabilitas risiko, langkah berikutnya adalah menemukan nilai Indeks Risiko (IR). Persamaan Indeks Risiko (IR) adalah perkalian antara besaran dampak dan kemungkinan terjadinya

risiko. Metode kategori risiko membagi kelompok berdasarkan tingkat risikonya. Tabel berikut digunakan untuk mengklasifikasikan variabel risiko:

Tabel 4.9 Nilai Faktor Risiko dan Kategori Risiko Variabel

No	Variabel	Nilai Rata-Rata Dampak	Nilai Rata-Rata Probabilitas	Indeks Risiko (IR)	Kategori Risiko
1	A1.1	3,60	3,80	13,68	Menengah
2	A1.2	3,32	2,96	9,83	Menengah
3	A1.3	3,28	2,96	9,71	Menengah
4	A2.2	2,88	2,36	6,80	Rendah
5	A2.3	3,04	2,80	8,51	Menengah
6	A3.1.	2,96	2,76	8,17	Menengah
7	A3.2	3,32	2,80	9,30	Menengah
8	A4.1	3,84	2,84	10,91	Menengah
9	A4.2	3,48	2,64	9,19	Menengah
10	A5.1	3,60	2,72	9,79	Menengah
11	A5.2	3,44	2,52	8,67	Menengah
12	A6.1	3,72	3,48	12,95	Menengah
13	A6.2	3,16	2,92	9,23	Menengah
14	B3.1	3,44	2,76	9,49	Menengah
15	B3.3	3,48	3,36	11,69	Menengah
16	B3.5	2,76	2,68	7,40	Menengah
17	B3.6	2,92	2,56	7,48	Menengah
18	B3.8	3,28	2,80	9,18	Menengah
19	B3.10	3,12	3,00	9,36	Menengah
20	B7.1	3,12	2,24	6,99	Rendah
21	B7.2	3,36	2,16	7,26	Menengah

Pada Tabel 4.9 terdapat 3 kategori Risiko, yaitu Risiko Rendah, Risiko Sedang, dan Risiko Tinggi. Variabel risiko A2.2 dan B7.1 masuk dalam kategori risiko rendah, sedangkan yang lainnya masuk dalam kategori risiko sedang.

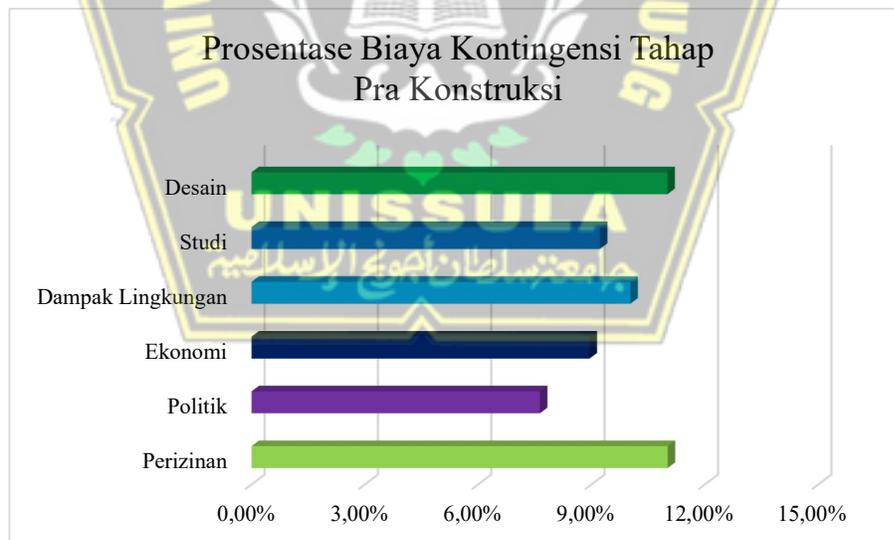
4.4 Biaya Kontingensi

Pada tabel 4.10 menunjukkan analisis risiko pada proyek konstruksi berdasarkan dua tahap utama, yaitu Tahap Prakonstruksi dan Tahap Konstruksi. Setiap komponen risiko diukur berdasarkan Nilai Dampak dan Nilai Probabilitas, yang kemudian digunakan untuk menghitung Biaya Kontingensi. Pada Tahap Prakonstruksi, risiko tertinggi berasal dari "Perizinan" dan "Desain", masing-masing dengan biaya kontingensi sebesar 11,02 dan 11,01, menandakan dampak tertinggi terhadap biaya proyek.

Tabel 4.10 Model Estimasi Biaya Kontingensi

No	Komponen Risiko	Indeks Dampak (I)	Indeks Probabilitas (P)	Biaya Kontingensi (%BC)
Tahap Prakonstruksi				
1	Perizinan	3,40	3,24	11,02
2	Politik	2,96	2,58	7,64
3	Ekonomi	3,22	2,78	8,95
4	Dampak Lingkungan	3,66	2,74	10,03
5	Studi	3,52	2,62	9,22
6	Desain	3,44	3,20	11,01
Tahap Konstruksi				
1	Procurement	3,17	2,86	9,06
2	Force Majeur	3,24	2,20	7,13

Pada Gambar 4.19 Menunjukkan Grafik Prosentase Biaya Kontingensi pada Tahap Prakonstruksi.



Gambar 4.19 Grafik Prosentase Biaya Kontingensi Tahap Prakonstruksi

Pada tahap pra konstruksi, risiko perizinan, politik, ekonomi, dampak lingkungan, serta studi dan desain sangat mempengaruhi estimasi biaya kontingensi. Risiko perizinan muncul ketika terdapat keterlambatan atau perubahan

regulasi yang dapat menunda jadwal proyek dan meningkatkan biaya. Risiko politik dan ekonomi mencakup ketidakstabilan pemerintahan, inflasi, atau fluktuasi nilai tukar yang berdampak langsung pada harga bahan dan jasa. Sementara itu, risiko dampak lingkungan seperti penolakan masyarakat atau temuan lingkungan baru dapat menyebabkan revisi rencana atau tambahan pekerjaan mitigasi. Ketidaktepatan atau ketidaklengkapan dalam studi dan desain awal juga berpotensi menyebabkan perubahan signifikan saat pelaksanaan, yang menuntut alokasi biaya kontingensi lebih besar untuk mengantisipasi ketidakpastian tersebut.

Pada Gambar tersebut, dapat dilihat variabel yang paling berpengaruh pada tahap Pra Konstruksi terhadap biaya kontingensi adalah Perizinan, Desain, Dampak Lingkungan, Studi, Ekonomi, dan Politik.

Pada Gambar 4.20 Menunjukkan Grafik Prosentase Biaya Kontingensi pada Tahap Konstruksi.



Gambar 4.20 Grafik Prosentase Biaya Kontingensi Tahap Konstruksi

Pada tahap konstruksi, risiko procurement dan force majeure menjadi komponen utama yang memengaruhi biaya kontingensi. Risiko procurement berkaitan dengan keterlambatan pengadaan material, kegagalan pemasok, atau kenaikan harga tak terduga akibat permintaan pasar atau masalah logistik, yang dapat mengganggu jadwal dan menaikkan biaya pelaksanaan. Sedangkan risiko force majeure seperti bencana alam, pandemi, atau kerusuhan sosial bersifat tidak

terduga dan di luar kendali kontraktor maupun pemilik proyek. Dampak dari kejadian tersebut bisa sangat signifikan, menyebabkan penghentian sementara pekerjaan atau perlunya perubahan metode konstruksi, sehingga harus diperhitungkan dalam biaya kontingensi untuk menjaga keberlanjutan proyek.

Pada Gambar tersebut, dapat dilihat variabel yang paling berpengaruh pada tahap Konstruksi terhadap biaya kontingensi adalah Procurement (Pengadaan) kemudian Force Majeur (Kondisi Darurat).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan sebelumnya pada sub bab pertama, serta analisis dari bab hasil dan pembahasan mengenai Analisis Estimasi Biaya Kontingensi Berbasis Risiko Pada Proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan Analisis Tahap I dengan Pakar/Tenaga Ahli terdapat 21 variabel risiko. Selanjutnya variabel risiko tersebut disebarkan ke responden yang terkait Proyek (Sampling Jenuh) sejumlah 25 responden. Pada Analisis Tahap II didapatkan variabel dengan tingkat dampak dan probabilitas tinggi dalam penelitian adalah Proses Perizinan, Detail Desain, Pengelolaan Peralatan/Material, Perencanaan Lingkungan dan Kontrak Pekerjaan.
2. Berdasarkan analisis penelitian variabel-variabel risiko pada tahap prakonstruksi dan konstruksi masuk dalam kategori risiko menengah. Dimana risiko tersebut sudah diketahui diawal sehingga dapat dimitigasi lebih cepat untuk mengurangi probabilitas dan dampaknya.
3. Besaran nilai estimasi biaya kontingensi paling tinggi adalah 11,02%. Pada proses prakonstruksi perlu diperhatikan pada saat proses perizinan dan desain. Pada proses Konstruksi perlu diperhatikan untuk proses procurement

5.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian perihal Analisis Estimasi Biaya Kontingensi Berbasis Risiko Pada Proyek Sistem Jaringan Air Limbah Fase I Kota Bogor dan didapatkan kesimpulan dari penelitian ini maka diperlukan saran sebagai berikut :

1. Mengenai variabel yang berkaitan dengan estimasi biaya kontingensi dapat dibuat lebih banyak dan mendetail lagi. Disarankan pada saat proses pengadaan barang dan jasa sudah ada dan dianggarkan dengan jelas.

2. Dengan adanya analisis tersebut, diharapkan terdapat tindakan preventif untuk mengurangi probabilitas risiko. Mitigasi untuk mengurangi dampak risiko dan sistem manajemen risiko yang optimum di masing-masing instansi seperti Penyedia Dana, Pemilik Proyek, Konsultan Perencana dan lain-lain.
3. Besaran nilai estimasi kontingensi setiap Proyek Konstruksi berbeda-beda tetapi semuanya dapat diukur dan dianalisa, sehingga bukan lagi menjadi pandangan yang subyektif. Diharapkan dilakukan analisis kontingensi bersama pada saat sebelum tender dan dievaluasi pada akhir proyek.



DAFTAR PUSTAKA

- AACE. 2013. *American Association of Cost Engineering*.
- Ambiya, Firhan, Nurul Malahayati, and Nurisra Nurisra. 2021. "Tingkat Risiko Konstruksi Dari Faktor Tenaga Kerja, Material Dan Peralatan Pada Rekonstruksi Rumah Pasca Bencana Gempa Di Kabupaten Pidie Jaya." *Journal of The Civil Engineering Student* 3(3):274–81. doi: 10.24815/journalces.v3i3.17589.
- Analisis, Menggunakan, and Biaya Dan. 2022. "Emissions Reduction in Cities Through."
- Cerezo-Narváez, Alberto, Andrés Pastor-Fernández, Manuel Otero-Mateo, and Pablo Ballesteros-Pérez. 2020. *Integration of Cost and Work Breakdown Structures in the Management of Construction Projects*. Vol. 10.
- Christin, Bernadette, and Lukas Beladi Sihombing. 2021. "Identifikasi Faktor Risiko Biaya Kontingensi Proyek." *Prosiding CEEDRiMS 2021: Inovasi Teknologi Dan Material Terbarukan Menuju Infrastruktur Yang Aman Terhadap Bencana Dan Ramah Lingkungan* (August):9–16.
- Dirjen Ciptakarya. 2018. "Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sub-Sistem Pelayanan Dan Pengumpulan." *Director General of Cipta Karya Ministry of Public Works and Public Housing* 53(9):1689–99.
- Ekung, Samuel, Adeniran Lashinde, and Emmanuel Adu. 2021. "Critical Risks to Construction Cost Estimation." *Journal of Engineering, Project, and Production Management* 11(1):19–29. doi: 10.2478/jeppm-2021-0003.
- Emad Mohamed Asal, By, and Supervisors Hossam El-deen Hosny Mohamed Ass Akram Souldan Kotb. 2014. "Factors Affecting Building Construction Projects' Cost Estimating MASTER OF SCIENCE In Construction Engineering and Management."
- Hair, Joseph F., G. Tomas Hult, Christian Ringle, and Marko Sarstedt. 2017. *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) - Joseph F. Hair, Jr., G. Tomas M. Hult, Christian Ringle, Marko Sarstedt*.
- Hammad, and Mohammed. 2018. "Estimating, Allocating and Managing Schedule and Cost Contingency in Construction Projects."
- Harold Kerzner. 2021. *Recensione Di "Project Management a Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling."*
- Hoseini, Erfan, Pim van Veen, Marian Bosch-Rekveltdt, and Marcel Hertogh. 2020. "Cost Performance and Cost Contingency during Project Execution: Comparing Client and Contractor Perspectives." *Journal of Management in Engineering* 36(4):1–13. doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000772.

- Infratama, Yakti. 2024. "Laporan DED Jaringan Air Limbah Kota Bogor."
- Institute, Project Management. 2017a. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Vol. 34.
- Institute, Project Management. 2017b. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Vol. 34.
- Jung, Ji Hyun, Dae Young Kim, and Hak Ki Lee. 2016. "The Computer-Based Contingency Estimation through Analysis Cost Overrun Risk of Public Construction Project." *KSCE Journal of Civil Engineering* 20(4):1119–30. doi: 10.1007/s12205-015-0184-8.
- Magis, S., and Proyek Epc. 2014. "BASIS RESIKO PADA PROYEK EPC (Engineering , Procurement Engineering , Procur Ement and Const Construction." 1–9.
- Nguyen, Hung Duy, and Laura Macchion. 2023. "Risk Management in Green Building: A Review of the Current State of Research and Future Directions." *Environment, Development and Sustainability* 25(3):2136–72. doi: 10.1007/s10668-022-02168-y.
- Peginusa, Stefani Switly, Debby Willar, and Fabian J. Manoppo. 2020. "Model Estimasi Biaya Kontingensi Berbasis Risiko Pada Proyek Normalisasi Sungai Di Daerah Perkotaan." *Jurnal Ilmiah Media Engineering* 10(1):35–46.
- Pristiani, Mita. 2023. "Laporan FS IPAL Dan Jaringan Air Limbah Kota Bogor."
- Putri, Ardelia Dewani, and I. Nyoman Dita Pahang Putra. 2023. "Analisis Biaya Manajemen Risiko Pada Proyek Pengaman Muara Sungai Bogowonto Sisi Timur (KSN) YIA." *Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi* 11(1):213–27.
- Qazi, Abroon, Abdulrahim Shamayleh, Sameh El-Sayegh, and Steven Formanek. 2021. "Prioritizing Risks in Sustainable Construction Projects Using a Risk Matrix-Based Monte Carlo Simulation Approach." *Sustainable Cities and Society* 65(October):102576. doi: 10.1016/j.scs.2020.102576.
- Ronald Simanjuntak, Manlian A., Bernadette Christin, Pelita Harapan, and Tangerang Selatan. 2020. "Analisis Faktor-Faktor Risiko Contingency Cost Proyek Epc Pipeline Analysis of Risk Factors Contingency Cost Epc Pipeline Project." 4:429–37.
- Safira, Nadya. 2014. "Manajemen Risiko." *Japanese Society of Biofeedback Research* 19:709–15. doi: 10.20595/jjbf.19.0_3.
- Sayed, Mohamed, Mohamed Abdel-Hamid, and Karim El-Dash. 2023. "Improving Cost Estimation in Construction Projects." *International Journal of Construction Management* 23(1):135–43. doi: 10.1080/15623599.2020.1853657.

- Setiawan, M. A. 2020. *Analisis Requirements Engineering Berdasarkan Penilaian Risiko (Studi Kasus Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Pengelolaan Air Limbah Domestik*
- Siswoyo, Siswoyo, Soepriyono Soepriyono, Akbar Bayu Kresno Suharso, Nia Saurina, and Lestari Retnawati. 2023. "Project Cost Estimation Using a Stepwise Approach: A Case Study of an Infrastructure Project in Gresik Regency, East Java." *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan* 25(2):128–37. doi: 10.15294/jtsp.v25i2.43080.
- Sutikno, Andy, and Mohammad Arif Rohman. 2022. "Pemodelan Estimasi Biaya Kontingensi Pada Proyek Konstruksi Jalan Raya Berbasis Metode Analisis Risiko." *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil* 20(3):421. doi: 10.12962/j2579-891x.v20i3.14100.
- Szymański, Paweł. 2017. "Risk Management in Construction Projects." *Procedia Engineering* 208:174–82. doi: 10.1016/j.proeng.2017.11.036.
- Traynor, Bradd A., and Mojtaba Mahmoodian. 2019. "Time and Cost Contingency Management Using Monte Carlo Simulation." *Australian Journal of Civil Engineering* 17(1):11–18. doi: 10.1080/14488353.2019.1606499.

