



No. 02 /P /BM /2026

PEDOMAN

Bidang Jalan

STUDI KELAYAKAN PROYEK JALAN



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

Jalan Pattimura No. 20, Selong Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12110, Telp. (021) 7203165

Yth.

1. Kepala Badan Pengatur Jalan Tol
2. Sekretaris Direktur Jenderal Bina Marga
3. Para Direktur di Direktorat Jenderal Bina Marga
4. Para Kepala Balai Besar/Balai Pelaksanaan Jalan Nasional
5. Para Kepala Satuan Kerja di Direktorat Jenderal Bina Marga
6. Para Kepala Perangkat Daerah Penyelenggara Jalan

SURAT EDARAN
NOMOR **04** /SE/Db/2026
TENTANG
PEDOMAN STUDI KELAYAKAN PROYEK JALAN

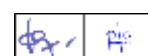
A. Umum

Studi kelayakan merupakan acuan dalam tahapan perencanaan teknis awal pembangunan jalan dan jembatan. Studi kelayakan berfungsi untuk menilai kelayakan teknis, manfaat ekonomi dan sosial, dampak lingkungan, serta perkiraan biaya dan risiko pelaksanaan suatu rencana pembangunan.

Pedoman tentang Studi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan yang selama ini berlaku dipandang perlu penyesuaian seiring dengan perkembangan teknologi, perkembangan kebijakan dan pengaturan di bidang jalan, pemanfaatan teknologi survei terkini yang menjamin akurasi perolehan data, dan perbaikan perencanaan proyek jalan yang lebih baik melalui integrasi kajian lingkungan, pengadaan tanah, aspek ketidakpastian dan Desain Awal (*Basic Design*).

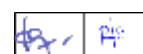
Pembaharuan Pedoman tentang Studi Kelayakan ini mencakup penambahan pengaturan ruang lingkup studi kelayakan untuk proyek pembangunan jalan (tol maupun nontol), bangunan penghubung seperti jembatan, lintas bawah, lintas atas, dan terowongan. Acuan normatif diperbarui sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku di bidang jalan, substansi teknis diperkuat terkait dengan metode survei penyelidikan tanah dan topografi, hasil kajian yang tidak lagi berupa nilai tunggal parameter kelayakan ekonomi dan finansial melainkan probabilitas pencapaiannya, serta keluaran kajian lingkungan, pengadaan tanah, dan desain awal diintegrasikan ke dalam hasil studi kelayakan proyek jalan.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, perlu ditetapkan Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga tentang Pedoman Studi Kelayakan Proyek Jalan.

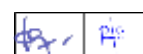


A. Dasar Pembentukan

1. Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 132, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4444) sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja menjadi Undang-Undang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 41, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6856);
2. Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4725) sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja menjadi Undang-Undang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 41, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6856);
3. Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 133, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5052) sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja menjadi Undang-Undang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 41, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6856);
4. Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4655);
5. Peraturan Presiden Nomor 88 Tahun 2012 tentang Kebijakan Pengelolaan Sistem Informasi Hidrologi, Hidrometeorologi, dan Hidrogeologi pada Tingkat Nasional (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 218);
6. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 36 Tahun 2011 tentang Perpotongan dan/atau Persinggungan antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2011);
7. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 03/PRT/M/2012 tentang Pedoman Penetapan Fungsi Jalan dan Status Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 137);
8. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 514);
9. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 1244) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 67 Tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 908);



10. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 49 Tahun 2014 tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 1392);
11. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 834);
12. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 32 Tahun 2021 tentang Inspeksi Teknis dan Pemeriksaan Keselamatan Instalasi dan Peralatan pada Kegiatan Usaha Minyak dan Gas Bumi (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 1273);
13. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2022 tentang Penyelenggaraan Keamanan Jembatan dan Terowongan Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2022 Nomor 1052);
14. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 5 Tahun 2023 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Perencanaan Teknis Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 372);
15. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 8 Tahun 2023 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 683);
16. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 47 Tahun 2023 tentang Alat Penerangan Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 812);
17. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2024 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pekerjaan Umum (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 955);
18. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 4 Tahun 2024 tentang Pengalihan Alur Sungai (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 121);
19. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 13 Tahun 2025 tentang Ruang Bebas Jaringan Transmisi Tenaga Listrik dan Kompensasi atas Tanah, Bangunan, dan/atau Tanaman yang Berada di Bawah Ruang Bebas Jaringan Transmisi Tenaga Listrik (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2025 Nomor 295);
20. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 52 Tahun 2000 tentang Jalur Kereta Api;
21. Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 269/KPTS/M/2006 tentang Pengesahan SNI dan Empat Pedoman Teknis Bidang Konstruksi dan Bangunan;
22. Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 05/SE/Db/2017 tentang Perubahan Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor UM.01.03-Db/242 tentang Penyampaian Ketentuan Desain dan Revisi Desain Jalan dan Jembatan serta Kerangka Acuan Kerja Pengawasan Teknis untuk dijadikan acuan di lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga;
23. Surat Direktur Jenderal Bina Marga Nomor BM 0603-Db/849 tanggal 3 Agustus 2021 tentang Rekomendasi Teknis Penerapan Ruang Bebas



(*Clear Zone*), *Capping/Separator Layer*, Aspal Spesifikasi *Performance Grade*;

24. Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 20/SE/Db/2021 tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan;
25. Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 15/SE/Db/2021 tentang Gambar Standar Pekerjaan Jalan dan Jembatan di Direktorat Jenderal Bina Marga;
26. Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 23/SE/Db/2021 tentang Pedoman Desain Drainase Jalan Nomor 15/P/BM/2021;
27. Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 15/SE/Db/2024 tentang Manual Desain Perkerasan Jalan 2024.
28. Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK 7234/AJ.401/DJRD/2013 tentang Petunjuk Teknis Perlengkapan Jalan, Direktorat Bina Sistem Transportasi Perkotaan, Departemen Perhubungan;
29. Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum Nomor 07/SE/Db/2025 tentang Spesifikasi Umum 2025 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan.

B. Maksud dan Tujuan

Surat Edaran ini dimaksudkan sebagai acuan dalam pelaksanaan studi kelayakan dalam kegiatan perencanaan teknis awal pembangunan jalan. Pedoman ini digunakan pada tahap identifikasi kebutuhan, survei, analisis kelayakan teknis, kajian manfaat sosial dan ekonomi, penilaian dampak lingkungan, penyusunan biaya, dan penentuan prioritas pembangunan.

Surat Edaran ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi hasil studi kelayakan pada seluruh unit penyelenggara jalan sehingga proses perencanaan teknis awal diharapkan menjadi lebih efisien, akurat, dan dapat dipertanggungjawabkan dan mendukung pelaksanaan pembangunan jalan yang memberikan dampak positif ekonomi dan sosial yang lebih besar.

C. Ruang Lingkup

Pedoman Studi Kelayakan Proyek Jalan mencakup ketentuan umum dan teknis serta prosedur dalam pelaksanaan kajian dan analisis untuk menghasilkan studi kelayakan proyek jalan. Ketentuan umum dan teknis terdiri atas prinsip dasar penyusunan studi kelayakan, ruang lingkup kajian teknis, ekonomi, sosial, lingkungan, dan keselamatan, tahapan pelaksanaan studi kelayakan, metodologi analisis biaya-manfaat, kriteria evaluasi dan kelayakan proyek.

D. Ketentuan dalam Pedoman Studi Kelayakan Proyek Jalan

Surat Edaran ini mencakup ketentuan penyusunan studi kelayakan proyek jalan, yang meliputi studi kelayakan pada proyek jalan tol dan jalan nontol, termasuk bangunan penghubung berupa jembatan dan terowongan jalan



serta bangunan pelengkap yang digunakan untuk lalu lintas berupa lintas bawah dan lintas atas. Muatan ketentuan, meliputi:

1. Ketentuan umum, yang mencakup:
 - a. kriteria kebutuhan studi kelayakan;
 - b. pendekatan analisis kegiatan studi kelayakan;
 - c. tujuan umum dalam studi kelayakan;
 - d. integrasi kajian kelayakan dengan kegiatan lainnya; dan
 - e. pelaksanaan *Value Engineering* (VE).
2. Ketentuan teknis, yang mencakup:
 - a. formulasi kebijakan perencanaan;
 - b. formulasi alternatif koridor dan trase;
 - c. aspek teknis;
 - d. aspek lingkungan dan sosial;
 - e. aspek pengadaan tanah;
 - f. aspek ekonomi;
 - g. aspek lain-lain;
 - h. evaluasi kelayakan ekonomi;
 - i. evaluasi kelayakan finansial; dan
 - j. pemilihan alternatif dan rekomendasi.

Ketentuan yang lebih rinci mengenai Pedoman Studi Kelayakan Proyek Jalan termuat dalam Lampiran yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Surat Edaran Direktur Jenderal ini.

E. Penutup

Surat Edaran Direktur Jenderal ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Demikian Surat Edaran ini untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya. Atas perhatian Saudara disampaikan terima kasih.

Tembusan:

1. Menteri Pekerjaan Umum
2. Wakil Menteri Pekerjaan Umum
3. Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum
4. Inspektur Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum

Ditetapkan di Jakarta

Pada tanggal 12 Februari 2026

DIREKTUR JENDERAL BINA MARGA,



ROY RIZALI ANWAR



PRAKATA

Pedoman Studi Kelayakan Proyek Jalan ini merupakan pengganti Pedoman Pd. T-19-2005-B tentang Studi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan. Perubahan substansi dalam naskah pedoman ini untuk menyesuaikan dengan perkembangan kebijakan dan pengaturan di bidang jalan, pemanfaatan teknologi survei terkini yang menjamin akurasi perolehan data, serta perbaikan perencanaan proyek jalan yang lebih baik melalui integrasi kajian lingkungan, pengadaan tanah, analisis risiko, dan Desain Awal (*Basic Design*).

Pedoman ini dimaksudkan sebagai acuan yang lebih komprehensif, terstruktur, dan mutakhir dalam penyusunan studi kelayakan proyek jalan yang meliputi aspek teknis, ekonomi, sosial, lingkungan, serta pertimbangan risiko dan keberlanjutan. Pedoman ini bertujuan untuk menghasilkan studi kelayakan yang sistematis, lengkap, dan konsisten, sehingga mampu memberikan rekomendasi yang lebih akurat mengenai tingkat kelayakan proyek, manfaat dan dampak proyek, serta kebutuhan tindak lanjut penyusunan rencana teknis terperinci.

Pedoman ini melengkapi analisis dan metode aspek teknis untuk proyek jalan tol sebagaimana telah diatur dalam Pedoman Penyusunan Kajian Studi Kelayakan Pengusahaan Jalan Tol yang termuat dalam Surat Edaran Direktur Jenderal Pembiayaan Infrastruktur Nomor 2 Tahun 2024 tentang Pedoman Penyusunan Kajian Studi Kelayakan Pengusahaan Jalan Tol.

Pedoman ini disusun oleh Tim Lintas unit kerja di Direktorat Jenderal Bina Marga. Penyusunan telah melalui serangkaian diskusi dan konsultasi dengan para pakar/akademisi dan praktisi, baik dari dalam maupun luar negeri. Tim penyusun selalu terbuka terhadap saran, kritik, dan masukan untuk penyempurnaan pedoman.

Jakarta, 12 Februari 2026
Direktur Jenderal Bina Marga,

Roy Rizali Anwar

DAFTAR ISI

PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
PENDAHULUAN	vi
Pedoman Studi Kelayakan Proyek Jalan	1
1 Ruang Lingkup.....	1
2 Acuan Normatif	1
2.1 Aspek hukum dan kelembagaan	1
2.2 Persyaratan teknis jalan	2
2.3 Perkerasan jalan.....	3
2.4 Desain struktur dan jembatan.....	3
2.5 Geoteknik.....	3
2.6 Hidrologi dan sistem drainase	4
2.7 Penerangan jalan umum.....	4
2.8 Rambu, marka, dan alat pemberi isyarat lalu lintas	4
2.9 <i>Bill of Quantity</i> (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)	4
2.10 <i>Building Information Modelling</i> (BIM) pada lingkup pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan	4
2.11 <i>Value engineering</i>	5
2.12 Lingkungan.....	5
2.13 Tata ruang.....	5
2.14 Pengadaan tanah	5
3 Istilah dan Definisi.....	5
4 Ketentuan Umum	9
4.1 Kriteria Kebutuhan Studi Kelayakan.....	9
4.2 Pendekatan Analisis Kegiatan Studi Kelayakan	10
4.3 Tujuan Umum dalam Studi Kelayakan.....	12
4.4 Integrasi Studi Kelayakan Dengan Kegiatan Lainnya	13
4.5 Pelaksanaan <i>Value Engineering</i> (VE).....	15
5 Ketentuan Teknis	16
5.1 Formulasi Kebijakan Perencanaan.....	16
5.2 Formulasi Alternatif Koridor dan Trase	18
5.3 Aspek Teknis	20
5.4 Aspek Lingkungan dan Sosial	48
5.5 Aspek Pengadaan Tanah.....	50
5.6 Aspek Ekonomi	51
5.7 Aspek Lain- lain	56
5.8 Evaluasi Kelayakan Ekonomi	56
5.9 Evaluasi Kelayakan Finansial.....	58
5.10 Pemilihan Alternatif dan Rekomendasi.....	61
6 Prosedur Pengerjaan	66
6.1 Tahap Kajian Kebijakan Perencanaan	68
6.2 Prediksi Lalu Lintas	68
6.3 Perencanaan dan pemilihan trase alternatif	68



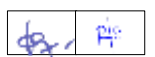
6.4	Perancangan Desain Awal trase terpilih.....	69
6.5	Penyusunan Laporan	73
	Bibliografi.....	75
	Daftar Penyusun dan Unit Kerja Pemrakarsa	77
	Lampiran 1 (Informatif) Kedudukan Studi Kelayakan pada Proyek Jalan dan Jembatan	78
	Lampiran 2 (Informatif) Perbandingan Kegiatan Prastudi Kelayakan dan Studi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan	79
	Lampiran 3 (Informatif) Contoh Isi Laporan Studi Kelayakan	81
	Lampiran 4 (Informatif) Contoh Matriks Risiko Proyek dan Rencana Mitigasi	83
	Lampiran 5 (Informatif) Contoh Hasil Analisis Metode Monte Carlo	84
	Lampiran 6 (Informatif) Kriteria Proyek Wajib Peninjauan oleh Tim Reviu Studi Kelayakan..	85
	Lampiran 7 (Informatif) Contoh <i>Scoring Matrix</i> Penentuan Trase Terpilih.....	86

SALINAN



DAFTAR TABEL

Tabel 1 - Klasifikasi proyek yang memerlukan studi kelayakan	10
Tabel 2 - Faktor perubahan kondisi yang memerlukan reviu ulang kajian kelayakan	10
Tabel 3 - Fokus analisis dan manfaat pada jalan perkotaan dan antar kota.....	12
Tabel 4 - Jenis proyek jalan nontol yang memerlukan integrasi dengan DPPT dan dokumen lingkungan.....	15
Tabel 5 - Kebutuhan data aspek lalu lintas	21
Tabel 6 - Model transportasi empat tahap	23
Tabel 7 - Arah khusus untuk analisis jalan perkotaan	24
Tabel 8 - Arah khusus untuk analisis jalan antar kota	25
Tabel 9 - Metode survei dan target lokasi survei topografi.....	29
Tabel 10 - Spesifikasi keluaran survei topografi	33
Tabel 11 - Contoh data sekunder topografi.....	34
Tabel 12 - Data sekunder geologi.....	34
Tabel 13 - Data sekunder geoteknik	37
Tabel 14 - Keterkaitan Klasifikasi indikasi deformasi dengan rekomendasi kerapatan titik pengujian geoteknik	38
Tabel 15 - Data primer geoteknik	39
Tabel 16 - Jenis kegiatan survei perancangan drainase	44
Tabel 17 - Jenis kegiatan survei perancangan jembatan	47
Tabel 18 - Resiko dalam pelaksanaan proyek	62
Tabel 19 - Tingkatan probabilitas	63
Tabel 20 - Tingkat besaran dampak	63
Tabel 21 - Peta resiko	64
Tabel 22 - Jenis distribusi statistik dan kebutuhan parameternya	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 - Integrasi studi kelayakan dengan dokumen lingkungan dan DPPT	14
Gambar 2 - Lingkup kajian studi kelayakan tanpa integrasi	14
Gambar 3 - Bagan alir formulasi kebijakan perencanaan.....	16
Gambar 4 - Bagan alir formulasi alternatif koridor dan trase	18
Gambar 5 - Bagan alir prediksi kebutuhan perjalanan	21
Gambar 6 - Bagan alir perencanaan dan perancangan trase dari aspek topografi.....	27
Gambar 7 - Bagan alir penentuan metode survei.....	29
Gambar 8 - Bagan alir perencanaan trase dari aspek geologi	34
Gambar 9 - Bagan alir perancangan trase dari aspek geoteknik.....	36
Gambar 10 - Bagan alir pemanfaatan InSAR dalam tahap studi kelayakan	38
Gambar 11 - Bagan alir perancangan geometrik	40
Gambar 12 - Bagan alir perancangan perkerasan jalan.....	42
Gambar 13 - Bagan alir perancangan drainase	43
Gambar 14 - Bagan alir perancangan jembatan	45
Gambar 15 - Bagan alir analisis dampak lingkungan dan sosial	49
Gambar 16 - Bagan alir analisis pengadaan tanah	50
Gambar 17 - Bagan alir analisis aspek ekonomi	51
Gambar 18 - Bagan alir analisis kelayakan ekonomi.....	57
Gambar 19 - Bagan alir analisis kelayakan finansial	59
Gambar 20 - Bagan alir perhitungan kelayakan finansial dengan skema KPBU-AP.....	60
Gambar 21 - Bagan alir perhitungan kelayakan finansial pada proyek jalan tol.....	60
Gambar 22 - Bagan alir alur pekerjaan studi kelayakan.....	67

PENDAHULUAN

Pedoman ini menyediakan acuan teknis yang komprehensif bagi pelaksanaan studi kelayakan yang mencakup antara lain kajian teknis, kajian ekonomi, kajian finansial, kajian lingkungan dan sosial, analisis risiko, analisis pemilihan alternatif, dan aspek-aspek pendukung lainnya yang diperlukan dalam proses perencanaan sebuah proyek jalan maupun jembatan. Dibandingkan dengan pedoman yang terdahulu, pedoman ini menyediakan pembaruan harmonisasi dengan ketentuan peraturan perundangan-undangan yang terbaru, termasuk standar perencanaan, kebijakan pembangunan nasional, serta integrasi kelayakan proyek jalan dengan dokumen lingkungan, dokumen pembebasan tanah.

Pedoman ini terdiri atas substansi ketentuan umum dan ketentuan teknis. Ketentuan umum memuat kriteria kebutuhan studi kelayakan, lingkup dan keluaran studi kelayakan, tahap pekerjaan studi kelayakan, pendekatan analisis kegiatan studi kelayakan, periode analisis aspek yang ditinjau, kebutuhan review kajian kelayakan, dan sasaran umum dalam kajian kelayakan.

Ketentuan teknis memuat antara lain formulasi kebijakan perencanaan, aspek teknis, aspek lingkungan dan sosial, aspek ekonomi, aspek finansial, aspek lain-lain, dan aspek evaluasi kelayakan ekonomi dan finansial, serta bagaimana melakukan integrasi antara kelayakan proyek jalan-jembatan dengan dokumen lingkungan, dokumen pembebasan tanah.

Bagian lampiran menyajikan kedudukan studi kelayakan dalam rangkaian penyelenggaraan proyek jalan dan jembatan, contoh isi laporan studi kelayakan proyek jalan, kriteria proyek wajib peninjauan oleh Tim Reviu Studi Kelayakan, dan beberapa lampiran lainnya.

Pedoman Studi Kelayakan Proyek Jalan

1 Ruang Lingkup

Pedoman studi kelayakan proyek jalan memuat ketentuan umum, ketentuan teknis, serta tata cara pelaksanaan studi kelayakan untuk proyek pembangunan dan peningkatan jalan yang meliputi:

- a. jalan tol; dan
- b. jalan nontol termasuk bangunan penghubung (jembatan dan terowongan jalan) dan bangunan pelengkap untuk lalu lintas (lintas atas dan lintas bawah).

Kajian dan analisis dalam pedoman ini meliputi: (a) formulasi kebijakan perencanaan, (b) aspek teknis, (c) aspek lingkungan dan sosial, (d) aspek ekonomi; (e) aspek finansial; dan (f) aspek lain-lain.

Untuk penggunaan pada lingkup proyek jalan tol, pedoman ini merupakan pelengkap ketentuan mengenai aspek teknis (prediksi kebutuhan perjalanan, topografi, perencanaan geometrik, geologi, geoteknik, perancangan perkerasan jalan, perancangan perkerasan jalan, perancangan drainase, perancangan jembatan, *building information modelling* (BIM), identifikasi utilitas dan analisis kebutuhan perlintasan jalan) dari pedoman studi kelayakan perusahaan jalan tol yang berlaku. Kajian aspek lain yang mencakup kajian hukum dan kelembagaan, kajian ekonomi dan finansial, kajian bentuk kerja sama, kajian dukungan pemerintah dan hal-hal lain yang perlu ditinjaulanjuti mengacu pada pedoman berlaku yang dimaksud.

Studi kelayakan proyek jalan merupakan kajian dan analisis secara lebih mendalam pada koridor atau trase yang telah terpilih melalui tahapan perencanaan sebelumnya (prastudi kelayakan). Untuk kegiatan yang perlu dilakukan dengan segera, integrasi pelaksanaan kajian kelayakan dengan penyusunan Dokumen Lingkungan, Dokumen Perencanaan Pengadaan Tanah (DPPT), dan izin khusus (seperti PPKH dan Perjanjian Kerja Sama atau PKS) dapat dilakukan secara bersamaan dengan memperhatikan kebutuhan waktu penyusunan dari setiap dokumen tersebut.

Apabila prastudi kelayakan belum dilaksanakan, maka ruang lingkup studi dapat mencakup gabungan kegiatan prastudi kelayakan dan studi kelayakan. Perbandingan kegiatan prastudi kelayakan dan studi kelayakan proyek jalan dan jembatan disajikan pada Lampiran 2.

Keluaran dari kajian kelayakan ini adalah sebagai berikut.

- a. Laporan Analisis Kelayakan Proyek;
- b. Dokumen desain awal;
- c. Kerangka acuan kerja untuk:
 - 1) *detailed engineering design* (DED);
 - 2) penyusunan dokumen lingkungan (AMDAL atau UKL/UPL), dan
 - 3) dokumen perencanaan pengadaan tanah (DPPT).

2 Acuan Normatif

2.1 Aspek hukum dan kelembagaan

Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Tahun 132, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4444) sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja menjadi Undang-Undang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 41, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6856)



Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang (Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2007, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4725) sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja menjadi Undang-Undang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 41, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6856)

Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4655)

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 03/PRT/M/2012 tentang Pedoman Penetapan Fungsi Jalan dan Status Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 137)

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 13 Tahun 2024 tentang Kelas Jalan Berdasarkan Penggunaan Jalan Serta Kelancaran Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 791)

2.2 Persyaratan teknis jalan

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 36 Tahun 2011 tentang Perpotongan dan/atau Persinggungan Antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2011)

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu lintas (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2011 Nomor 834)

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 32 Tahun 2021 tentang Inspeksi Teknis dan Pemeriksaan Keselamatan Instalasi dan Peralatan Pada Kegiatan Usaha Minyak dan Gas Bumi (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 1273)

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 5 Tahun 2023 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Perencanaan Teknis Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 372)

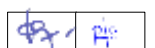
Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 13 Tahun 2025 tentang Ruang Bebas Jaringan Transmisi Tenaga Listrik dan Kompensasi atas Tanah, Bangunan, dan/atau Tanaman yang Berada di Bawah Ruang Bebas Jaringan Transmisi Tenaga Listrik (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2025 Nomor 295)

Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 52 Tahun 2000 tentang Jalur Kereta Api

Standar Nasional Indonesia Nomor 7965:2014 tentang Prosedur Pemotretan Udara Digital;

Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 20/SE/Db/2021 tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan

Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 15/SE/Db/2021 tentang Gambar Standar Pekerjaan Jalan dan Jembatan di Direktorat Jenderal Bina Marga



Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 24/SE/Db/2023 tentang Pedoman Petunjuk Teknis Uji Laik Fungsi Jalan Dengan Pemeringkatan Bintang

Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 08/P/BM/2024 tentang Pedoman Perencanaan Teknis Geometrik Simpang

Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 13/SE/Db/2025 tentang Pemanfaatan Laser Scanner pada Manajemen Konstruksi Jalan

2.3 Perkerasan Jalan

Surat Direktur Jenderal Bina Marga Nomor BM 0603-Db/849 tanggal 3 Agustus 2021 tentang Rekomendasi Teknis Penerapan Ruang Bebas (Clear Zone), Capping/ Separator Layer, Aspal Spesifikasi *Performance Grade*

Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 15/SE/Db/2021 tentang Pedoman Gambar Standar Pekerjaan Jalan dan Jembatan Tahun 2021

Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 21/SE/Db/2023 Tentang Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023

Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 15/SE/Db/2024 Tentang Manual Desain Perkerasan Jalan 2024

Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 07/SE/Db/2025 Tentang Spesifikasi Umum 2025 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan

2.4 Desain Struktur dan Jembatan

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2022 tentang Penyelenggaraan Keamanan Jembatan dan Terowongan Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2022 Nomor 1052)

Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 5 tahun 2023 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Perencanaan Teknis Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 372)

Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 06/SE/Db/2021 Tentang Panduan Praktis Perencanaan teknis Jembatan

Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 14/SE/Db/2022 tentang Pedoman Penyusunan Kerangka Acuan Kerja Konsultan Pengawasan Teknik Jalan dan Jembatan

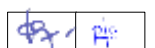
SNI 2833:2016 tentang Perencanaan Tahan Gempa untuk Jembatan

SNI 1725:2016 tentang Pembebanan untuk Jembatan

Pedoman 02/P/BM/2022 tentang Pedoman Pembahasan Penyelenggaraan Keamanan Jembatan Khusus

2.5 Geoteknik

SNI Nomor 8460:2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik;



Pedoman Panduan Geoteknik 4: Desain dan Konstruksi, Timbunan Jalan pada Tanah Lunak (Pt-T-10-2002-B)

2.6 Hidrologi dan Sistem Drainase

Peraturan Presiden Nomor 88 Tahun 2012 tentang Kebijakan Pengelolaan Sistem Informasi Hidrologi, Hidrometeorologi, dan Hidrogeologi Pada Tingkat Nasional (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 218)

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 4 Tahun 2024 tentang Pengalihan Alur Sungai (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 1028)

Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 23/SE/Db/2021 tentang Pedoman Desain Drainase Jalan

Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 7/SE/Db/2025 tentang Spesifikasi Umum Bina Marga 2025 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan

2.7 Penerangan jalan umum

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 47 Tahun 2023 tentang Alat Penerangan Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 812)

2.8 Rambu, marka, dan alat pemberi isyarat lalu lintas

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 1244) sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 67 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 34 Tahun 2014 Tentang Marka Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 908)

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 514)

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 49 Tahun 2014 tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 1392)

Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK 7234/AJ. 401/DJRD/2013 tentang Petunjuk Teknis Perlengkapan Jalan, Direktorat Bina Sistem Transportasi Perkotaan, Departemen Perhubungan

2.9 Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 8 Tahun 2023 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 683)

Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi Nomor 182 Tahun 2025 tentang Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum

2.10 Building Information Modelling (BIM) pada Lingkup Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan

Surat Edaran Nomor 25.1/Se/Db/2023 tentang Pedoman Implementasi *Building Information*

Modelling (BIM) pada Lingkup Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan

2.11 Value Engineering

Surat Edaran Nomor: 11/Se/Db/2022 Tentang Pedoman Pelaksanaan Teknis Rekayasa Nilai (*Statement Of Work Value Engineering*)

2.12 Lingkungan

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.26/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2018 Tahun 2018 tentang Pedoman Penyusunan dan Penilaian Serta Pemeriksaan Dokumen Lingkungan Hidup Dalam Pelaksanaan Pelayanan Perizinan Berusaha Terintegrasi Secara Elektronik (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 930)

2.13 Tata Ruang

Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/ Kepala Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2021 tentang Tata Cara Penyusunan, Peninjauan Kembali, Revisi, dan Penerbitan Persetujuan Substansi Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi, Kabupaten, Kota, dan Rencana Detail Tata Ruang (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 329)

2.14 Pengadaan Tanah

Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2021 tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Pengadaan Tanah Bagi Pembangunan Untuk Kepentingan Umum (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 672)

Peraturan Pemerintah Nomor 39 Tahun 2023 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Pengadaan Tanah bagi Pembangunan untuk Kepentingan Umum (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 102, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6885)

3 Istilah dan Definisi

3.1

alinyemen horizontal

Proyeksi garis sumbu jalan pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan

3.2

alinyemen vertikal

Proyeksi garis sumbu jalan pada bidang horizontal

3.3

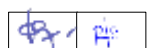
analisis dampak lingkungan hidup

yang selanjutnya disingkat ANDAL adalah telaahan secara cermat dan mendalam tentang dampak besar dan penting suatu rencana usaha dan/atau kegiatan analisis dampak lingkungan

3.4

analisis harga satuan pekerjaan

perhitungan biaya yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu satuan pekerjaan konstruksi,



yang terdiri dari komponen bahan, tenaga kerja, alat, dan biaya pendukung lainnya sesuai metode kerja yang direncanakan

3.5

analisis ketidakpastian (*uncertainty analysis*)

kajian untuk mengidentifikasi, menilai, dan mensimulasikan aspek-aspek pada kajian kelayakan yang sifatnya prediksi dan tidak dapat dipastikan

3.6

bangunan pelengkap

bangunan untuk mendukung fungsi dan keamanan konstruksi jalan yang dibangun sesuai dengan persyaratan teknis

3.7

daftar kuantitas dan harga

daftar rincian pekerjaan yang disusun secara sistematis menurut kelompok/bagian pekerjaan, disertai keterangan mengenai volume dan satuan setiap jenis pekerjaan daftar kuantitas dan harga.

3.8

debit banjir rencana

debit maksimum dari suatu sistem drainase yang didasarkan periode ulang tertentu yang digunakan dalam desain

3.9

desain awal

gambar rencana awal sebagai salah satu hasil kegiatan studi kelayakan, yang berisi rencana awal penampang melintang jalan, geometrik, struktur jembatan, dan estimasi volume serta anggaran biaya yang akan digunakan sebagai rujukan penyusunan perencanaan teknis terperinci

3.10

drainase jalan

prasarana yang dapat bersifat alami ataupun buatan yang berfungsi untuk memutuskan dan menyalurkan air permukaan maupun bawah tanah, biasanya menggunakan bantuan gaya gravitasi, yang terdiri atas saluran samping dan gorong-gorong ke badan air penerima atau tempat peresapan buatan

3.11

hidrologi

ilmu yang berhubungan dengan air di bumi, ketersediaan, peredaran dan sebarannya, sifat kimia dan fisiknya, reaksi dengan lingkungannya, termasuk hubungannya dengan makhluk hidup serta proses yang mengendalikan penyusutan dan pengisi ulangannya sumber daya air di daratan dan berbagai fase daur hidrologi dalam pedoman ini terbatas pada hidrologi terapan

3.12

jalan

prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan

tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel

3.13

kecepatan rencana

kecepatan maksimum yang aman dalam keadaan normal, yang akan menjadi dasar perencanaan geometri

3.14

kesesuaian kegiatan pemanfaatan ruang

kesesuaian antara rencana kegiatan pemanfaatan ruang dengan rencana tata ruang (hasil perencanaan tata ruang)

3.15

laser scanner

perangkat teknologi canggih yang digunakan untuk memindai objek atau permukaan menggunakan sinar laser guna memperoleh informasi posisi dalam tiga dimensi (3D)

3.16

lintas harian rata-rata

jumlah kendaraan yang melintasi sebuah ruas jalan dalam satu hari, yang dinyatakan dalam satuan mobil penumpang per hari (smp/hari)

3.17

lintas harian rata-rata tahunan

jumlah kendaraan yang melewati suatu ruas jalan per hari dalam periode satu tahun penuh, yang dihitung dari volume lalu lintas tahunan atau dari survei harian yang telah disesuaikan dengan faktor koreksi musiman, harian, dan mingguan

3.18

model lalu lintas makro

metode analisis lalu lintas yang merepresentasikan pergerakan lalu lintas secara agregat (menyeluruh) pada tingkat ruas dan jaringan jalan, dengan menggunakan parameter utama berupa volume lalu lintas, kecepatan rata-rata, dan kepadatan lalu lintas, tanpa memodelkan perilaku kendaraan secara individual

3.19

model lalu lintas meso

metode analisis lalu lintas yang merepresentasikan kendaraan sebagai unit individual, dengan perilaku pergerakan yang disederhanakan dan bersifat agregatif pada tingkat ruas atau simpul, sehingga berada di antara Pemodelan Lalu Lintas Makro dan Pemodelan Lalu Lintas Mikro

3.20

model lalu lintas mikro

metode analisis lalu lintas yang merepresentasikan setiap kendaraan secara individual, termasuk interaksi antar kendaraan dan dengan prasarana jalan, melalui pemodelan perilaku lalu lintas seperti mengikuti kendaraan, perpindahan lajur, dan penerimaan celah (gap), dengan resolusi waktu yang rinci

3.21

persetujuan penggunaan kawasan hutan

yang selanjutnya disingkat PPKH adalah persetujuan penggunaan atas sebagian kawasan hutan untuk kepentingan pembangunan di luar kegiatan kehutanan tanpa mengubah fungsi dan peruntukan kawasan hutan tersebut

3.22

rambu lalu lintas

bagian perlengkapan jalan yang berupa lambang, huruf, angka, kalimat, dan/atau perpaduan yang berfungsi sebagai peringatan, larangan, perintah, atau petunjuk bagi pengguna jalan

3.23

reference class forecasting

pendekatan dalam penyusunan estimasi dan perencanaan proyek yang dilakukan dengan membandingkan proyek yang direncanakan terhadap sekumpulan proyek sejenis yang telah dilaksanakan sebelumnya, berdasarkan data kinerja aktual, untuk memperoleh estimasi biaya, waktu, dan risiko yang lebih objektif

3.24

rekayasa nilai atau *value engineering* (VE)

proses pengambilan keputusan berbasis tim multidisipliner yang dilakukan secara sistematis dan terstruktur untuk mencapai *value* terbaik suatu proyek dengan menjaga kualitas fungsi dan kinerja yang dibutuhkan

3.25

rona lingkungan hidup awal

merupakan kondisi lingkungan eksisting, yaitu keadaan atau komponen-komponen lingkungan sebelum dimulainya tahap perencanaan dan pembangunan sebagai titik awal pembandingan untuk menilai dampak yang akan timbul akibat kegiatan

3.26

ruang bebas

ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi dan kedalaman tertentu yang hanya diperuntukkan bagi keamanan arus lalu lintas dan bangunan untuk pengamanan jalan

3.27

ruang pengawasan jalan

ruang di luar "badan jalan" tetapi masih di dalam "ruang milik jalan" yang ditetapkan dengan lebar dan tinggi tertentu untuk memastikan pandangan pengemudi bebas dari halangan, mengamankan konstruksi jalan, dan memberikan ruang ekstra untuk kejadian yang tidak terduga

3.28

ruang manfaat jalan

yang selanjutnya disebut RUMAJA adalah ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi dan kedalaman tertentu yang meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, talud timbunan dan galian serta ambang pengaman

3.29

ruang milik jalan

Yang selanjutnya disebut RUMIJA adalah ruang sepanjang jalan yang meliputi ruang manfaat jalan dan sejalar tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan yang diperuntukkan bagi ruang manfaat jalan, pelebaran jalan dan penambahan jalur lalu lintas di masa akan datang serta kebutuhan ruangan untuk jaringan utilitas

3.30

studi kelayakan

kegiatan kajian terperinci komprehensif untuk penilaian kelayakan tapak koridor trase terpilih dari suatu rencana program pembangunan, sebagai tindak lanjut kegiatan pra studi kelayakan, yang hasilnya harus dipedomani dan ditindaklanjuti dalam kegiatan penyusunan perencanaan teknis terperinci

3.31

tapak koridor trase terpilih

batas-batas tepi tapak trase terpilih berdasarkan penilaian teknis, lingkungan sosial dan ekonomis sebagai hasil kegiatan dan akan menjadi objek kajian terperinci dan penilaian kelayakan pada desain awal

4 Ketentuan Umum

4.1 Kriteria Kebutuhan Studi Kelayakan

Proyek jalan yang memerlukan studi kelayakan harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

- a. Menggunakan dana publik dalam jumlah besar dan/atau merupakan proyek yang penting serta strategis berdasarkan kebijakan publik;
- b. Memiliki tingkat ketidakpastian dan risiko yang cukup tinggi;
- c. Memerlukan desain dengan kompleksitas tinggi;
- d. Memerlukan penajaman perencanaan melalui perbandingan antara dua atau lebih alternatif solusi yang dianggap paling unggul;
- e. Memerlukan penilaian terhadap indikator kelayakan yang lebih cermat dan terperinci;
- f. Sudah masuk dalam skala prioritas alokasi pendanaan untuk memastikan keberlanjutan proyek;
- g. Merupakan hasil penjabaran dari proyek-proyek pada tahap pra-studi kelayakan yang memiliki indikasi kelayakan tinggi. Pelaksanaan prakajian kelayakan ini dapat disesuaikan dengan kompleksitas dari proyek yang dikaji. Untuk proyek dengan kompleksitas rendah atau proyek yang memang tidak terdapat pilihan alternatif, prakajian kelayakan dapat dipertimbangkan untuk tidak perlu di lakukan.

Mengingat kedetailan data dan analisis dalam kajian kelayakan serta kebutuhan biaya dan waktu yang tidak sedikit, maka proyek yang akan melalui proses studi kelayakan sebaiknya telah melalui analisis atau penyaringan awal untuk memastikan proyek tersebut dapat menjawab permasalahan yang ada dan dapat dilaksanakan tetapi perlu analisis yang lebih detail. Secara spesifik, proyek yang memerlukan studi kelayakan tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1 - Klasifikasi proyek yang memerlukan studi kelayakan

	Proyek yang memerlukan studi kelayakan	Proyek yang tidak memerlukan studi kelayakan
Jalan (dengan Jembatan)	1) Pembangunan Jalan Tol 2) Pembangunan Jalan Baru dalam Kota (Kota Metropolitan dengan panjang ≥ 2 km, Kota Sedang dengan panjang > 5 km) 3) Pembangunan Jalan Baru antar Kota dengan panjang > 5 km	1) Pelebaran Jalan menuju standar 2) Pelebaran Jalan dengan Penambahan Lajur
Bangunan Penghubung	1) Pembangunan Jembatan Baru 2) Pembangunan Jembatan Khusus 3) Pembangunan Terowongan	1) Penggantian Jembatan 2) Duplikasi Jembatan
Bangunan Pelengkap untuk Lalu Lintas	Pembangunan Simpang Tak Sebidang (lintas bawah atau lintas atas)	

Dalam hal sudah tersedia studi kelayakan proyek jalan yang terdahulu dilakukan reviu untuk memastikan asumsi biaya proyek (khususnya pembebasan lahan dan konstruksi) dan prediksi lalu lintas. Reviu kajian kelayakan wajib dilakukan jika terjadi perubahan signifikan pada asumsi dasar dari kajian kelayakan. Reviu kajian kelayakan dapat dilakukan menyeluruh atau parsial, seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 - Faktor perubahan kondisi yang memerlukan reviu ulang kajian kelayakan

No.	Faktor perubahan kondisi	Risiko	
		Sedang*	Tinggi**
1	Perubahan kondisi ekonomi dan keuangan	√	
2	Perubahan terhadap peraturan dan kebijakan pemerintah		√
3	Perkembangan rekayasa teknik dan teknologi	√	
4	Kondisi fisik lokasi proyek dan lingkungan sekitar	√	
5	Pergeseran demografi dan kondisi sosial masyarakat		√
6	Perubahan terhadap kelembagaan dan tata Kelola	√	

*Risiko Sedang: Memerlukan reviu parsial pada kondisi yang berubah

**Risiko Tinggi: Memerlukan reviu keseluruhan kajian kelayakan

Perubahan dari aspek legal juga dapat menjadi kebutuhan untuk dilakukan reviu kajian kelayakan, perubahan aspek legal ini seperti:

- Masa keberlakuan dokumen lingkungan (jika kegiatan fisik utama tidak dilaksanakan dalam jangka waktu 3 tahun sejak Keputusan kelayakan Lingkungan diterbitkan);
- Masa berlaku RTRW selama 20 tahun dengan peninjauan berkala tiap 5 tahun;
- Penetapan fungsi dan status jalan yang dilakukan paling cepat dalam 5 tahun.

4.2 Pendekatan Analisis Kegiatan Studi Kelayakan

- Metode pendekatan analisis yang digunakan dalam studi kelayakan meliputi metode *with*

project dan *without project*, metode pendekatan ini pembandingan kondisi dengan proyek (*with project*) dan tanpa proyek (*without project*), serta atas dasar pendekatan kebijakan publik atau pendekatan *economic analysis*.

- 1) Pendekatan dengan proyek (*with project*) diasumsikan sebagai suatu kondisi, dimana diperlukan suatu investasi/proyek yang besar, yang dilaksanakan untuk meningkatkan kapasitas maupun struktur jalan.
 - 2) Pendekatan tanpa proyek (*without project*) diasumsikan sebagai suatu kondisi, dimana tidak ada investasi/proyek yang dilaksanakan untuk meningkatkan kapasitas maupun struktur jalan, kecuali untuk mempertahankan fungsi pelayanan jalan, yaitu berupa pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala.
- b. Secara umum kajian kelayakan ini terbagi menjadi beberapa tahapan:
- 1) Formulasi dari sasaran proyek jalan, monitoring dan evaluasi manfaat proyek di masa mendatang akan merujuk pada sasaran ini;
 - 2) Formulasi dari satu atau lebih alternatif solusi yang potensial dan pemilihan trase, dengan memperhatikan seluruh aspek topografi, geologi, gempa, bencana, tata ruang, kawasan lindung, kawasan budaya dan area dengan isu sosial tinggi;
 - 3) Pengumpulan data dan analisis detail pada trase terpilih meliputi desain awal, analisis biaya konstruksi, prediksi lalu lintas, analisis manfaat proyek, analisis biaya pembebasan tanah, analisis dampak lingkungan dan sosial, analisis ketidakpastian, dan analisis kelayakan proyek;
 - 4) Analisis ekonomi untuk memperoleh/membandingkan kelayakan ekonomi dari seluruh alternatif solusi;
 - 5) Analisis kelayakan menyeluruh yang menggabungkan hasil analisis ekonomi dengan aspek non ekonomi yang relevan;
 - 6) Integrasi kelayakan proyek jalan dengan dokumen lingkungan dan rencana pembebasan tanah;
 - 7) Seluruh hasil Studi Kelayakan beserta data survei dikelola dalam basis data Direktorat Jenderal Bina Marga atau pembina jalan sesuai dengan kewenangan, sebagai data historis terintegrasi untuk mendukung perencanaan, pengambilan keputusan, dan penerapan *Reference Class Forecasting* (RCF) pada proyek jalan dan jembatan.
- c. Sumber umum pembengkakan biaya konstruksi adalah sebagai berikut:
- 1) Penambahan biaya akibat mitigasi tanah lunak atau rawan longsor yang baru teridentifikasi akibat investigasi geoteknik yang kurang mendalam;
 - 2) Perubahan metode konstruksi dari jalan tapak (*at-grade*) menjadi struktur layang (*elevated*) atau perlintasan tidak sebidang (jembatan/*underpass*) untuk mengakomodasi utilitas, cagar budaya, atau tuntutan sosial warga lokal;
 - 3) Kurangnya analisis kebutuhan pembangunan perlintasan tidak sebidang pada jalan desa atau jalan lingkungan untuk mempertahankan konektivitas lokal;
 - 4) Kebutuhan fasilitas khusus dari proses penyusunan dokumen lingkungan (seperti pembangunan perlintasan satwa, peredam suara, dan fasilitas lainnya);
 - 5) Perubahan stimasi kebutuhan biaya dan jangka waktu pembebasan lahan ;
 - 6) Pengurusan izin khusus (seperti PPKH dan PKS) dan dokumen lainnya (KKPR) yang menyebabkan penundaan masa konstruksi;
 - 7) Biaya pemindahan utilitas yang tidak terdata lengkap pada tahap awal.
- d. Sumber umum tidak tercapainya prediksi volume lalu lintas (manfaat proyek) dapat disebabkan oleh:
- 1) Aksesibilitas dan konektivitas yang tidak memadai antara trase proyek dengan pusat kegiatan dan/atau simpul transportasi yang menjadi sasaran dari pembangunan proyek;

- 2) Adanya pengembangan jaringan yang menjadi kompetitor dari proyek yang dikaji;
- 3) Adanya pengembangan pusat kegiatan (yang menjadi faktor penarik lalu lintas) yang tidak sesuai dengan rencana.

4.3 Tujuan Umum dalam Studi Kelayakan

4.3.1 Perumusan Tujuan Studi Kelayakan Proyek Jalan

Tujuan proyek harus didefinisikan secara jelas agar setiap tahap perencanaan sesuai dengan kebutuhan yang mendasari perlunya pembangunan proyek. Tujuan proyek ini ditentukan pada tahap pra-kajian kelayakan atau pada tahapan perencanaan jaringan jalan secara umum. Kebutuhan untuk melaksanakan suatu proyek dapat timbul karena berbagai alasan, antara lain:

- a. Mendukung kegiatan pembangunan lainnya, baik di sektor transportasi maupun sektor-sektor terkait, yang memerlukan infrastruktur jalan sebagai penunjang utama;
- b. Menyediakan konektivitas dasar dalam jaringan jalan nasional, provinsi, atau kabupaten/kota guna memperkuat aksesibilitas dan integrasi antarwilayah termasuk pada wilayah dengan kategori tertinggal, terdepan dan terluar;
- c. Memenuhi kebutuhan strategis nasional atau regional, seperti pengembangan kawasan industri, ekonomi, pariwisata, pertanian, atau pertahanan;
- d. Meningkatkan kapasitas struktural dan kemampuan lalu lintas jalan yang ada agar dapat menampung volume kendaraan yang lebih tinggi secara aman dan efisien;
- e. Menyediakan jalur alternatif terhadap jaringan atau layanan transportasi yang telah ada, guna mengurangi beban lalu lintas dan meningkatkan keandalan sistem transportasi;
- f. Mengatasi permasalahan keselamatan, lingkungan, atau sosial yang signifikan, seperti lokasi rawan kecelakaan, polusi, atau gangguan sosial akibat keterbatasan infrastruktur;
- g. Memperbaiki kerusakan atau kegagalan struktural yang menyebabkan terganggunya fungsi jalan secara tiba-tiba, sehingga diperlukan tindakan perbaikan atau rekonstruksi segera.

4.3.2 Fokus Analisis dan Manfaat pada Jalan Perkotaan dan Antarkota

Sifat dan kompleksitas analisis pada Studi Kelayakan sangat bergantung pada klasifikasi dan fungsi jalan yang dikaji. Perbedaan fokus dan manfaat pada Jalan Perkotaan dan Jalan Antar Kota dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 - Fokus analisis dan manfaat pada jalan perkotaan dan antar kota

	Jalan perkotaan	Jalan antarkota
Fokus Analisis	Memerlukan pemodelan lalu lintas yang lebih kompleks (model makro dan model mikro), karena terdapat kemungkinan besar terjadinya pengalihan arus kendaraan antar rute atau antar moda transportasi. Lingkup kajian lalu lintas dapat ditentukan dari 2 simpang terdekat dari area proyek hingga seluruh kota	Dapat menggunakan analisis lalu lintas yang sederhana, meskipun tetap memerlukan perkiraan dampak sosial ekonomi dan pembangunan wilayah yang mungkin timbul akibat peningkatan aksesibilitas.
Manfaat Utama	Penghematan waktu perjalanan dan pengurangan kemacetan	1) Penurunan biaya operasional kendaraan.

	Jalan perkotaan	Jalan antarkota
		2) Pembangunan sosial dan ekonomi masyarakat lokal, yang sering kali sulit diukur secara finansial langsung (pada pembangunan akses pedesaan).

4.3.3 Pertimbangan Secara Keseluruhan Jaringan Jalan

Dalam pembangunan atau peningkatan jaringan jalan, kendala ekonomi sering kali menjadi faktor pembatas utama. Berikut pertimbangan dalam melakukan perancangan jaringan jalan.

- Posisikanlah kendala ekonomi sebagai faktor pembatas utama dan pertimbangan paling krusial dalam setiap tahapan perencanaan pembangunan maupun peningkatan jaringan jalan.
- Evaluasilah setiap solusi pembangunan dengan tidak hanya menitikberatkan pada efisiensi satu ruas jalan secara individual, melainkan dengan memprioritaskan kemanfaatan strategis bagi seluruh sistem jaringan jalan secara terintegrasi.
- Batasilah penggunaan biaya pelaksanaan proyek dengan standar teknis yang berlebihan pada satu ruas tertentu agar sumber daya finansial tidak habis secara sia-sia dan tetap tersedia untuk optimalisasi jaringan secara menyeluruh.
- Alokasikanlah sumber daya yang tersedia secara lebih bijak untuk menutup kesenjangan konektivitas antarwilayah melalui pembangunan jalan berstandar fungsional pada daerah-daerah yang selama ini belum terlayani.
- Terapkanlah kebijakan pembangunan yang berorientasi pada pemerataan ekonomi secara luas dengan menghindari pembangunan terbatas pada jalan berstandar tinggi yang hanya melayani kepentingan sebagian kecil wilayah.

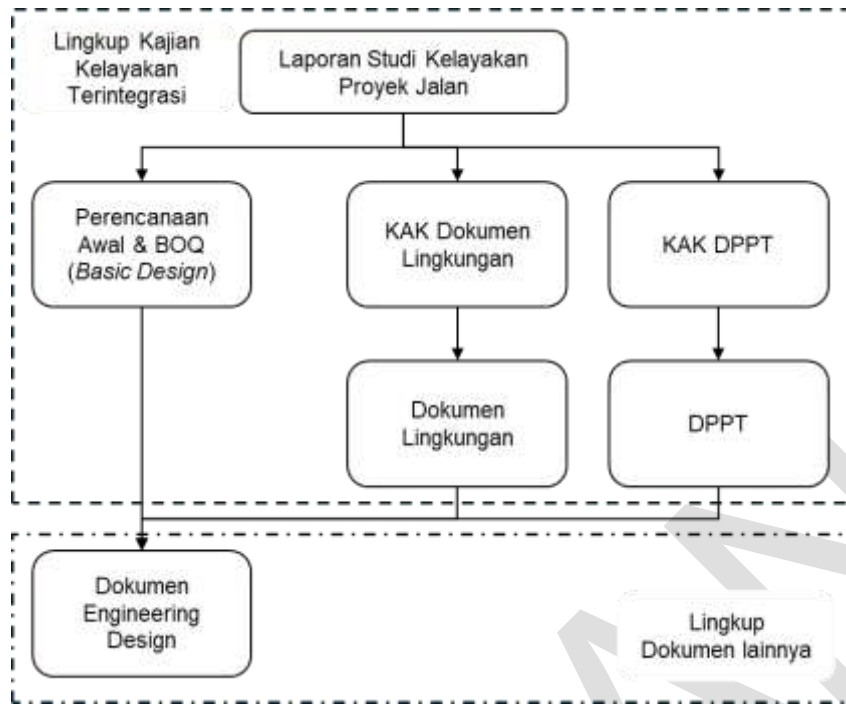
Lakukan perancangan dan evaluasi jaringan jalan secara keseluruhan (bukan hanya satu ruas secara individual), model yang paling umum digunakan adalah Model Perencanaan Transportasi Empat Tahap (*Four-Step Travel Demand Model*) dengan pendekatan Makroskopik maupun Mikroskopik.

4.4 Integrasi Studi Kelayakan dengan Kegiatan Lainnya

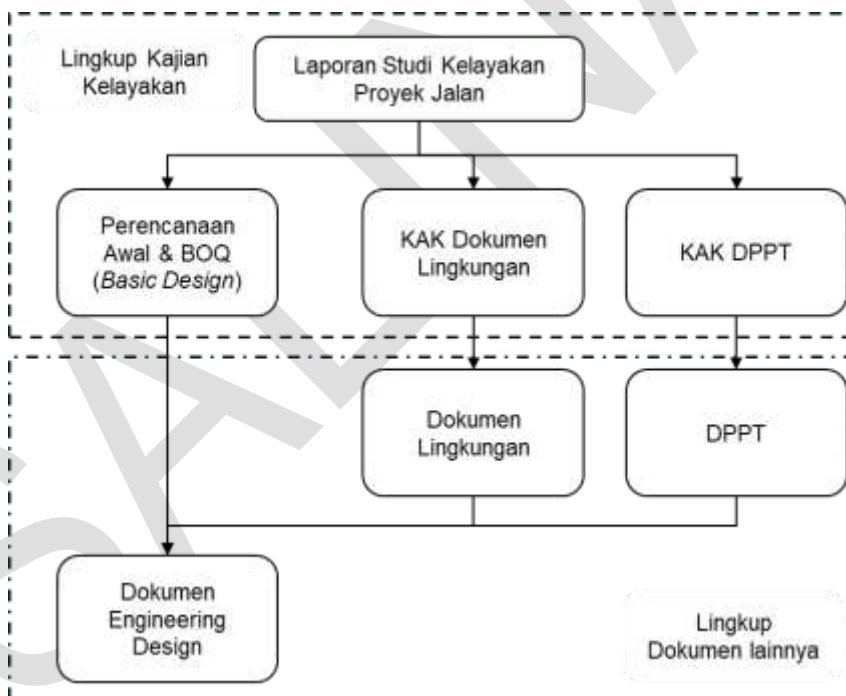
Integrasi studi kelayakan dengan kegiatan lainnya sangat penting dalam kegiatan yang akan segera dilakukan, sehingga waktu penyusunan kajian kelayakan dan setiap penyusunan dokumen (dokumen lingkungan, DPPT, atau izin khusus lainnya) perlu diintegrasikan (Gambar 1). Integrasi yang dimaksud adalah, penyusunan dokumen terkait (Dokumen Lingkungan dan DPPT) dilakukan bersamaan dengan Kajian Kelayakan (terintegrasi dalam 1 KAK) setelah trase terpilih ditentukan. Untuk kegiatan Studi Kelayakan lainnya dapat berlangsung dengan menghasilkan Kerangka Acuan Kerja untuk Dokumen Lingkungan dan DPPT (Gambar 2).

Integrasi studi kelayakan dilakukan pada proyek yang perlu segera diimplementasikan, khususnya pada kegiatan proyek:

- Proyek Jalan Tol;
- Proyek Jalan Nontol yang melewati kawasan dengan izin khusus seperti kawasan hutan: hutan konservasi, hutan lindung dan hutan produksi (untuk melihat kebutuhan dokumen PPKH dan PKS).



Gambar 1 - Integrasi studi kelayakan dengan dokumen lingkungan dan DPPT



Gambar 2 - Lingkup kajian studi kelayakan tanpa integrasi

Tabel 4 - Jenis proyek jalan nontol yang memerlukan integrasi dengan DPPT dan dokumen lingkungan

No	Jenis proyek	Studi kelayakan	DPPT	Dokumen lingkungan
1	Melewati Kawasan Hutan: hutan konservasi, hutan lindung dan hutan produksi	√	√	√
2	Kota Metropolitan 1) Panjang Jalan ≥ 5km dengan pengadaan tanah ≥ 10 Ha; atau 2) Pengadaan tanah ≥ 20 Ha	√	√	√
3	Kota Sedang 1) Panjang Jalan ≥ 5km dengan pengadaan tanah ≥ 30 Ha; atau 2) pengadaan tanah ≥ 30 Ha	√	√	√
4	Pedesaan 1) Panjang Jalan ≥ 5km dengan pengadaan tanah ≥ 40 Ha; atau 2) pengadaan tanah ≥ 40 Ha	√	√	√

Perencanaan kegiatan studi kelayakan perlu memperhatikan masa berlaku dokumen lingkungan terkait. Jika dokumen lingkungan sudah habis masa berlakunya dan proses konstruksi belum dilaksanakan, maka perlu dilakukan pengulangan penyusunan dokumen kelayakan.

4.5 Pelaksanaan *Value Engineering* (VE)

Kajian VE diterapkan untuk seluruh siklus hidup proyek yang di antaranya perencanaan, perancangan, pelaksanaan konstruksi, pemeliharaan, dan pembongkaran mengikuti pedoman yang berlaku. Dalam kajian VE, sistem dioptimalisasi dan biaya yang tidak dibutuhkan dieliminasi tanpa mengorbankan kinerja dan kualitas total sistem. Dalam konteks VE, istilah nilai sering digambarkan dengan rumus berikut (yang menggambarkan keseimbangan antara fungsi, performa, dan biaya).

$$V = F * P / C \quad (1)$$

- Nilai (*V-value*) : rasio di antara kebutuhan (*need*) dengan konsumsi sumber daya (*resources*), atau rasio antara fungsi (*F-function*) dan kinerja (*P-performance*), dengan biaya (*C-cost*).
- Fungsi (*F-function*) : pekerjaan spesifik yang harus dilaksanakan oleh sebuah sistem.
- Kinerja (*P-performance*) : kualitas/kemampuan fungsi (sebaik apa fungsi tersebut dapat melaksanakan pekerjaannya, contoh: kapasitas dalam menampung beban lalu lintas).
- Biaya (*C-cost*) : biaya-biaya yang mengacu pada biaya siklus hidup (*life cycle cost*).

Pelaksanaan VE dilakukan oleh Tim Kerja VE yang terdiri atas tim penyedia jasa konsultasi yang mencakup personil dari berbagai disiplin ilmu dan tim narasumber dari instansi yang

terkait, sesuai dengan kompetensi dibidangnya terhadap sistem yang dikaji. Seperti: ahli geoteknik, ahli jalan, ahli jembatan, dan narasumber (Bappeda, Balai Pelaksana Jalan), dan instansi lain.

Pelaksanaan VE dijalankan pada seluruh atau sebagian dari tahapan penyusunan studi kelayakan proyek jalan sesuai dengan pedoman yang berlaku. Lingkup kegiatan VE dapat dilihat pada Pedoman Pelaksanaan Teknis Rekayasa Nilai (*Statement of Work Value Engineering*) yang berlaku.

Rangkaian kegiatan VE meliputi:

1. Tahap informasi, yang bertujuan agar seluruh anggota tim kerja VE memiliki informasi yang sama mengenai sistem/proyek;
2. Tahap analisa fungsi, yang bertujuan untuk menentukan fungsi sistem/proyek;
3. Tahap kreativitas, yang bertujuan untuk mengidentifikasi ide-ide untuk menyelesaikan fungsi, dan permasalahan sistem/proyek;
4. Tahap evaluasi ide, yang bertujuan untuk mengevaluasi ide-ide yang teridentifikasi pada tahap kreativitas;
5. Tahap pengembangan, yang bertujuan untuk mengembangkan ide-ide menjadi alternatif;
6. Tahap evaluasi alternatif, yang bertujuan untuk mengevaluasi alternatif-alternatif yang dikembangkan pada tahap pengembangan;
7. Tahap penyusunan rekomendasi, yang bertujuan untuk menyusun rekomendasi rekomendasi dari tim kerja VE;
8. Tahap presentasi, yang bertujuan untuk menyajikan konsep hasil kajian VE.

Kegiatan VE mengacu pada Pedoman Pelaksanaan Teknis Rekayasa Nilai (*Statement Of Work Value Engineering*) yang berlaku.

5 Ketentuan Teknis

5.1 Formulasi Kebijakan Perencanaan

Setiap proyek jalan harus direncanakan dan diimplementasikan secara terintegrasi. Setiap proyek harus berasal dari kerangka kebijakan transportasi yang lebih luas, serta menjadi bagian dari pendekatan terprogram dalam investasi sektor jalan yang mencakup aspek pengoperasian, pemeliharaan, peremajaan, dan pengembangan infrastruktur. Justifikasi dan prioritas pelaksanaan suatu proyek jalan harus ditetapkan berdasarkan kontribusi relatifnya terhadap pencapaian tujuan strategis transportasi secara keseluruhan, bukan hanya berdasarkan manfaat individual proyek tersebut. Proses formulasi kebijakan perencanaan merupakan awal dari pra-studi kelayakan, dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 - Bagan alir formulasi kebijakan perencanaan

5.1.1 Kajian Tentang Kebijakan dan Sasaran Perencanaan

Secara ideal, perencanaan transportasi harus dilaksanakan dalam kerangka kebijakan transportasi yang komprehensif serta didukung oleh lingkungan regulasi yang memadai.

Kebijakan transportasi berfungsi untuk menetapkan arah pengembangan sektor transportasi nasional dan regional sebagaimana diharapkan oleh pemerintah. Penyusunan kebijakan ini didasarkan pada sejumlah faktor utama sebagai berikut.

- a. Tujuan pembangunan nasional dan regional, baik dalam aspek ekonomi, sosial, maupun lingkungan, serta peran sektor transportasi dalam mendukung pencapaiannya.
- b. Kebutuhan dan prioritas strategis sektor transportasi, termasuk peran transportasi dalam strategi pembangunan nasional, keamanan, dan integrasi wilayah.
- c. Pembagian peran antara sektor publik dan sektor swasta dalam penyediaan, pembiayaan, dan pengelolaan infrastruktur transportasi.
- d. Kondisi eksisting sektor transportasi, termasuk identifikasi potensi dan keunggulan komparatif dari masing-masing moda transportasi.
- e. Kendala dan peluang pengembangan sektor transportasi, baik dari aspek teknis, kelembagaan, regulasi, maupun pendanaan.

Penyusunan kebijakan dan sasaran yang terkait harus berdasarkan pada meningkatnya penekanan pada tujuan untuk mencapai pengentasan kemiskinan nasional dan pertumbuhan ekonomi, serta peran yang dapat dimainkan oleh sektor transportasi dalam mencapai tujuan tersebut. Oleh karena itu, suatu kebijakan yang dirumuskan dengan jelas akan memberikan prinsip-prinsip panduan bagi pengembangan sektor transportasi, yang menunjukkan harapan umum dan arah pertumbuhan.

Dalam kajian kebijakan ini, seluruh pengembangan transportasi yang ada dalam wilayah studi perlu diinventaris untuk mendapatkan gambaran keseluruhan terhadap pengembangan transportasi yang ada. Sehingga rencana proyek yang disusun selaras dan tidak berkompetisi dengan perencanaan transportasi yang sudah disusun. Identifikasi ini perlu dilakukan pada rencana pembangunan dalam skala nasional maupun daerah sehingga seluruh rencana pengembangan transportasi dapat terintegrasi dengan baik.

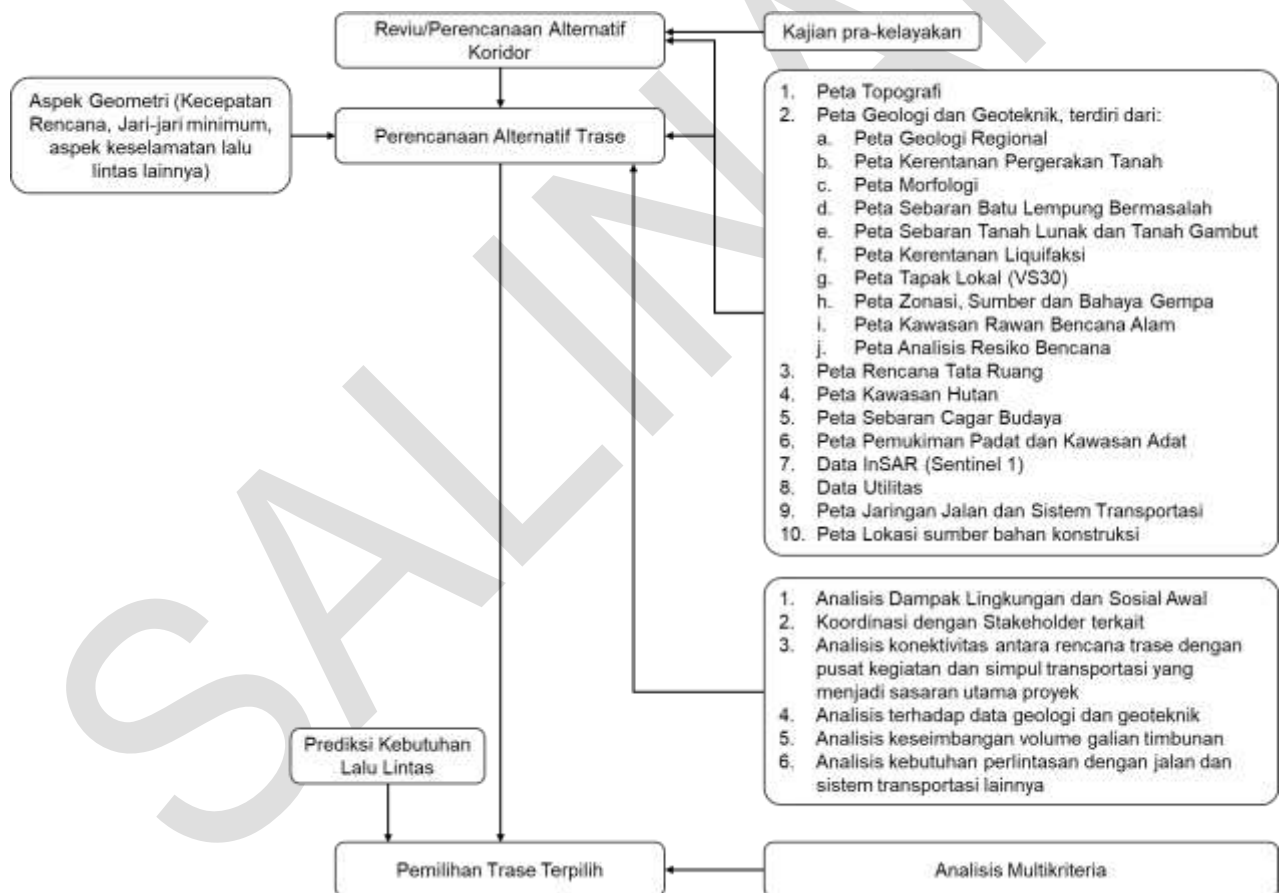
5.1.2 Kajian Tentang Lingkungan dan Tata Ruang

- a. Rencana pembangunan jalan dan jembatan harus memenuhi prinsip konstruksi berkelanjutan mengantisipasi dampak lingkungan dan sosial yang muncul, baik pada tahap konstruksi, pengoperasian, maupun pemeliharaan. Berikut adalah ketentuan dan langkah mitigasi yang harus dilakukan:
 - 1) Merencanakan alternatif rute yang meminimalisir persinggungan dengan kawasan konservasi dan kawasan hutan.
 - 2) Jika melewati kawasan hutan, proyeksikan estimasi waktu untuk penyelesaian perizinan terkait, khususnya PPKH dan PKS. Selain itu, untuk mengidentifikasi potensi kebutuhan prasarana dan sarana apa yang perlu disiapkan oleh penyelenggara jalan melalui koordinasi dengan instansi terkait.
 - 3) Lakukan identifikasi dini danantisipasi risiko terhadap dampak lingkungan, dinamika sosial seperti masyarakat adat yang dilalui dan kebutuhan prasarana dan sarana yang diusulkan oleh masyarakat tersebut, serta identifikasi proses pengadaan tanah.
 - 4) Masukkan perincian biaya penanggulangan masalah lingkungan dan sosial ke dalam komponen biaya analisis ekonomi.
 - 5) Identifikasi kebutuhan penyusunan dokumen lingkungan yang harus dilakukan yang mengacu pada Permen KLH No. 4/2021, serta siapkan kerangka acuan kerja (KAK).
 - 6) Pastikan kesesuaian rencana proyek dengan Rencana Tata Ruang (RTR) sesuai dengan kewenangan terkait di setiap tahapan kegiatan sebagai persiapan untuk dokumen Kesesuaian Kegiatan Pemanfaatan Ruang (KKPR).

- 7) Lakukan analisis KKPR untuk identifikasi potensi konflik pembebasan tanah dan koordinasi dengan ATR/BPN tingkat pusat atau daerah.
 - 8) Sesuaikan analisis KKPR dan rencana peruntukan lahan dalam RTR ke dalam Dokumen Perencanaan Pengadaan Tanah (DPPT) dan sebagai identifikasi .
- b. Wujudkan dukungan peran jalan terhadap tata guna lahan kawasan studi secara efisien melalui kriteria di bawah ini.
- 1) Jalan merupakan bagian dari sistem jaringan jalan yang tersusun dalam suatu tingkatan hirarki;
 - 2) Sistem jaringan jalan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari sistem transportasi di wilayah studi;
 - 3) Sistem jaringan jalan dan tata guna lahan/tanah dari wilayah studi membentuk satu sistem transportasi dan tata guna lahan/tanah yang efisien.

5.2 Formulasi Alternatif Koridor dan Trase

Tahapan setelah formulasi kebijakan adalah reviu alternatif koridor, perencanaan alternatif trase dan pemilihan trase terpilih. Proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4 - Bagan alir formulasi alternatif koridor dan trase

- a. Lakukan reviu terhadap koridor terpilih dari kajian pra-kelayakan. Jika pra-kelayakan belum dilakukan, perencanaan alternatif koridor dapat mengikuti data-data sekunder yang diperlukan dalam perencanaan alternatif trase seperti pada poin c;
- b. Lakukan perencanaan alternatif trase dari koridor terpilih yang kemudian akan dilakukan studi secara lebih mendalam, dengan kriteria wajib bahwa alternatif tersebut harus sudah selaras dengan kebijakan dan sasaran perencanaan proyek, dapat dilaksanakan secara

teknis di lapangan, memastikan aksesibilitas dan konektivitas antara trase rencana dengan pusat-pusat kegiatan dan simpul-simpul transportasi yang menjadi sasaran utama pembangunan proyek, dan memastikan tidak adanya kendala signifikan dari aspek perizinan, lingkungan hidup, sosial, pembebasan lahan, dan aspek lainnya yang mempengaruhi proyek;

- c. Dalam reviu koridor terpilih dan perencanaan alternatif trase dapat menggunakan data sekunder meliputi:
- 1) Peta Topografi, untuk perencanaan trase dengan memperhatikan keseimbangan volume galian-timbunan;
 - 2) Peta Geologi dan Geoteknik, terdiri dari: (a) Peta Geologi Regional, (b) Peta Kerentanan Pergerakan Tanah, (c) Peta Morfologi, (d) Peta Sebaran Batu Lempung Bermasalah, (e) Peta Sebaran Tanah Lunak dan Tanah Gambut, (f) Peta Kerentanan Liquefaksi, (g) Peta Tapak Lokal (VS30), (h) Peta Zonasi, Sumber dan Bahaya Gempa, (i) Peta Kawasan Rawan Bencana Alam, dan (j) Peta Analisis Resiko Bencana, untuk identifikasi awal daerah yang memerlukan pertimbangan teknis;
 - 3) Peta Rencana Tata Ruang, untuk analisis kesesuaian tata ruang;
 - 4) Peta Kawasan Hutan, untuk identifikasi daerah dengan kebutuhan izin khusus;
 - 5) Peta Sebaran Cagar Budaya, untuk identifikasi daerah terlindung;
 - 6) Peta Pemukiman Padat dan Kawasan Adat, untuk identifikasi daerah dengan isu sosial tinggi;
 - 7) Data InSAR (Sentinel 1), untuk identifikasi daerah rawan pergerakan;
 - 8) Data Utilitas Infrastruktur lain, untuk analisis kebutuhan biaya untuk pemindahan utilitas;
 - 9) Data jaringan jalan dan sistem transportasi, untuk analisis kebutuhan perlintasan (khususnya perlintasan tidak sebidang);
 - 10) Lokasi sumber bahan konstruksi, sebagai pertimbangan dalam biaya transportasi material konstruksi yang mempengaruhi biaya konstruksi;
- d. Untuk memperoleh data lingkungan, isu sosial, isu adat dan cagar budaya, kawasan hutan, dan data lainnya yang dapat mempengaruhi perencanaan koridor dan trase, dapat dilakukan koordinasi dengan pihak terkait;
- e. Perencanaan alternatif trase perlu memperhatikan:
- 1) Konektivitas antara trase dengan pusat kegiatan dan simpul transportasi yang menjadi sasaran utama pembangunan proyek;
 - 2) Data geologi dan geoteknik untuk mengantisipasi kebutuhan penanganan dan perkuatan tanah yang diperlukan;
 - 3) Keseimbangan galian dan timbunan yang dihasilkan pada setiap tahapan pembangunan;
 - 4) Identifikasi kebutuhan perlintasan dengan jalan lain, sistem transportasi lain, sungai, dan kondisi lainnya yang memerlukan pembangunan jembatan karena akan menambah biaya konstruksi;
- f. Pastikan setiap alternatif trase telah menginkorporasikan karakteristik rancangan geometrik yang selaras dengan fungsi dan kelas jalan yang diusulkan, serta lakukan penyesuaian teknis secara mendalam terhadap aspek kelandaian alinyemen dan jari-jari tikungan minimum guna memenuhi standar keselamatan dan kelayakan jalan yang berlaku;

- g. Untuk pembangunan jalan yang direncanakan secara bertahap, pastikan desain alinyemen horizontal dan vertikal sudah memenuhi standar fungsi jalan dan kecepatan rencana sejak tahap awal, namun lakukanlah fleksibilitas pelaksanaan pada lebar badan jalan atau tebal perkerasan dengan tetap memperhitungkan kebutuhan pengembangan di masa depan;
- h. Pemilihan alternatif dengan Biaya Transportasi Total minimal bertujuan untuk mencapai efisiensi tertinggi bagi negara dan pengguna jalan, sebagai berikut:
 - 1) Lakukan evaluasi kelayakan ekonomi terhadap alternatif rute yang lebih pendek, dan pastikan efisiensi manfaat jangka panjangnya tetap terjaga meskipun investasi biaya pelaksanaannya tergolong tinggi;
 - 2) Lakukan evaluasi komprehensif terhadap alternatif rute panjang berbiaya rendah dan pastikan bahwa efisiensi biaya konstruksi tersebut sebanding dengan nilai kelayakan ekonomis jangka panjangnya;
 - 3) Lakukan pemilihan rute penggunaan jembatan panjang pada rute yang lebih pendek dengan alinyemen datar sebagai opsi yang lebih menguntungkan daripada memperpanjang rute demi memperpendek bentang jembatan;
 - 4) Pastikan setiap alternatif rute meminimalkan lintasan pada daerah patahan atau zona geologi tidak stabil untuk menjamin efisiensi biaya pemeliharaan dan menjaga keandalan operasional jalan;
- i. Pemilihan alternatif koridor dan trase dalam dilakukan dengan menggunakan metode Analisis Multikriteria.

5.3 Aspek Teknis

Aspek teknis dalam studi kelayakan meliputi: (a) prediksi kebutuhan perjalanan, (b) topografi, (c) perancangan geometrik, (d) geologi, (e) geoteknik, (f) perancangan perkerasan jalan, (g) perancangan drainase, (h) perancangan jembatan, dan (i) *building information modeling* (BIM).

5.3.1 Prediksi Kebutuhan Perjalanan

- a. Tujuan dan proses prediksi perjalanan

Proses ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas dan kinerja infrastruktur transportasi dalam mengakomodasi bangkitan serta tarikan pergerakan, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan strategis serta mitigasi dampak lingkungan dan geofisika di wilayah terdampak.

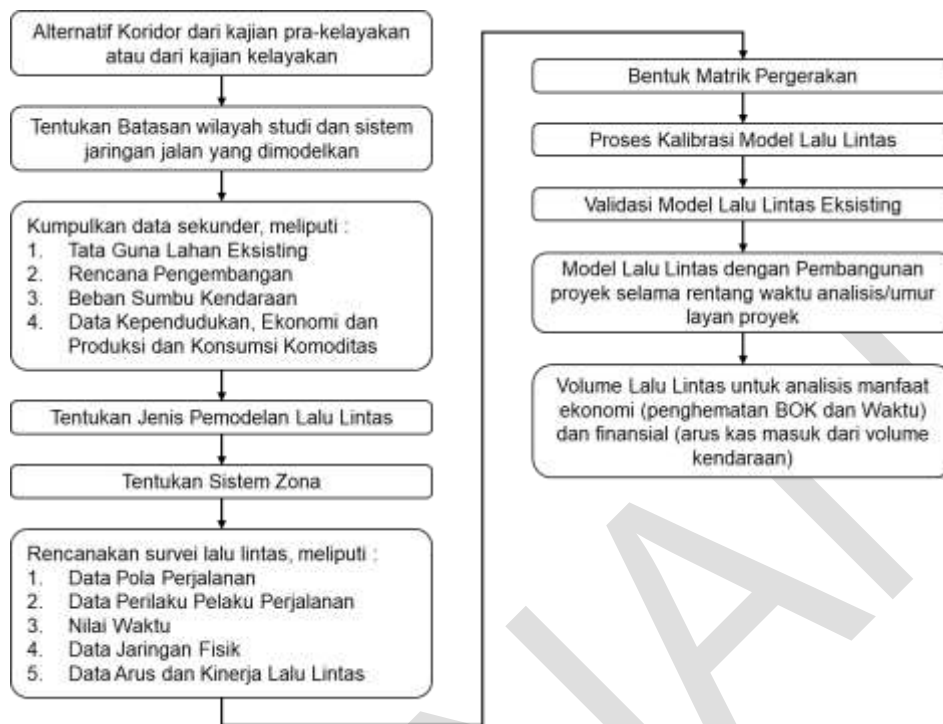
Prediksi lalu lintas dengan menggunakan pemodelan lalu lintas ini diperlukan pada analisis dalam kajian kelayakan seperti:

- 1) Sebagai data masukan pada perencanaan desain seperti perencanaan geometrik jalan dan perkerasan jalan;
- 2) Sebagai data masukan pada analisis dampak seperti dampak lingkungan hidup, dampak ekonomi, dan dampak sosial.

Pemodelan lalu lintas perlu mengkaji seluruh perencanaan tata ruang dan transportasi yang berlaku dalam wilayah kajian (lihat Gambar 5). Pemodelan lalu lintas dapat dilakukan secara keseluruhan atau bertahap mempertimbangkan adanya pembangunan ruas jalan secara bertahap. Prosedur pemodelan lalu lintas dapat mengacu pada pedoman pemodelan lalu lintas yang berlaku.

Dalam kajian kelayakan untuk jalan tol dan jalan nontol dengan skema pembayaran KPBU-AP, perlu diperhitungkan jika pengembangan pusat kegiatan yang menjadi pendorong kebutuhan pembangunan proyek tidak berkembang seperti rencana pengembangan,

sehingga volume lalu lintas yang diharapkan tidak tercapai. Perubahan volume lalu lintas ini dapat mempengaruhi kelayakan finansial dan analisis resiko dari proyek yang dikaji.



Gambar 5 - Bagan alir prediksi kebutuhan perjalanan

b. Data yang diperlukan dalam analisis lalu lintas.

Secara umum data yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 - Kebutuhan data aspek lalu lintas

No	Jenis data	Uraian	Tujuan/Keterangan
Data sekunder			
1	Tata Guna Lahan Eksisting	Jenis/zonasi kegiatan dalam wilayah studi	Data masukkan untuk analisis bangkitan perjalanan
2	Rencana Pengembangan	RTRW/RDTR	Data masukkan untuk perkembangan lalu lintas masa depan
3	Beban Sumbu Kendaraan	Beban rencana lalu lintas	Data masukkan untuk analisis desain perkerasan
4	Kependudukan	Jumlah penduduk, keluarga, pekerja, murid sekolah beserta pertumbuhannya.	Data untuk analisis besaran dan pertumbuhan lalu lintas
5	Ekonomi	Pendapatan rata-rata dan PDRB beserta pertumbuhannya.	

No	Jenis data	Uraian	Tujuan/Keterangan
6	Produksi dan Konsumsi Komoditas	komoditas pertanian, perkebunan, perikanan, peternakan, industri, dan lain-lain beserta pertumbuhannya	
Data Primer			
1.	Data Pola Perjalanan	<ol style="list-style-type: none"> 1) Survei Wawancara 2) Pemanfaatan teknologi Informasi 3) Penggunaan Big Data 	Penyusunan Matriks Asal Tujuan eksisting
2.	Data Perilaku Pelaku Perjalanan	<ol style="list-style-type: none"> 1) Jarak dengan kendaraan lain untuk mengambil keputusan 2) Perilaku perpindahan lajur 3) Perilaku berkecepatan 	Penyesuaian parameter perilaku berkendara pada model mikro
3.	Nilai Waktu	<ol style="list-style-type: none"> 1) Metoda Pendapatan Rata-rata 2) Metoda Willingness to Pay 	Penentuan Nilai Waktu pada wilayah kajian
4.	Data Jaringan Fisik	<ol style="list-style-type: none"> 1) Data fisik seperti panjang, lebar, jumlah arah, jumlah lajur dan kapasitas 2) Data kecepatan arus bebas ruas 	Data masukkan dalam model transportasi dari sisi infrastruktur transportasi (supply).
5.	Data Arus dan Kinerja Lalu Lintas	<ol style="list-style-type: none"> 1) Volume per jam 2) Volume jam-jam puncak 3) Volume pergerakan simpang 4) Waktu Tempuh 5) Panjang Antrian 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Data masukan dalam model transportasi dari sisi permintaan perjalanan (demand). 2) Klasifikasi kendaraan disesuaikan dengan kebutuhan analisis model lalu lintas dan analisis desain perkerasan (mengacu pada Manual Desain Perkerasan yang berlaku) 3) Pengambilan data lalu lintas minimal 7 (tujuh) hari x 24 jam 4) Pengambilan data lalu lintas menghindari

No	Jenis data	Uraian	Tujuan/Keterangan
			kondisi abnormal tinggi atau rendah 5) Pengumpulan data lalu lintas mengacu pada panduan yang berlaku dan menggunakan metode semi-otomatis agar lebih akurat.
6	Beban Sumbu Kendaraan (khusus jalan tol dan jalan arteri koridor utama)	Beban rencana lalu lintas aktual	Data masukkan untuk analisis desain perkerasan

c. Metode Prediksi Lalu Lintas

- 1) Prediksi lalu lintas pada tahun-tahun berikutnya setelah tahun dasar diperoleh melalui suatu model lalu lintas dengan setidaknya mengikuti kaidah yang lazim dalam teori perencanaan transportasi (model transportasi empat tahap) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 - Model transportasi empat tahap

Tahapan model	Deskripsi
Model bangkitan perjalanan (<i>trip generation</i>)	Model yang meramalkan bagaimana permintaan perjalanan merespons perubahan dalam sistem transportasi (termasuk di dalamnya adalah lalu lintas normal dan lalu lintas terbangkitkan)
Model distribusi perjalanan (<i>trip distribution</i>)	model untuk memperkirakan pola atau matriks asal-tujuan dari bangkitan perjalanan
Model pemilihan moda transportasi (<i>modal split</i>)	model untuk memperkirakan perubahan dalam moda yang digunakan dalam perjalanan. pada penyusunan kajian kelayakan perlu dikaji secara menyeluruh terkait pengembangan sistem transportasi lainnya yang dapat mempengaruhi perubahan pemilihan moda
Model pembebanan lalu lintas (<i>traffic assignment</i>)	pembebanan perjalanan dari matriks asal-tujuan terhadap jaringan jalan

2) Jenis Model Menurut Tingkat Ketailan

Menurut tingkat kedetailan, model lalu lintas dapat dikelompokkan menjadi:

- a) model lalu lintas makro;
- b) model lalu lintas meso;
- c) model lalu lintas mikro.

3) Pertumbuhan lalu lintas di masa depan dapat diperoleh dari:

- a) Mengekstrapolasi data LHR historis dari tahun-tahun sebelumnya;
- b) Pertumbuhan ekonomi di wilayah studi; atau
- c) Dari Manual Desain Perkerasan Jalan yang berlaku.

Nilai pertumbuhan di masa depan juga dapat bervariasi seperti:

- a) Perpindahan volume lalu lintas yang menggunakan proyek pembangunan dapat dilakukan bertahap (contoh: pada tahun pertama operasional tol hanya 40% dari

seluruh potensi perpindahan pergerakan yang menggunakan jalan tol, dan meningkat secara bertahap hingga mencapai 100% pada tahun ketiga);

- b) Nilai pertumbuhan di beberapa tahun awal dapat berbeda dengan nilai pertumbuhan di akhir masa analisis (contoh: pada 5 tahun pertama sebesar 8% akibat akselerasi ekonomi dan kembali ke pertumbuhan awal sebesar 5% pada 15 tahun terakhir);
- c) Nilai pertumbuhan lalu lintas ini berbeda untuk setiap jenis kendaraan (contoh: pertumbuhan motor yang tinggi namun pertumbuhan truk yang rendah).

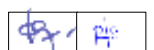
Nilai pertumbuhan bisa disesuaikan dengan data yang tersedia dan yang dapat diperoleh dari lapangan;

d. Pertimbangan spesifik untuk jalan perkotaan

Kondisi lalu lintas pada jalan perkotaan umumnya pada kondisi arus yang mendekati atau telah melebihi kapasitas jalan (*over-capacity*), maka perlu analisis secara mendalam untuk mengantisipasi dan memitigasi seluruh dampak gangguan lalu lintas yang akan timbul selama masa konstruksi fisik di lapangan. Beberapa pertimbangan dan arahan untuk analisis jalan perkotaan disampaikan pada Tabel 7.

Tabel 7 - Arahan khusus untuk analisis jalan perkotaan

Kategori	Deskripsi
Tipe Model lalu lintas	<ul style="list-style-type: none"> 1) Model lalu lintas makro atau meso untuk proyek-proyek strategis yang berdampak secara luas terhadap seluruh sistem jaringan kota 2) Model lalu lintas meso atau mikro untuk proyek peningkatan simpang seperti pembangunan <i>flyover</i> atau <i>underpass</i>
Batasan Wilayah Studi	<ul style="list-style-type: none"> 1) Untuk model lalu lintas makro atau meso, minimal sesuai dengan batas administrasi kota atau kabupaten hingga mencapai titik terjauh yang terdampak oleh pengaruh proyek kajian 2) Untuk model lalu lintas meso atau mikro, minimal dua simpang jalan ke seluruh arah yang berkaitan erat dengan rencana ruas/simpang kajian.
Jaringan jalan	semua jalan yang secara signifikan terpengaruh proyek kajian
Jenis kendaraan	minimal sepeda motor, kendaraan penumpang pribadi ringan, kendaraan penumpang umum ringan, bus dan kendaraan berat
Model Pejalan Kaki	Untuk lokasi yang sangat tinggi jumlah pejalan kakinya, bisa dambahkan model pejalan kaki
Waktu Pemodelan	<ul style="list-style-type: none"> 1) Jam-jam puncak; 2) Jam tidak puncak antara jam puncak pagi dan sore. <p>Untuk analisis manfaat ekonomi, menggunakan volume lalu lintas harian dihitung dari konversi dari jam puncak harian dengan faktor k</p>
Survei tambahan untuk jalan perkotaan dengan model lalu lintas mikro	<ul style="list-style-type: none"> 1) survei pergerakan belok (<i>turning movement</i>); 2) survei waktu APILL; 3) survei kinerja simpang, terutama: panjang antrian maksimum dan waktu hambatan.



Kategori	Deskripsi
Kalibrasi model lalu lintas makro	<ol style="list-style-type: none"> 1) Tentukan nilai parameter impedansi (<i>impedance</i>) yang akurat, 2) mengatur penempatan penyambung zona (<i>centroid connector</i>) 3) penyesuaian kapasitas ruas <p>Kalibrasi dilakukan hingga diperoleh hasil pemodelan mencerminkan kondisi arus lalu lintas aktual di lapangan.</p>
Kalibrasi model lalu lintas mikro	<ol style="list-style-type: none"> 1) Penentuan nilai-nilai parameter perilaku pengemudi (untuk model lalu lintas mikro) 2) Penentuan nilai-nilai parameter perilaku pejalan kaki (untuk model lalu lintas mikro dengan pejalan kaki) <p>Kalibrasi dilakukan hingga diperoleh hasil pemodelan mencerminkan kondisi arus lalu lintas aktual di lapangan.</p>
Validasi Model	Analisis statistik: homogenitas, signifikansi dan akurasi dengan R2, Mean Absolute Percentage Error (MAPE), dan Geoffrey E. Havers (GEH).
Langkah khusus untuk model lalu lintas mikro	<ol style="list-style-type: none"> 1) metode pembebanan yang digunakan dinamis (<i>dynamic traffic assignment</i>) untuk merepresentasikan fluktuasi arus lalu lintas serta perubahan rute pengguna jalan berdasarkan kondisi kepadatan jaringan secara <i>real-time</i> 2) simulasi dilakukan minimal 1 jam, dengan <i>warm up time</i> 10 menit atau tercapai tingkat arus yang sesuai. 3) Jumlah repetisi simulasi dihitung berdasarkan standar deviasi yang diperoleh dari minimal 5 kali simulasi percobaan dengan <i>seed number</i> untuk bilangan acak yang berbeda untuk setiap repetisi.

e. Pertimbangan Spesifik untuk Jalan Antarkota

Analisis lalu lintas pada jalan antar kota berfokus pada pergerakan kendaraan jarak jauh yang menghubungkan antar kota. Beberapa pertimbangan dan arahan untuk analisis jalan perkotaan disampaikan pada Tabel 8.

Tabel 8 - Arahan khusus untuk analisis jalan antar kota

Kategori	Deskripsi
Tipe model lalu lintas	Model lalu lintas makro untuk analisis pergerakan jarak jauh dan merepresentasikan interaksi antar-zona dan pola distribusi perjalanan pada jaringan jalan nasional maupun regional
Sistem zonasi	berbasis pada wilayah kabupaten atau kota dan pendetailan zona secara lebih spesifik hingga tingkat kecamatan atau kelurahan pada lokasi-lokasi strategis
Jaringan jalan	semua jalan dengan hirarki yang sama dengan proyek kajian, dan satu level hirarki dibawahnya serta jalan lain dengan arus lalu lintas yang signifikan dan terpengaruh proyek kajian

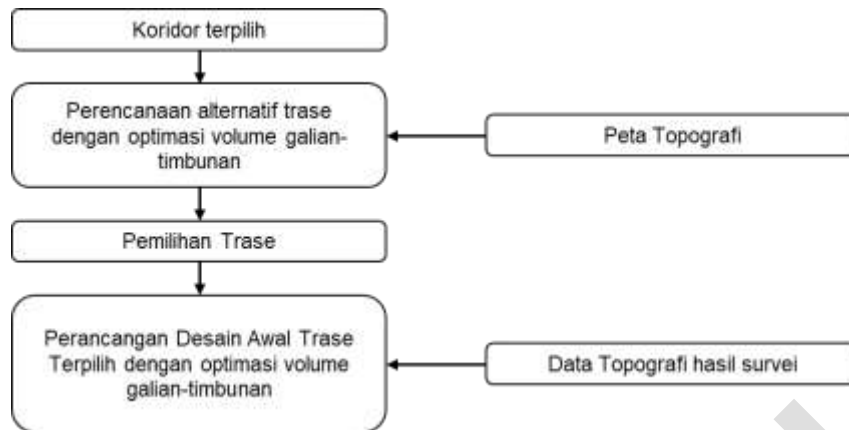
Kategori	Deskripsi
Jenis kendaraan	minimal sepeda motor, kendaraan penumpang pribadi ringan, kendaraan penumpang umum ringan, bus dan kendaraan berat
Waktu pemodelan	1) Jam-jam puncak; 2) Jam tidak puncak antara jam puncak pagi dan sore
Metode pembebanan	1) Metode Keseimbangan Pengguna (User Equilibrium), atau 2) Metode Semua atau Tidak Sama Sekali Acak (Stochastic All or Nothing) apabila jaringan jalan, baik kondisi eksisting maupun rencana proyek, dapat disederhanakan secara teknis menjadi dua rute alternatif utama.
Fungsi impedansi	1) Gunakan fungsi Bureau of Public Roads (BPR) dalam menentukan parameter fungsi impedansi (impedance function), 2) Apabila terdapat ruas jalan tol dalam jaringan pemodelan, tarif tol dikonversi ke dalam satuan waktu dengan menggunakan nilai waktu (<i>value of time</i>)
Kalibrasi model	1) Tentukan nilai parameter impedansi (impedance) yang akurat, 2) mengatur penempatan penyambung zona (centroid connector) 3) penyesuaian kapasitas ruas Kalibrasi dilakukan hingga diperoleh hasil pemodelan mencerminkan kondisi arus lalu lintas aktual di lapangan
Validasi model	Analisis statistik: homogenitas, signifikansi dan akurasi dengan R ² , MAPE dan GEH

f. Hasil kajian prediksi kebutuhan perjalanan digunakan sebagai:

- 1) Bahan masukan/pertimbangan dalam kriteria perencanaan jalan, perencanaan geometrik, perkiraan biaya manfaat, dan kajian ekonomi; dan
- 2) Bahan masukan/pertimbangan dalam desain awal (*basic design*) khususnya untuk perencanaan lalu lintas.

5.3.2 Topografi

Kajian sub-aspek topografi merupakan kegiatan pengumpulan data primer dan sekunder untuk menggambarkan kondisi elevasi, kemiringan medan, hidrografi, tutupan/penggunaan lahan, serta objek buatan yang relevan pada wilayah studi. Data topografi digunakan sebagai dasar penyusunan desain awal (*basic design*) hingga desain detail, termasuk penentuan trase terpilih, perhitungan volume galian-timbunan, perencanaan drainase, penentuan lokasi bangunan struktur, dan penyusunan dokumen rencana pengadaan tanah/*row plan*. Proses perencanaan dan perancangannya ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 - Bagan alir perencanaan dan perancangan trase dari aspek topografi

a. Kebutuhan dan cakupan Data Topografi

1) Skala peta

Peta topografi untuk kebutuhan studi kelayakan sekurang-kurangnya memenuhi skala 1:2.500 untuk medan datar dan skala 1:1.000 untuk medan berbukit/pegunungan serta lokasi struktur (misalnya jembatan, *interchange*, *crossing* utilitas). Penetapan skala dilakukan berdasarkan kategori medan (datar vs berbukit/pegunungan) dan kebutuhan detail perencanaan; pada lokasi yang menuntut detail lebih tinggi, skala dapat dibuat lebih besar (lebih detail) sepanjang konsisten dengan kelas ketelitian yang dipersyaratkan.

Dalam pedoman ini, penentuan kategori medan mengacu klasifikasi topografi/medan pada Pedoman Desain Geometrik Jalan, berdasarkan kemiringan medan yang diukur tegak lurus terhadap garis konturnya. Medan dinyatakan datar apabila kemiringan medan $< 10\%$. Medan dinyatakan berbukit/pegunungan apabila kemiringan medan $\geq 10\%$ (mencakup bukit 10–25% dan gunung $>25\%$). Catatan: kemiringan medan merupakan kemiringan rata-rata (per 50 m) dalam 1 km.

2) Lebar cakupan

Untuk pekerjaan jalan antarkota, cakupan minimal peta jalur adalah selebar 100 m (koridor). Apabila terdapat pekerjaan pendukung khusus (misalnya *interchange*, sistem drainase utama, atau bangunan pelengkap), cakupan diperluas sesuai kebutuhan. Untuk kawasan perkotaan, cakupan dapat dibatasi minimal sampai ruang pengawasan jalan dan pada lokasi persimpangan mencakup seluruh kaki persimpangan.

3) Sistem referensi geospasial

Seluruh data wajib menggunakan Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI) terbaru, proyeksi UTM sesuai zona, serta referensi tinggi menggunakan model geoid nasional (INA-GEOID/INAGEOID) terbaru, sesuai ketentuan BIG.

b. Ketentuan penggunaan data primer dan pemilihan teknologi

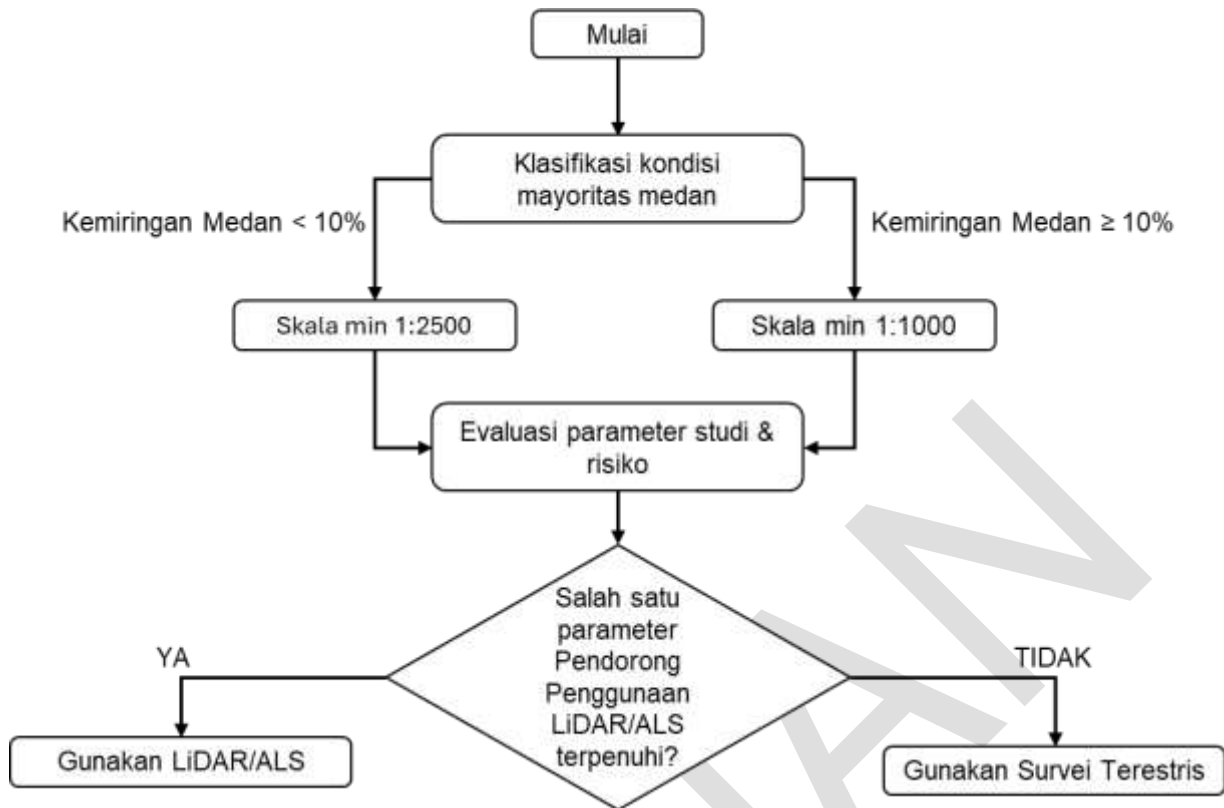
1) Data primer topografi wajib disediakan dan digunakan sebagai dasar penyusunan desain (basic design) dan/atau desain detail untuk seluruh trase terpilih, lokasi bangunan struktur, serta area pekerjaan pendukung yang berpengaruh terhadap keselamatan dan kinerja prasarana. Data sekunder hanya digunakan untuk referensi awal dan perencanaan survei.

2) Pemanfaatan data primer eksisting (hasil survei terdahulu) dapat digunakan sepanjang memenuhi:

- a) kesesuaian sistem referensi (SRGI–UTM dan INAGEOID),
- b) kelas ketelitian sesuai skala peta yang dipersyaratkan,
- c) keterkinian kondisi lapangan, serta
- d) ketersediaan metadata dan laporan QC untuk audit.

Apabila salah satu ketentuan tersebut tidak terpenuhi, wajib dilakukan survei ulang sebagai data primer.

- 3) Kewajiban penggunaan LiDAR/*Aerial Laser Scanner* (ALS) sebagai data primer topografi ditetapkan berbasis parameter studi dan risiko, bukan semata-mata berdasarkan ketersediaan teknologi. Parameter yang mendorong penggunaan ALS sebagai data primer antara lain:
 - a) medan kompleks (berbukit/curam),
 - b) vegetasi sedang, karena jika rapat akan menghambat ekstraksi ground dari fotogrametri,
 - c) risiko geoteknik tinggi (rawan longsor, tanah lunak, penurunan tanah),
 - d) kebutuhan model 3D beresolusi tinggi untuk bangunan struktur/interchange,
 - e) keterbatasan akses lapangan atau kebutuhan percepatan survei, atau
 - f) kebutuhan analisis kuantitas galian–timbunan yang presisi.
- 4) Penggunaan LiDAR/ALS tidak wajib apabila tujuan studi dan tingkat risiko dapat dipenuhi dengan metode lain (misalnya fotogrametri UAV yang terikat GCP/PPK-RTK dan survei terestris), dengan syarat keluaran memenuhi skala dan ketelitian yang dipersyaratkan. Detail teknis spesifikasi dan tata cara penerapan masing-masing teknologi mengacu pada pedoman teknis yang berlaku. Penggunaan survei terestris (GNSS Geodetik/*Total Station/Terrestrial Laser Scanner*) pada tahap perencanaan teknis akhir dapat dilakukan untuk lokasi yang lebih spesifik seperti pada kawasan dengan vegetasi yang sangat rapat sehingga akuisisi data menggunakan ALS akan kurang efektif.



Gambar 7 - Bagan alir penentuan metode survei

- 5) Lebar koridor minimal apabila LiDAR/ALS digunakan sebagai data primer topografi mengikuti kebutuhan cakupan peta jalur dan ROW plan, dengan ketentuan:
 - a) untuk jalan antarkota sekurang-kurangnya selebar 100 m (koridor) dan diperluas pada lokasi pekerjaan pendukung;
 - b) untuk kawasan perkotaan sekurang-kurangnya mencakup ruang pengawasan jalan dan seluruh kaki persimpangan; serta
 - c) untuk lokasi bangunan struktur, cakupan diperluas sesuai kebutuhan desain (misalnya mencakup area pendekat dan segmen hulu–hilir pada penyeberangan sungai).
- c. Metode survei dan spesifikasi peralatan (*input*)

Metode survei topografi ditetapkan berdasarkan tujuan survei, cakupan area, kebutuhan ketelitian, kondisi medan, serta ketersediaan akses. Survei dilaksanakan melalui foto udara (fotogrametri), *Aerial Laser Scanner (ALS)*, survei terestris (*GNSS/Total Station/waterpass*), pengamatan visual, serta survei detail pada lokasi rencana bangunan struktur. Untuk metode survei, output dan target lokasi survei ditunjukkan dalam Tabel 9.

Tabel 9 - Metode survei dan target lokasi survei topografi

No.	Metode survei	Output	Target lokasi survei
1	Foto udara (UAV/fotogrametri)	Ortofoto, DSM, dan DTM/DEM hasil filtrasi; kontur dan peta situasi.	Seluruh wilayah kajian/koridor trase.
2	<i>Aerial Laser Scanner (ALS)</i>	<i>Point cloud</i> terklasifikasi (<i>ground/vegetation/building</i>), DTM, DSM, DEM, kontur.	Seluruh trase terpilih dan area bangunan pendukung yang

No.	Metode survei	Output	Target lokasi survei
			membutuhkan model permukaan.
3	Survei terestris (GNSS/ <i>Total Station</i>) untuk jaringan kontrol dan verifikasi	Jaringan kontrol horizontal-vertikal, pengukuran situasi (poligon/ <i>long section</i>)	pengukuran detail pada lokasi kritis, serta pengukuran <i>independen check point</i> untuk validasi akurasi.
4	Pengukuran melintang (<i>waterpass/leveling</i>)	Potongan melintang, pengukuran elevasi	Potongan melintang pada rencana as jalan (umumnya setiap 100 m atau disesuaikan), serta pengukuran elevasi detail pada lokasi genangan, saluran, dan titik kritis hidrologi.
5	Pengamatan visual	Inventarisasi utilitas, akses, bangunan, rintangan, serta kondisi lapangan yang tidak tertangkap optimal oleh sensor (misalnya utilitas bawah tanah).	Sepanjang trase terdampak
6	Lokasi rencana bangunan struktur	Lokasi jembatan, <i>interchange</i> , <i>underpass/overpass</i> , dan <i>crossing</i> utilitas.	Survei detail mencakup kontrol horizontal-vertikal, situasi, penampang, dan kebutuhan hidrometri di sungai (hulu-hilir) sesuai desain.

1) Foto udara (UAV/Fotogrametri)

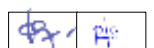
Spesifikasi peralatan dan parameter akuisisi foto udara sekurang-kurangnya mencakup:

- a) Kamera beresolusi memadai untuk mencapai Ground Sample Distance (GSD) yang memenuhi ketelitian peta skala target;
- b) Sistem GNSS/IMU pada wahana (disarankan RTK/PPK) untuk meningkatkan kualitas aerotriangulasi;
- c) Ketersediaan target Ground Control Point (GCP) dan check point yang diukur menggunakan GNSS geodetik terikat CORS/INACORS; serta
- d) Perencanaan overlap memanjang dan melintang yang memadai untuk menghindari gap dan meningkatkan reliabilitas model.

2) Pemanfaatan *Aerial Laser Scanner* (ALS) untuk perancangan jalan

Laser Scanner adalah perangkat teknologi canggih yang digunakan untuk memindai objek atau permukaan menggunakan sinar laser guna memperoleh informasi posisi dalam tiga dimensi (3D). Teknologi ini memungkinkan pengumpulan data secara komprehensif dengan akurasi tinggi melalui prinsip pemancaran, pantulan, dan penerimaan kembali sinar laser. Data yang dihasilkan berbentuk *point cloud* yaitu kumpulan titik-titik koordinat 3D yang merepresentasikan bentuk dan detail permukaan objek.

Hasil dari pemindaian menggunakan *laser scanner* adalah informasi geospasial berupa data geometri tiga dimensi dengan tingkat akurasi tinggi.



- 3) Survei terestris (GNSS/*Total Station*/*Waterpass*)
survei terestris digunakan untuk:
 - a) Pembentukan dan penguatan jaring kontrol horizontal-vertikal,
 - b) Pengukuran situasi/detail pada lokasi yang tidak dapat dipetakan optimal dengan sensor udara,
 - c) Verifikasi Independen Hasil ALS/fotogrametri (*check point*).
 Peralatan yang digunakan meliputi GNSS geodetik (*dual-frequency*) terikat CORS/INACORS, *Total Station* untuk detail situasi, serta *digital level/waterpass* untuk *leveling* presisi.
 - 4) Pengamatan visual
Pengamatan visual dilakukan untuk melengkapi informasi utilitas dan kondisi lapangan yang bersifat operasional. Hasil pengamatan visual wajib terdokumentasi (foto, sketsa, dan catatan koordinat perkiraan) serta dikonversi menjadi *layer* utilitas/informasi pendukung pada peta topografi.
 - 5) Lokasi rencana bangunan struktur
Pada lokasi yang teridentifikasi menjadi bangunan struktur (misalnya jembatan, *interchange*, *crossing* utilitas), dilakukan survei topografi detail yang mencakup: pengukuran titik kontrol horizontal-vertikal; pengukuran situasi dan penampang melintang; serta pengukuran tambahan sesuai kebutuhan desain. Untuk rencana melintasi sungai, pengukuran topografi dan/atau hidrometri dilakukan pada segmen hulu-hilir dan lebar koridor sungai yang memadai guna mendukung desain abutmen, proteksi gerusan, dan bangunan pengatur aliran.
- d. Metode survei dan spesifikasi peralatan (Proses)
- 1) Perencanaan survei
perencanaan survei memuat:
 - a) penetapan skala dan kelas ketelitian produk;
 - b) penetapan sistem referensi geospasial (SRGI, UTM, INAGEOID);
 - c) rencana sebaran *control point* dan *check point*;
 - d) rencana jalur akuisisi (jalur terbang ALS/foto udara atau trajektori/koridor);
 - e) rencana keselamatan kerja (K3) dan perizinan operasional UAV; serta
 - f) rencana manajemen data termasuk struktur folder, penamaan data, dan metadata.
 - 2) Pelaksanaan akuisisi data
 - a) Foto udara: meliputi pemasangan GCP/target, pengukuran koordinat GCP dan *check point* secara independen, pelaksanaan pemotretan sesuai jalur terbang dengan *overlap* memadai, serta verifikasi lapangan terhadap cakupan dan ketajaman citra.
 - b) ALS: meliputi perencanaan jalur terbang yang melingkupi seluruh area, pertampalan lintasan minimal 30%, pemasangan *base station* GNSS dengan radius maksimal 5 km dari area pemindaian, pemasangan dan pengukuran *control point* yang tersebar merata, serta pemasangan *check point* untuk uji ketelitian. Jumlah *check point* minimal 3 titik pada 5 km awal dan ditambah 2 titik pada setiap kelipatan 5 km berikutnya; pada masing-masing awal dan akhir ruas diberikan minimal 1 *check point*. *Check point* diutamakan berada pada area *overlap* untuk mendukung evaluasi konsistensi.
 - c) Terestris: meliputi pengukuran jaring kontrol (statik/RTK sesuai kebutuhan), pengukuran detail situasi menggunakan *Total Station*, serta pengukuran beda tinggi menggunakan *waterpass/digital level* untuk elevasi presisi pada *long section*, *cross section*, dan lokasi kritis.

- 3) Pengolahan data
 - a) Foto udara: pengolahan mencakup aerotriangulasi, pembentukan *dense point cloud*, pembuatan ortofoto, DSM, dan DTM (melalui filtrasi/klasifikasi), serta ekstraksi kontur dan fitur situasi.
 - b) ALS: pengolahan mencakup pengolahan *baseline* GNSS dan trajektori, integrasi GNSS-IMU (INS), pembentukan *point cloud*, *strip adjustment*/penyamaan lintasan bila diperlukan, klasifikasi *point cloud* minimal menjadi *ground*, *vegetation*, dan *building*, serta pembentukan DTM/DSM/DEM dan kontur.
 - c) Terestris: pengolahan mencakup perataan jaring kontrol (*network adjustment*), transformasi sistem koordinat bila diperlukan, pemeriksaan penutupan poligon dan *leveling*, serta integrasi dengan data ALS/foto udara untuk penyajian peta.
- 4) Pengendalian mutu

QC dilakukan pada setiap tahapan (perencanaan, akuisisi, pengolahan, dan penyajian) untuk memastikan ketelitian dan kelengkapan data. Ketentuan minimal QC meliputi:

 - a) Verifikasi kelengkapan sertifikat kalibrasi alat dan kompetensi operator.
 - b) Validasi *base station* dan pengolahan *baseline* GNSS; *base station* diukur statik dan diproses (*post-processing*) dengan akurasi minimal: horizontal 3 mm + 0,1 ppm dan vertikal 3,5 mm + 0,4 ppm.
 - c) Pemeriksaan kualitas trajektori; hasil pengolahan trajektori memenuhi PDOP < 3,5 serta ketelitian posisi horizontal dan vertikal ≤ 2 cm.
 - d) Pengujian *control point* dan *check point* secara independen dengan ambiguitas *fixed*; perhitungan RMSE, CE90, dan LE90 serta perbandingan terhadap batas ketelitian sesuai SNI 8202:2019 dan ketentuan BIG.
 - e) Pemeriksaan densitas data dan *gap coverage* (khusus ALS/foto udara), termasuk konsistensi pada area *overlap* serta pemeriksaan hasil klasifikasi *ground* untuk pembentukan DTM.
 - f) Penyusunan laporan QC yang memuat metode, parameter, hasil uji, dan rekomendasi tindakan korektif apabila tidak memenuhi ketentuan.
- e. Produk dan spesifikasi keluaran (*output*)

Produk keluaran disajikan dalam bentuk peta, model permukaan, serta *dataset* digital yang dapat dipakai lintas tahapan SIDLACOM. Spesifikasi *output* ditetapkan berdasarkan skala, kelas ketelitian, serta kebutuhan perencanaan dan desain.

 - 1) Produk Peta Topografi

Peta topografi memuat sekurang-kurangnya: kontur, sungai/saluran, jalan eksisting, bangunan, batas koridor/rumija bila tersedia, serta fitur situasi yang relevan. Peta disajikan pada sistem koordinat SRGI-UTM dan referensi tinggi INAGEOID. Penyajian simbol, anotasi, dan elemen peta (grid, skala, legenda, sumber data) mengikuti kaidah kartografis dan ketentuan BIG.
 - 2) DTM, DSM, dan DEM

DTM menggambarkan permukaan tanah tanpa objek di atasnya; DSM mencakup kenampakan permukaan termasuk vegetasi dan bangunan; DEM merupakan model elevasi yang mencakup DTM dan DSM. Produk raster disarankan dalam format GeoTIFF dengan resolusi grid yang memadai untuk memenuhi ketelitian peta target.
 - 3) Kontur

Kontur dihasilkan dari DTM dan disajikan sebagai data vektor. Interval kontur ditetapkan sesuai variasi medan dan kebutuhan desain (misalnya interval lebih rapat pada area datar untuk mendukung desain drainase, dan interval menyesuaikan pada

- medan curam).
- 4) Format Data dan Kelengkapan Penyajian

Tabel 10 - Spesifikasi keluaran survei topografi

Produk	Format/ekstensi yang disarankan	Ketentuan sistem referensi	Keterangan minimum
<i>Point cloud</i>	*.las, *.laz, *.e57	SRGI (horizontal), INAGEOID (vertikal)	Kerapatan titik/ resolusi model ditetapkan berbasis kondisi medan dan tingkat risiko (datar, berbukit/curam, rawan longsor, tanah lunak/penurunan tanah) serta kebutuhan tahap kegiatan, dengan kisaran rekomendasi yang ditetapkan dalam rencana survei dan dibuktikan melalui QC (RMSE, CE90/LE90, evaluasi overlap dan gap coverage).
Trajektori (ALS)	*.kml (dan/atau format internal sesuai perangkat)	SRGI	Merekam lintasan akuisisi/INS; digunakan untuk audit dan QC.
Ortofoto (foto udara)	GeoTIFF/JPEG2000	SRGI-UTM, ortorektifikasi terikat GCP	Kualitas radiometrik memadai; mosaik dan <i>seamline</i> terkendali.
DTM/DSM /DEM (raster)	GeoTIFF	SRGI-UTM, INAGEOID	Resolusi grid memadai; bebas gap; dokumentasi metode filtrasi/klasifikasi.
Kontur (vektor)	SHP/GPKG/DWG /DXF	SRGI-UTM, INAGEOID	Interval sesuai kebutuhan; bebas <i>spike</i> ; topologi garis terjaga.
Peta topografi (<i>layout</i>)	PDF	SRGI-UTM, INAGEOID	Memuat elemen peta standar; skala sesuai kebutuhan (min. 1:5.000, 1:1.000, atau 1:500 untuk pemodelan 3D).
<i>Raw data</i> GNSS (statik/RTK)	RINEX; *.txt	-	Disertakan untuk audit, <i>reprocessing</i> , dan verifikasi hasil <i>baseline</i> /jaring.
Laporan survei & QC	PDF	-	Memuat metode, parameter, hasil uji CP/ChP, RMSE, CE90, LE90, dan kesimpulan pemenuhan ketelitian.
Metadata	XML/CSV/PDF	-	Memuat detail kegiatan, pemilik/pelaksana, sistem referensi, perangkat, periode survei, dan ringkasan produk.

f. Data sekunder (referensi awal)

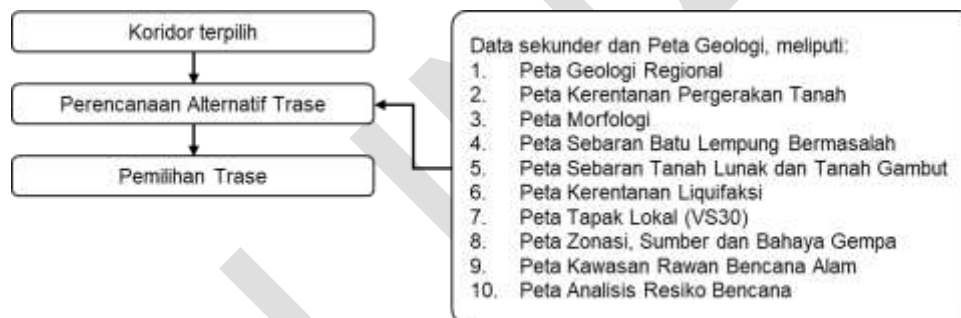
Data sekunder digunakan sebagai rujukan awal untuk memahami kondisi eksisting dan membantu perencanaan survei primer. Data sekunder tidak menggantikan kewajiban penyediaan data primer sesuai skala dan ketelitian yang dipersyaratkan. Contoh jenis data sekunder serta sumber potensial dan kegunaan dapat ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11 - Contoh data sekunder topografi

No.	Jenis data sekunder	Sumber potensial dan kegunaan
1	Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1:50.000 dan/atau 1:25.000	Badan Informasi Geospasial; rujukan awal kondisi eksisting, toponimi, hidrografi, dan jaringan jalan.
2	Citra satelit atau foto udara eksisting	BIG atau penyedia resmi; membantu identifikasi penggunaan lahan dan rencana cakupan survei.
3	Model elevasi (DEM) regional	BIG atau sumber resmi; analisis awal kelandaian dan delineasi DAS.
4	Dokumen studi terdahulu (kontur/peta situasi)	Dokumen proyek relevan; bahan komparasi dan verifikasi awal.

5.3.3 Geologi

Aspek geologi digunakan sebagai landasan dalam pengambilan keputusan perencanaan trase karena berkaitan dengan kondisi tanah batuan, stabilitas lereng, serta potensi bahaya geologi yang dapat memengaruhi desain, metode konstruksi, biaya, dan keselamatan. Rangkaian proses pemanfaatan data dan peta geologi dalam tahapan penentuan trase disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8 - Bagan alir perencanaan trase dari aspek geologi

a. Tujuan investigasi geologi

Secara umum, kondisi geologi di sepanjang trase atau ruas jalan dapat bervariasi. Oleh karena itu, jenis tanah dasar perlu diklasifikasikan berdasarkan karakteristik geologinya agar penyelidikan geoteknik dapat dilakukan secara sistematis dan efisien.

b. Aspek teknis geologi dalam perancangan jalan merupakan kegiatan kajian subaspek geologi merupakan kegiatan kajian terhadap data primer subaspek geologi; Hasil kajian komprehensif subaspek geologi digunakan sebagai perumusan deskripsi hasil kajian subaspek geologi pada dokumen desain awal (*basic design*). Data sekunder sekurangnya dengan beberapa jenis data yang tercantum pada Tabel 12.

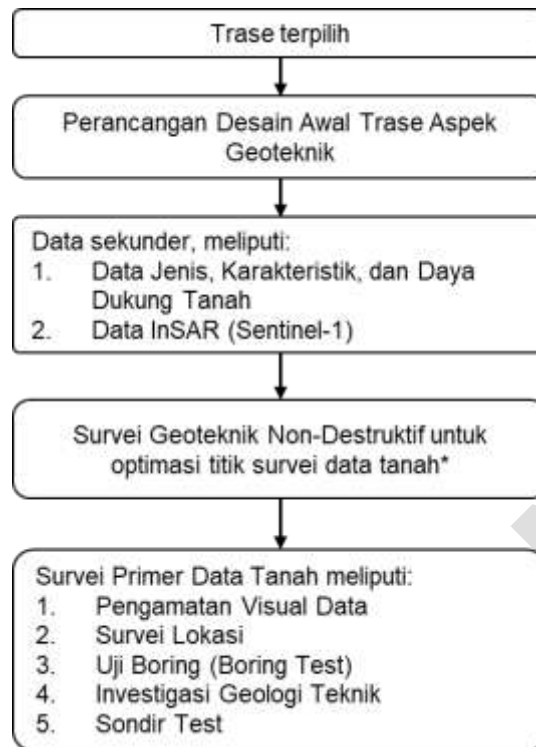
Tabel 12 - Data sekunder geologi

No.	Jenis data sekunder	Sumber data	Kegunaan	Tipe proyek
1	1) Peta Geologi Regional 2) Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah 3) Peta Morfologi	1) Badan Geologi 2) K/L terkait	Sebagai rujukan teknis untuk kajian kondisi umum eksisting dari aspek	Seluruh kegiatan

No.	Jenis data sekunder	Sumber data	Kegunaan	Tipe proyek
	4) Peta sebaran batu lempung bermasalah 5) Peta sebaran tanah lunak dan tanah gambut 6) peta kerentanan liquifaksi 7) Peta tapak lokal 8) (VS30) berdasarkan klasifikasi geomorfologi teknik.		geologi di wilayah studi dan tapak koridor rencana rute jalan	
2	Peta Zonasi, Sumber dan Bahaya Gempa	Pusat Studi Gempa Nasional, Kementerian Pekerjaan Umum	Sebagai rujukan teknis untuk kajian potensi kawasan dan jenis karakteristik hingga fenomena pergerakan tanah di wilayah studi dan tapak koridor rencana rute jalan	Seluruh kegiatan
3	Peta Kawasan Rawan Bencana Alam	1) Badan Geologi 2) Badan Nasional Penanggulangan Bencana	Sebagai rujukan teknis untuk identifikasi potensi kerawanan bencana alam (letusan gunung api, banjir, longsor, dst.) di wilayah studi dan tapak koridor rute jalan	Seluruh kegiatan
4	Peta Analisis Risiko Bencana	Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan	Sebagai rujukan teknis untuk kajian risiko dan analisis kebencanaan alam di wilayah studi dan tapak koridor rute jalan	Seluruh kegiatan

5.3.4 Geoteknik

Proses perancangan trase dari aspek geoteknik dimulai dari trase yang terpilih untuk selanjutnya dilakukan survei-survei primer seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.



*penggunaan survei geoteknik non-destruktif disarankan untuk dilakukan guna mengoptimasi kebutuhan titik survei data tanah

Gambar 9 - Bagan alir perancangan trase dari aspek geoteknik

a. Tujuan investigasi geoteknik

Setiap jenis tanah harus diuji daya dukungnya. Untuk segmen konstruksi jalan yang berada pada area galian, daya dukung tanah dihitung pada elevasi rencana. Sementara itu, untuk segmen yang berada di daerah timbunan, perlu dilakukan penentuan daya dukung tanah timbunan serta pemilihan jenis tanah timbunan yang diusulkan.

Pada pembangunan jalan baru, diperlukan analisis geoteknik yang komprehensif, terutama di wilayah perbukitan atau pegunungan. Analisis ini berkaitan dengan kondisi geologi setempat, pekerjaan tanah, penentuan lokasi jembatan dan bangunan struktur lainnya, ketersediaan material (*quarry*), serta faktor-faktor lain yang berpotensi memengaruhi biaya pembangunan maupun pemeliharaan jalan. Analisis mendalam tersebut mencakup pemanfaatan data sekunder yang lebih luas dan relevan untuk memperkuat justifikasi terhadap kebutuhan data geoteknik.

b. Aspek teknis geoteknik dalam perancangan jalan

- 1) Kegiatan kajian geoteknik merupakan kegiatan kajian terhadap data primer subaspek geoteknik;
- 2) Data primer untuk kajian subaspek geoteknik dapat diawali dengan survei geofisika nondestruktif untuk mengidentifikasi data bawah permukaan secara awal. data ini kemudian divalidasi dengan data penyelidikan tanah dan hasil analisis laboratorium terhadap hasil survey lapangan geoteknik yang mencakup *boring*, *sondir*, dan *test pit* pada tapak koridor trase terpilih, lokasi jarak *quarry* (sumber material) untuk menyusun AHSP serta pengecekan jenis, kuantitas dan kualitas material;
- 3) Kegunaan hasil kajian data primer aspek geoteknik dibutuhkan sebagai bahan masukan dan pertimbangan dalam perencanaan perkerasan jalan dan struktur

jembatan pada tapak koridor trase terpilih, dalam penyusunan dokumen desain awal (*basic design*);

4) Hasil kajian komprehensif subaspek geoteknik digunakan sebagai perumusan deskripsi hasil kajian subaspek geoteknik pada dokumen desain awal (*basic design*).

c. Data geoteknik yang diperlukan

1) Data sekunder

dalam kajian awal subaspek geologi dan geoteknik dapat menggunakan data sekunder sekurangnya dengan beberapa jenis data yang tercantum pada Tabel 13.

Tabel 13 - Data sekunder geoteknik

No.	Jenis data sekunder	Sumber data	Kegunaan	Tipe proyek
1	Data Jenis, Karakteristik, dan Daya Dukung Tanah* *) <i>apabila tersedia dan relevan dengan lokasi wilayah studi</i>	Dokumen atau studi terdahulu yang relevan	Sebagai rujukan teknis untuk pemetaan jenis, karakteristik, dan daya dukung tanah pada lahan rencana dan bangunan persilangan utama di wilayah studi dan tapak koridor rute jalan	Seluruh kegiatan
2	Data deformasi permukaan berbasis Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR)	Data satelit Sentinel-1	Sebagai data historis untuk identifikasi indikasi pergerakan tanah/lereng dan deformasi permukaan pada koridor rute, serta sebagai dasar penyaringan risiko geohazard dan rekomendasi awal penentuan kebutuhan serta kerapatan investigasi geoteknik	Seluruh kegiatan

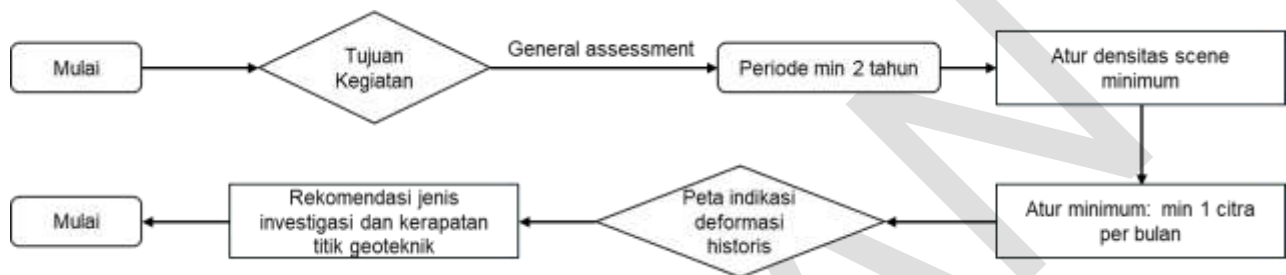
2) Penggunaan data InSAR

Pemanfaatan data *Interferometric Synthetic Aperture Radar* (InSAR) satelit pada tahap studi kelayakan proyek jalan ditujukan untuk mendukung proses pemilihan trase melalui deteksi dini indikasi pergerakan tanah/lereng (*ground deformation*) historis pada koridor rencana. Hasil InSAR digunakan untuk memetakan zona anomali deformasi sebagai masukan penyaringan (*screening*) risiko *geohazard* pada alternatif rute, sekaligus membantu prioritas verifikasi lapangan (*ground check*) dan kebutuhan investigasi geoteknik pada lokasi yang terindikasi bergerak sebelum penetapan trase dan desain terperinci. InSAR relevan karena mampu memantau deformasi secara berulang, konsisten, dan berskala luas, khususnya untuk pergerakan lambat yang sering tidak tertangkap oleh survei sesaat.

Dalam ruang lingkup studi kelayakan, penerapan InSAR untuk menganalisa pergerakan tanah historis dilakukan menggunakan metode deret waktu (*time series*). Cakupan periode pengamatan sekurangnya kurang 2 tahun, dengan frekuensi data

minimal 1 citra per bulan, sesuai yang tercantum pada pedoman pemanfaatan InSAR. Zona anomali deformasi didefinisikan sebagai area yang menunjukkan laju deformasi yang melebihi variasi kestabilan alami setempat, bersifat konsisten secara spasial, serta teramati secara berulang dalam deret waktu pengamatan InSAR.

Pemanfaatan InSAR pada tahap studi kelayakan tidak dimaksudkan untuk analisis desain terperinci maupun penentuan parameter teknis konstruksi. Seluruh temuan hasil InSAR bersifat indikatif dan wajib dikonfirmasi melalui pemeriksaan lapangan serta investigasi geoteknik sesuai standar dan pedoman yang berlaku sebelum digunakan pada tahapan perencanaan berikutnya. Rangkuman alur pemanfaatan InSAR dalam tahap studi kelayakan disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10 - Bagan alir pemanfaatan InSAR dalam tahap studi kelayakan

Mengacu pada pedoman Pemanfaatan Data *Interferometric Synthetic Aperture Radar* (InSAR) pada Manajemen Konstruksi Jalan dan Jembatan, indikasi deformasi pada koridor rute diklasifikasikan ke dalam empat kelas, yaitu stabil, perlu pemantauan, perlu investigasi, dan kritis. Klasifikasi ini digunakan sebagai dasar penentuan tingkat kebutuhan investigasi lanjutan pada tahap studi kelayakan, khususnya dalam menentukan jenis investigasi dan tingkat kepadatan penyelidikan geoteknik, tanpa menggantikan ketentuan perencanaan geoteknik yang berlaku. Rangkuman keterkaitan klasifikasi deformasi hasil InSAR dengan kebutuhan investigasi lanjutan pada tahap studi kelayakan disajikan pada Tabel 14.

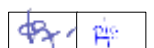
Tabel 14 - Keterkaitan Klasifikasi indikasi deformasi dengan rekomendasi kerapatan titik pengujian geoteknik

Klasifikasi indikasi deformasi	Rekomendasi kerapatan titik uji geoteknik
1) Stabil ($\leq 2\text{mm/tahun}$)	Sesuai kaidah investigasi geoteknik
2) Perlu Pemantauan (2 - 10mm/tahun)	
1) Perlu Investigasi (10 – 20 mm/tahun)	Direkomendasikan lebih rapat sesuai hasil analisa dan rekomendasi tenaga ahli terkait
2) Kritis ($>20\text{ mm/tahun}$)	

3) Survei geofisika nondestruktif

Dengan perkembangan teknologi terbaru, metode survei tanah pada tahap awal dapat dilakukan dengan metode nondestruktif. Metode ini sangat disarankan untuk dilakukan untuk mengoptimasi titik survei data tanah seperti titik *boring* dan titik sondir, tetapi survei metode geofisika ini tidak menggantikan survei data tanah dan wajib divalidasi dengan data tanah dari uji pengeboran dan uji sondir. Penjelasan detail dari beberapa metode penyelidikan tanah nondestruktif dijelaskan dalam Pedoman Metode Geofisika Nondestruktif untuk Penyelidikan Bawah Permukaan.

Dalam konteks kajian kelayakan yang berkaitan dengan aspek perencanaan, data



tanah yang diperlukan adalah identifikasi tanah lunak, identifikasi tanah dasar, disarankan untuk menggunakan survei MASW. Hasil dari survei MASW ini dapat dikorelasikan dengan nilai SPT dan dapat digunakan untuk analisis respons spesifik situs untuk analisis kegempaan.

Jarak antartitik MASW disarankan untuk mengikuti SNI 8420:2017 tentang Prosedur Penyelidikan Tanah. Jarak antartitik survei disesuaikan berdasarkan kondisi geologi tanah, dengan jarak yang lebih renggang pada kondisi homogen dan penambahan titik survei pada kondisi geologi yang lebih kompleks. Survei MASW dinilai cukup untuk dilakukan hingga kedalaman 30 meter, tetapi dapat disesuaikan dengan kondisi di lapangan.

4) Data primer

Survei lapangan geologi dan geoteknik dilaksanakan untuk memperoleh data faktual atau memvalidasi data hasil survei geofisika nondestruktif mengenai kondisi geologi, karakteristik geoteknik, serta sifat tanah pada tapak koridor trase terpilih. Pengujian laboratorium dilaksanakan sesuai dengan ketentuan SNI 8460:2017. Hasil survei geologi dan geoteknik ini digunakan sebagai dasar kajian terperinci terhadap kondisi geologi dan tanah, serta menjadi bahan pertimbangan teknis dalam penyusunan Desain Awal (*Basic Design*). Jenis dan rincian kegiatan survei sekurang-kurangnya tercantum pada Tabel 15.

Jarak antartitik survei disesuaikan berdasarkan kondisi geologi tanah, dengan jarak yang lebih renggang pada kondisi homogen dan penambahan titik survei pada kondisi geologi yang lebih kompleks.

Tabel 15 - Data primer geoteknik

No.	Metode survei	Target lokasi survei
1	Pengamatan Visual	<ol style="list-style-type: none"> 1) Sebaran jenis tanah 2) Keberadaan patahan/sesar jika jarak kurang dari 10 km maka dilakukan survei geologi 3) Keberadaan kawasan rawan gerakan tanah 4) Setiap lokasi perubahan jenis tanah 5) Setiap lokasi jembatan bentang > 50 m
2	Survei Lokasi	<ol style="list-style-type: none"> 1) Penentuan jenis dan lokasi material terdekat 2) Penaksiran volume deposit
3	Geolistrik/ Refraksi Seismik/MASW/ GPR*	<ol style="list-style-type: none"> 1) Dilakukan pada lokasi terpencil tidak aman/sulit untuk diakses termasuk mobilisasi peralatan survei 2) Jalur pengukuran ditetapkan sesuai target geologi atau struktur bawah permukaan yang ingin diketahui. Pertimbangan meliputi topografi, aksesibilitas, serta kemungkinan adanya gangguan permukaan (misalnya jaringan utilitas atau bangunan).
4	Uji Boring (Boring Test)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Kedalaman minimal 40 m atau sampai bertemu tanah keras 2) Jumlah titik sampel: <ol style="list-style-type: none"> a) Pembangunan jalan baru disarankan setiap 1 km minimal 1 titik boring atau berdasarkan kondisi geoteknik awal yang didapatkan dari survey geofisika non-destruktif b) Pada rencana bangunan struktur jembatan/struktur lainnya dan simpang susun.

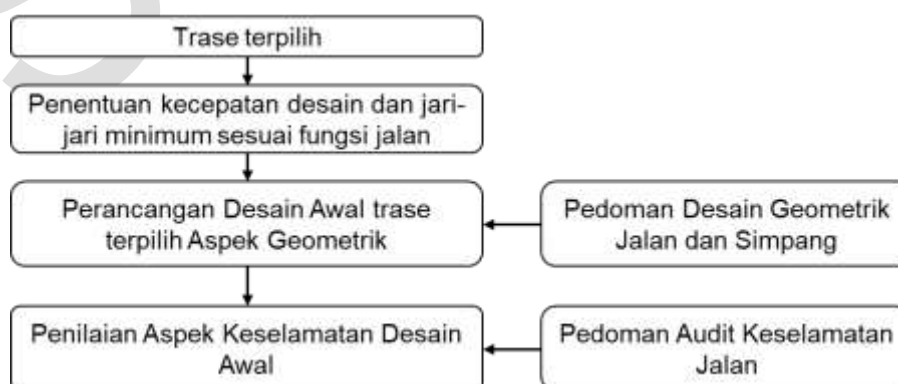
No.	Metode survei	Target lokasi survei
		c) Pada struktur jembatan minimal pada lokasi kedua sisi abutmen d) Pada lokasi yang berpotensi tanah problematik, daerah timbunan tinggi, dan galian dalam di atas 10 m, jarak titik survei dapat lebih pendek disesuaikan berdasarkan pertimbangan geoteknik e) Khusus daerah yang diindikasikan ada terowongan, perlu dilakukan penyelidikan tanah dengan kedalaman di atas minimal 40 meter atau menggunakan geolistrik f) Semua sampel sisa hasil laboratorium disimpan sebagai bukti survei yang sewaktu-waktu dilakukan pengecekan oleh pemberi kerja
5	Investigasi Geologi Teknik	Identifikasi sepanjang rencana trase terpilih dengan alat yang digunakan adalah <i>hammer</i> atau alat lainnya
6	Sondir Test	1) Setiap 500 m disarankan minimal 1 titik sampel di antara lokasi boring test 2) Setiap lokasi rencana bangunan jembatan/struktur lainnya disarankan kurang dari 50 m 3) Lokasi yang diidentifikasi potensi tanah lunak

Data hasil investigasi geoteknik yang diperoleh pada tahap Studi Kelayakan, termasuk hasil pengeboran, pengujian lapangan dan laboratorium, serta interpretasi parameter tanah dan batuan, wajib diarsipkan dalam basis data geoteknik yang dikelola oleh Direktorat Jenderal Bina Marga.

Basis data ini berfungsi sebagai arsip teknis dan sumber data rujukan yang dapat dimanfaatkan dan diperbarui pada tahap perencanaan teknis terperinci, pelaksanaan konstruksi, serta penyelenggaraan infrastruktur jalan dan jembatan selanjutnya.

5.3.5 Perancangan Geometrik

Perancangan geometrik jalan dan simpang perlu dilakukan untuk memfasilitasi pergerakan kendaraan dengan kecepatan yang sesuai dengan fungsi jalan. Proses perancangan geometrik jalan dilakukan setelah trase terpilih, penentuan kecepatan rencana dan survei topografi dilakukan pada trase tersebut. Proses ini disampaikan pada Gambar 11 berikut.



Gambar 11 - Bagan alir perancangan geometrik

- a. Lakukan kajian dan penetapan rencana geometrik tapak koridor trase terpilih berbasis data lalu lintas yang dihasilkan dari kajian subaspek lalu lintas.
- b. Perencanaan geometrik memperhatikan keseimbangan galian dan timbunan sepanjang trase proyek;
- c. Bagian jalan pada rencana tipikal potongan melintang yang harus dikaji dan ditetapkan mencakup:
 - 1) lebar lajur;
 - 2) lebar jalur lalu lintas;
 - 3) lebar bahu jalan (luar dan dalam);
 - 4) lebar badan jalan;
 - 5) lebar median;
 - 6) lebar saluran tepi;
 - 7) zona bebas (*clear zone*);
 - 8) ambang pengaman;
 - 9) ruang manfaat jalan (rumaja);
 - 10) ruang milik jalan (rumija); dan
 - 11) kemiringan normal perkerasan jalan.
- d. Nilai rancangan dari elemen-elemen geometrik jalan ditentukan oleh suatu kecepatan rencana. Kecepatan rencana ini ditentukan berdasarkan peran dari jalan yang sedang ditinjau, dan kelas jalan yang dipilih.
- e. Penampang jalan tergantung pada volume lalu lintas yang diperkirakan akan melewatinya, dan tingkat kinerja yang ingin dicapai dalam operasi. Untuk prediksi dari kinerja lalu lintas selama operasi, harus mengacu pada metode yang diberikan dalam pedoman yang berlaku.
- f. Rancangan alinemen vertikal yang harus dikaji dan ditetapkan sebagai desain awal (*basic design*) mencakup kelandaian memanjang maksimum dan jarak landai kritis maksimum;
- g. Rancangan alinemen horizontal yang harus dikaji dan ditetapkan sebagai desain awal (*basic design*) mencakup superelevasi maksimum dan jari-jari tikungan minimal;
- h. Jenis persimpangan jalan dan metode pengendaliannya ditetapkan sesuai dengan hirarki jalan dan volume lalu lintas rencana yang melewatinya. Jenis pengendalian persimpangan dapat berupa pengendalian tanpa rambu, dengan rambu hak utama, dengan alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL), dengan jalan layang (*flyover*) dan *underpass*, atau dengan persimpangan tak sebidang lainnya. Perhitungan tentang persimpangan didasarkan pada pedoman perencanaan persimpangan sebidang maupun tak sebidang dan pedoman lain yang berlaku.
- i. Elevasi rencana jalan juga dipengaruhi oleh tinggi rencana banjir sepanjang rute yang ditinjau.
- j. Seluruh jalan dan jaringannya harus dilengkapi dengan marka dan rambu yang baku seperti telah diatur dalam pedoman yang berlaku.
- k. Hasil kajian subaspek geometrik digunakan sebagai berikut.
 - 1) Perumusan deksripsi kajian dan kelayakan subaspek geometrik dalam kegiatan dokumen desain awal;
 - 2) Bahan masukan dan pertimbangan dalam penilaian dan pemilihan tapak koridor trase terpilih;
 - 3) Bahan masukan dan pertimbangan dalam perumusan kriteria perencanaan jalan,

- perencanaan geometrik, perkiraan awal biaya proyek dan perkiraan biaya manfaat;
- 4) Bahan masukan/pertimbangan dalam dokumen desain awal (*basic design*) khususnya perencanaan geometrik jalan.
- I. Dalam menyusun studi kelayakan pembangunan jalan, perlu ditetapkan beberapa alternatif trase yang layak untuk dianalisis lebih lanjut. Lokasi rencana trase harus dikaji kesiapan lahannya serta kesesuaiannya dengan arah kebijakan ruang melalui penelaahan dokumen RTRW. Tingkat kesesuaian dengan RTRW menjadi salah satu kriteria penting dalam pemilihan alternatif trase.
 - m. Perencanaan geometrik jalan harus meningkatkan keselamatan lalu lintas yang meliputi hal berikut:
 - 1) Interaksi lalu lintas kendaraan dengan lingkungan sepanjang jalan yang terkendali;
 - 2) Pemisahan kendaraan lambat dari kendaraan cepat;
 - 3) Menciptakan arus lalu lintas dengan kecepatan yang seragam, sehingga konflik internal menjadi minimal;
 - 4) Pengendalian konflik antara pejalan kaki dengan lalu lintas kendaraan;
 - 5) Pengendalian persimpangan jalan yang sesuai dengan hirarki dari jalan yang berpotongan;
 - 6) Ketersediaan rambu dan marka yang lengkap untuk memandu para pengguna jalan.
 - n. Kelengkapan rambu dan marka akan mendukung keselamatan lalu lintas. Biaya rambu dan marka menjadi komponen biaya konstruksi, dan dari biaya pemeliharaan jalan sepanjang umur rencana.
 - o. Basic desain selanjutnya diperiksa menggunakan pedoman audit keselamatan jalan oleh tim revidi Studi Kelayakan.

5.3.6 Perancangan Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan infrastruktur utama untuk memikul beban lalu lintas selama umur layan jalan. Proses perancangan perkerasan jalan dilakukan setelah trase terpilih dan survei data tanah dilakukan pada trase tersebut. Proses ini disampaikan pada Gambar 12 berikut.



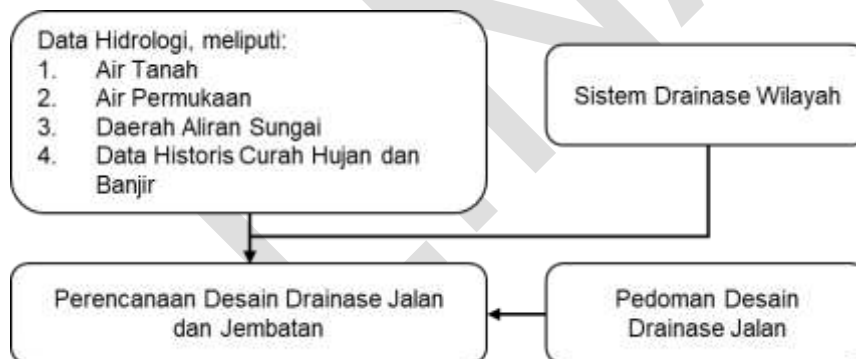
Gambar 12 - Bagan alir perancangan perkerasan jalan

- a. Kajian subaspek perkerasan jalan mencakup kegiatan kajian data sekunder subaspek perkerasan jalan dan data primer dari subaspek lainnya, sebagai bahan masukan dan pertimbangan untuk perencanaan struktur perkerasan lajur lalu lintas dan bahu jalan;
- b. Struktur perkerasan jalan harus dirancang dapat menerima beban sesuai umur rencana;
- c. Perencanaan perkerasan jalan ditentukan oleh berat dan volume lalu lintas yang akan menggunakan jalan tersebut selama umur rencana, terutama kendaraan berat. Kerusakan lapisan perkerasan akan sangat tergantung pada beban sumbu kendaraan. Karena beban sumbu yang menggunakan jalan bervariasi, maka beban sumbu kendaraan tersebut

- dikonversikan pada beban sumbu standar/*Equivalent Standard Axles* (ESA);
- d. Struktur perkerasan jalan, baik untuk perkerasan lajur lalu lintas dan perkerasan bahu jalan dapat dirancang dengan struktur perkerasan lentur (*flexible pavement*) berupa perkerasan beton aspal (*asphalt concrete*) atau struktur perkerasan kaku (*rigid pavement*) berupa perkerasan beton semen, atau gabungan dari kedua struktur perkerasan tersebut;
 - e. Desain perkerasan jalan dimaksudkan untuk mendapatkan kombinasi lapis struktur perkerasan yang ekonomis. Pemilihan tipikal perkerasan harus disesuaikan dengan kondisi setempat dan ketersediaan material lokal. Analisis ini digunakan untuk memperkirakan biaya proyek yang sesuai dengan tipe proyek yang dipertimbangkan. Kajian biaya siklus hidup perlu diterapkan melalui pendekatan *Life Cycle Cost Analysis* yang paling optimum. Pendekatan ini memastikan struktur yang dipilih tidak hanya memiliki biaya awal yang rendah, tetapi juga memberikan kepastian tercapainya masa layan perkerasan dan efisiensi biaya pemeliharaan;
 - f. Analisis desain struktur perkerasan jalan ditentukan mengikuti Manual Desain Perkerasan Jalan yang berlaku.

5.3.7 Perancangan Drainase

Drainase berfungsi untuk mengalirkan air supaya tidak menggenang pada badan jalan, dan mempertahankan umur layan jalan. Proses perancangan drainase dilakukan setelah trase terpilih dan data hidrologi dikumpulkan pada trase tersebut. Proses perancangan drainase disampaikan pada Gambar 13 berikut.



Gambar 13 - Bagan alir perancangan drainase

- a. Survei pada sub-aspek hidrologi dilaksanakan untuk memperoleh data dan memetakan kondisi hidrologi aktual di sepanjang koridor trase terpilih. Data ini merupakan data sekunder dan primer yang menjadi dasar kajian terperinci mengenai karakteristik hidrologi wilayah serta bahan pertimbangan teknis dalam penyusunan dokumen Desain Awal. Jenis kegiatan survei yang dilakukan secara umum pada proyek jalan tol dapat dilihat pada Tabel 16 (mengacu pada Pedoman Penyusunan Dokumen Desain Awal (*Basic Design*) Jalan Bebas Hambatan). Survei yang dilakukan pada proyek jalan nontol yang tidak kompleks dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

Tabel 16 - Jenis kegiatan survei perancangan drainase

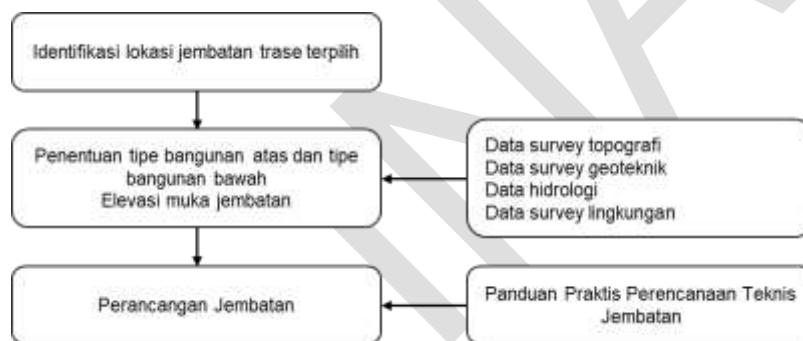
No.	Metode survei	Pertimbangan lokasi survei
1.	Pengamatan	<ol style="list-style-type: none"> 1) Lokasi, dimensi, kondisi, tinggi muka air banjir, jumlah, kemiringan dan arah aliran semua gorong-gorong, jembatan, selokan, pengalihan air/<i>water diversion</i>, <i>drainage system pit</i>, <i>syphon</i>, kepala gorong-gorong/<i>headwall</i> 2) Lokasi, besaran, elevasi, tinggi kisaran/<i>range</i>, dan <i>outfall</i> daerah yang banjir di hulu dan di hilir formasi jalan 3) Lokasi, jalur drainase dan kemiringan palung sungai, potongan melintang, dan arah aliran (<i>water course</i>) serta jalur drainase yang ditentukan yang melintang jalan 4) <i>Water course</i> besar butuh elevasi lereng dan potongan melintang sebesar 500 m ke arah hulu dan hilir 5) <i>Water course</i> dan saluran yang lebih kecil membutuhkan elevasi dan potongan melintang sebesar 100 m ke hulu dan hilir 6) Lokasi, datum dan karakteristik fisik papan pengukur/<i>gauge board</i>, stasiun pencatat tinggi banjir atau indikator ketinggian puncak 7) Kondisi eksisting meliputi dimensi, tipe bangunan drainase 8) Informasi aliran sungai (jaringan sungai), terutama yang berpotensi melewati rencana trase 9) Lokasi, dimensi, cakupan mata air tanah
2.	Pengukuran	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ketinggian dasar/<i>invert</i> dan bagian atas saluran melintang, ketinggian air yang ada dan setiap <i>top of flood</i> yang ada atau ketinggian <i>structure overtopping</i> 2) Tinggi dan tanggal/tahun banjir yang terjadi baru-baru ini atau banjir historis berdasarkan puing-puing banjir, tanda-tanda banjir dan informasi lokal lainnya yang diperoleh melalui pengamatan atau wawancara 3) Ketinggian hulu dan hilir jalan atau struktur hidrolis serta besaran penyumbatan jembatan atau gorong-gorong harus dicatat 4) 'garis-garis puing' atau 'tanda pada <i>abutmen</i> jembatan' atau 'foto dari warga' atau 'catatan otoritas perairan' dan lain-lain

- b. Data curah hujan diperoleh dari stasiun pengamatan hujan yang berada di lokasi terdekat dengan trase atau ruas jalan. Data hujan yang hilang atau tidak terekam dapat diperkirakan menggunakan metode estimasi. Hasil analisis tersebut memberikan informasi mengenai intensitas curah hujan
- c. Daerah aliran sungai merupakan daerah yang seluruh air hujannya akan mengalir lewat permukaan ke satu sungai tertentu. Konstruksi jalan sebaiknya tidak mengganggu pengaliran air ini.
- d. Pola drainase konstruksi jalan sejauh mungkin harus berusaha untuk mempertahankan penyerapan air ke dalam tanah seperti kondisi sebelumnya. Sasaran utama tidak hanya mengalirkan air permukaan ke samping badan jalan terdekat dengan secepatnya, melainkan dapat mengalir ke saluran pembuang yang ada atau yang direncanakan

- e. Sasaran dari suatu sistem drainase jalan yang baik adalah:
- 1) Mengalirkan air hujan yang jatuh pada permukaan jalan sampai ke saluran pembuang (*outlet*);
 - 2) Mengendalikan tinggi muka air tanah di bawah konstruksi jalan;
 - 3) Mencegah air tanah dan air permukaan yang mengarah ke konstruksi jalan;
 - 4) Mengalirkan air yang melintas melintang jalur jalan secara terkendali.
- f. Data banjir didapatkan dari data yang ada pada tahun-tahun sebelumnya. Konstruksi jalan pada dasarnya tidak boleh terendam banjir. Melalui analisis statistik dapat ditentukan tinggi banjir rencana yang akan terjadi di sungai. Periode ulang untuk perhitungan banjir adalah minimum 50 tahunan untuk konstruksi jalan (mengacu pada pedoman perencanaan drainase yang berlaku), dan minimum 75 tahunan (untuk jembatan biasa) dan minimum 100 tahunan (untuk jembatan khusus).
- g. Dalam perencanaan drainase dapat mengikuti pedoman teknis perencanaan drainase jalan yang diterbitkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum.

5.3.8 Perancangan Jembatan

Jembatan merupakan suatu struktur bangunan penghubung yang perlu dibangun pada lokasi tertentu. Proses perancangan jembatan dapat dilihat pada Gambar 14 berikut.



Gambar 14 - Bagan alir perancangan jembatan

Struktur jembatan terdiri atas tiga bagian utama, yaitu bangunan bawah, bangunan atas dan sistem lantai. Penempatan struktur jembatan tidak selalu harus memotong aliran air atau jalur lainnya secara tegak lurus, tetapi dapat pula dibuat dengan sudut miring (*skew*). Perencanaan alinyemen Jalan yang optimal akan menghasilkan biaya operasional kendaraan yang lebih efisien dan waktu tempuh yang lebih singkat, sehingga dapat menyeimbangkan tambahan biaya pembangunan struktur jembatan maupun bangunan persilangan utama lainnya (seperti terowongan, *pile slab*, dan sebagainya).

Struktur jembatan juga tidak harus berada pada bagian lurus dari alinyemen horizontal, melainkan dapat mengikuti bentuk tikungan dan menyesuaikan kelandaian pada alinyemen vertikal Jalan. Penentuan elevasi jembatan didasarkan pada bentuk alinyemen memanjang geometrik Jalan, tinggi bebas di atas muka air banjir rencana, serta kebutuhan ruang bebas bagi lalu lintas di bawahnya. Selain itu, bangunan bawah jembatan harus dirancang secara khusus dengan mempertimbangkan karakteristik daya dukung tanah dasar dan elevasi jembatan yang direncanakan.

a. Acuan perancangan jembatan

Perancangan jembatan mengacu pada SE 06/SE/2017 tentang Panduan Praktis

Perencanaan Jembatan, sedangkan untuk perancangan jembatan khusus mengacu pada Pedoman 02/P/BM/2022 tentang Pedoman Pembahasan Penyelenggaraan Keamanan Jembatan Khusus.

Perencanaan jembatan juga perlu memperhatikan SNI 2833:2016 tentang Perencanaan Tahan Gempa untuk Jembatan dan SNI 1725:2016 tentang Pembebanan untuk Jembatan. Umur rencana jembatan untuk jembatan standar adalah 75 tahun dan untuk jembatan khusus adalah 100 tahun. Analisis hidrologi terkait perancangan jembatan mengikuti umur rencana jembatan terkait.

b. Tujuan dan ruang lingkup perancangan jembatan

- 1) Kajian subaspek struktur jembatan mencakup kegiatan kajian data primer subaspek struktur jembatan;
- 2) Kajian dan penetapan rencana struktur jembatan pada tapak koridor trase terpilih berbasis data lalu lintas yang dihasilkan dari kajian subaspek lalu lintas serta mempertimbangkan aspek geometrik jalan;
- 3) Rencana struktur jembatan pada tapak koridor trase terpilih harus dirancang dengan memperhatikan dan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:
 - a) Elevasi jembatan ditentukan oleh bentuk alinemen memanjang dari geometri jalan;
 - b) Elevasi jembatan mengakomodasikan ruang bebas di atas muka air banjir rencana;
 - c) Elevasi jembatan mengakomodasikan kebutuhan ruang bebas untuk lalu lintas moda transportasi (baik jalan maupun perlintasan kereta api) yang ada dibawahnya;
 - d) Bentang jembatan mampu mengakomodasikan hasil survei topografi dan hidrologi;
 - e) Tipe struktur bangunan atas jembatan disesuaikan dengan bentang ekonomis dan jenis material;
 - f) Tipe struktur bangunan bawah disesuaikan dengan pedoman perancangan jembatan;
 - g) Tipe struktur fondasi jembatan disesuaikan dengan pedoman panduan geoteknik.
- 4) Hasil kajian subaspek struktur jembatan digunakan sebagai:
 - a) Perumusan deskripsi kajian dan kelayakan subaspek struktur jembatan dalam dokumen desain awal (*basic design*);
 - b) Bahan masukan dan pertimbangan dalam penilaian dan pemilihan tapak koridor trase terpilih;
 - c) Bahan masukan/pertimbangan dalam perumusan kriteria perencanaan jembatan, penentuan bentang, dan jenis struktur jembatan dan perkiraan biaya proyek;
 - d) Bahan masukan/pertimbangan dalam desain awal (*basic design*) dalam rangka untuk perhitungan biaya konstruksi khususnya untuk struktur jembatan.

Survei lapangan pada sub-aspek bangunan struktur dilaksanakan untuk mengidentifikasi kondisi faktual di lapangan terkait kebutuhan prasarana jembatan pada koridor trase terpilih. Data hasil survei struktur jembatan digunakan sebagai dasar kajian terperinci mengenai kebutuhan dan karakteristik struktur jembatan, serta menjadi bahan pertimbangan teknis dalam penyusunan Desain Awal (*Basic Design*) dalam rangka untuk perhitungan biaya konstruksi pada tahap kajian kelayakan. Jenis kegiatan survei secara umum dapat dilihat pada Tabel 17 (mengacu pada Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan).

Tabel 17 - Jenis kegiatan survei perancangan jembatan

No.	Metode Survei	Target Lokasi Survei
1.	Survei Geoteknik	1) <i>Core Penetration Test</i> (CPT) minimal dilakukan pada 2 sisi jembatan, penambahan titik survei disesuaikan dengan kondisi di lapangan 2) <i>Standar Penetration Test</i> (SPT) minimal dilakukan pada 2 sisi jembatan, penambahan titik survei disesuaikan dengan kondisi di lapangan
2.	Survei Hidrologi	1) Karakteristik daerah aliran sungai 2) Karakteristik sungai 3) Muka Air Banjir (MAB), Muka Air Normal (MAN) visual dan keterangan masyarakat sekitar 4) Analisa penampang sungai 5) Analisis gerusan (<i>scouring</i>)
3.	Survei Topografi	1) Untuk jembatan di atas sungai: 500 meter ke arah hulu dan hilir dengan lebar 50 meter dari tepi sungai 2) Untuk jembatan di atas jalan lain: 1 kilometer ke arah kiri dan kanan jalan yang dilintasi dengan lebar 50 meter dari tepi jalan
4.	Data Survei Lingkungan	Survei aspek lingkungan untuk penyusunan dokumen lingkungan secara keseluruhan proyek

5.3.9 *Building Information Modelling* (BIM) Pada Lingkup Pekerjaan Studi Kelayakan Jalan dan Jembatan

Pelaksanaan Pra-Perencanaan wajib mengimplementasikan BIM. Tahap PraPerencanaan adalah semua kegiatan pendahuluan sebelum kegiatan Perencanaan Teknis yang meliputi kegiatan Pra-Studi Kelayakan, Studi Kelayakan, dan *Basic Design*. Ketentuan penyajian data digital BIM pada tahap Pra Perencanaan adalah sebagai berikut.

- a. Penyedia Jasa harus menyiapkan Rencana Implementasi BIM Pekerjaan dalam bentuk Rencana Pelaksanaan BIM (*BIM Execution Plan*, BEP) Pasca Kontrak yang disepakati bersama dengan seluruh pemangku kepentingan.
- b. Rencana Implementasi BIM Pekerjaan Pasca Kontrak berisi tentang informasi proyek, standar acuan dan referensi BIM, tujuan pemanfaatan BIM, ketersediaan sumber daya, perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) BIM, manajemen data informasi (meliputi titik koordinat/acuan, standar penamaan model dan folder manajemen), platform kolaborasi (*Common Data Environment*, CDE), alur proses BIM (*BIM Workflow*), strategi koordinasi dan kolaborasi, standar dan prosedur kolaborasi (peran antar *stakeholder*), penyimpanan aset informasi, tingkat kedetailan dalam *Level of Information* (LOI) di masing-masing jenis pekerjaan, *Task Information Delivery Plan* (TIDP), *Master Information Delivery Plan* (MIDP), manajemen risiko, jadwal pelaksanaan BIM, dan teknologi konstruksi digital lainnya yang dipakai.
- c. Seluruh data dan informasi yang sesuai dengan lingkup pekerjaan dalam Kerangka Acuan Kerja (KAK) harus dikelola dan disimpan di dalam platform kolaborasi (*Common Data Environment*, CDE) Bina Marga sesuai ketentuan yang berlaku dalam struktur folder "Pra Perencanaan".

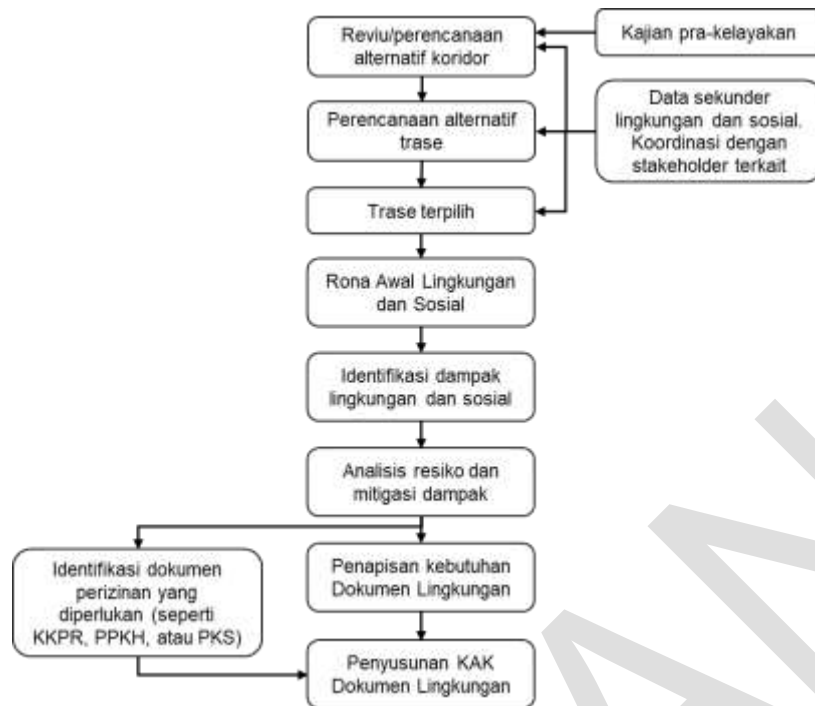
- d. Semua kegiatan pelaksanaan pekerjaan termasuk koordinasi dan kolaborasi dikelola secara digital menggunakan platform kolaborasi (*Common Data Environment*, CDE) sebagai aset digital Direktorat Jenderal Bina Marga.
- e. Pelaksanaan Monitoring dan Evaluasi (Monev) Penerapan BIM sesuai Standar Rujukan yang berlaku atau peraturan resmi yang terbit setelahnya di Direktorat Jenderal Bina Marga.
- f. Seluruh, data, informasi dan Log aktivitas diserahkan dari Penyedia Jasa ke Pengguna Jasa saat Serah Terima Pekerjaan melalui pemeriksaan sesuai dengan Standar Rujukan yang berlaku atau peraturan resmi yang terbit setelahnya di Direktorat Jenderal Bina Marga.
- g. Serah terima data hasil pemodelan kepada pengguna jasa harus disampaikan sekurang-kurangnya meliputi:
 - 1) Visualisasi konseptual model dari trase terpilih yang memodelkan komponen jalan yang teridentifikasi pada kegiatan studi kelayakan;
 - 2) Trase jalan yang direkomendasikan dalam format landxml, ifc, atau *native-files* dari bim model;
 - 3) Informasi penting lainnya yang digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam proses pemilihan trase;
 - 4) Perhitungan estimasi biaya pelaksanaan yang dihasilkan dari proses kuantifikasi BIM model; dan
 - 5) Analisis teknis yang dilakukan menggunakan perangkat lunak.

5.3.10 Perancangan Fasilitas Lalu Lintas dan Fasilitas Pendukung Pengguna Jalan

- a. Perlu dilakukan perancangan fasilitas lalu lintas dan fasilitas pendukung pengguna jalan fasilitas yang responsif gender, kaum disabilitas, dan kaum marjinal sesuai dengan kebutuhan dilapangan, antara lain:
 - 1) Gerbang tol;
 - 2) Jembatan penyeberangan pejalan kaki;
 - 3) Terowongan penyeberangan pejalan kaki;
 - 4) Pulau jalan;
 - 5) Trotoar;
 - 6) Tempat parkir;
 - 7) Teluk bus;
 - 8) Jalur penghentian darurat.
- b. Khusus untuk proyek jalan tol, perlu dilakukan perancangan fasilitas tol, seperti:
 - 1) Perencanaan lokasi dan desain tempat istirahat mengacu pada Pedoman tentang Tempat Istirahat dan Pelayanan Jalan Tol. Pedoman ini mengatur tentang jarak antar tempat istirahat dan tipe tempat istirahat yang direncanakan sepanjang tase jalan tol;
 - 2) Perencanaan gerbang tol mengacu pada Standar Desain Gerbang Tol yang berlaku.

5.4 Aspek Lingkungan dan Sosial

Dampak lingkungan dan sosial akibat pembangunan proyek perlu diidentifikasi dan dimitigasi, walaupun analisisnya tidak seperti dalam penyusunan dokumen lingkungan terkait. Proses analisis dampak lingkungan dan sosial ini dapat dilihat pada Gambar 15.



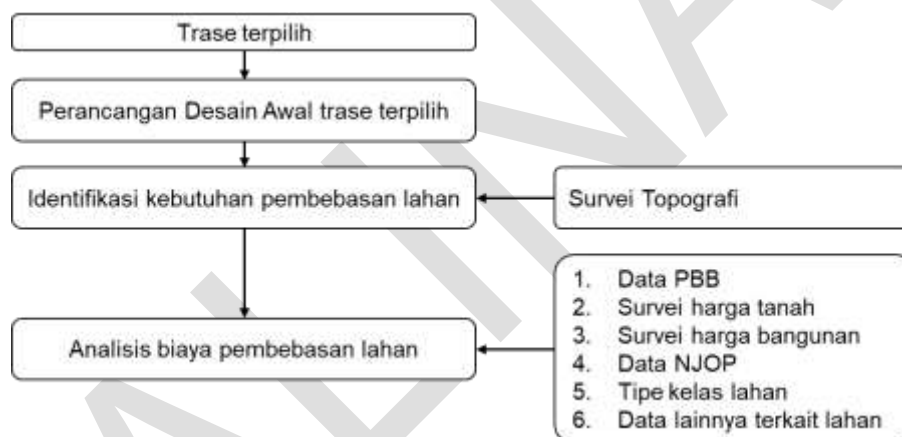
Gambar 15 - Bagan alir analisis dampak lingkungan dan sosial

- a. Kajian lingkungan dan sosial dalam tahap studi kelayakan memiliki kedudukan strategis karena berpengaruh langsung terhadap pemenuhan persyaratan perizinan dalam penyelenggaraan kelayakan proyek. Kajian ini mencakup proses antisipasi terhadap potensi dampak pada aspek lingkungan dan sosial, serta penyusunan seluruh prasyarat yang diperlukan untuk memperoleh perizinan atau persetujuan lingkungan. Perkiraan dampak penting terhadap lingkungan dan sosial dilakukan melalui peta-peta dan data sekunder lainnya serta koordinasi dengan instansi pemerintah dan lembaga terkait untuk mendapatkan isu lingkungan dan sosial dari pihak terdampak.
- b. Data lingkungan dan sosial dikumpulkan dari data sekunder dengan hasil koordinasi dengan pihak terkait.
- c. Rona awal yang dimaksud merupakan kondisi lingkungan eksisting, yaitu keadaan lingkungan dan sosial sebelum dimulainya tahap perencanaan dan pembangunan fisik untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi lingkungan di sepanjang area ruang milik jalan (RUMIJA) yang direncanakan untuk pembangunan jalan. Rona awal ini menjadi data pendukung dalam basic desain untuk menentukan antisipasi hal-hal yang mungkin muncul seperti:
 - 1) Menghindari desain trase yang melewati lahan dengan izin khusus atau tanah adat.
 - 2) Mengantisipasi kebutuhan fasilitas tambahan seperti jembatan untuk perlintasan fauna.
 - 3) Mengantisipasi peraturan adat tertentu.
 - 4) Identifikasi jika ada perlu biaya pemindahan warga.
- d. Analisis tata guna Lahan dilakukan dengan menginventarisasi pola pemanfaatan lahan berdasarkan Rencana Tata Ruang (RTR), Kawasan Lindung, PIPPIB, serta area sensitif lainnya (permukiman padat, lahan pertanian pangan berkelanjutan, dan utilitas vital) untuk mengantisipasi dampak sosial yang mungkin terjadi serta mengidentifikasi kebutuhan perizinan khusus.

- e. Mitigasi kebutuhan biaya dan waktu dengan mengestimasi kebutuhan biaya pembebasan lahan, kebutuhan biaya pemindahan warga, kebutuhan fasilitas yang responsif gender, kaum disabilitas, dan kaum marjinal, serta proyeksi waktu pengurusan izin khusus (PPKH/PKS) sebagai input dalam analisis ekonomi proyek.
- f. Penapisan dokumen lingkungan yang wajib disusun didasarkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 4 Tahun 2021.
- g. Hasil analisis aspek lingkungan dan sosial ini menjadi dasar penyusunan KAK Dokumen Lingkungan
- h. Dengan adanya batas waktu berlakunya dokumen lingkungan, dapat dimungkinkan terjadi pengulangan penyusunan dokumen lingkungan jika pembangunan belum dilakukan selama masa berlaku tersebut.

5.5 Aspek Pengadaan Tanah

Pengadaan tanah merupakan komponen biaya investasi yang signifikan dengan tingkat risiko dan ketidakpastian yang tinggi. Oleh karena itu, analisis biaya pengadaan tanah yang akurat pada tahap studi kelayakan sangat krusial untuk memastikan bahwa proyeksi kelayakan finansial tetap relevan dan sesuai dengan realisasi di lapangan. Proses sistematis terkait aspek pengadaan tanah dapat dilihat pada Gambar 16 berikut.



Gambar 16 - Bagan alir analisis pengadaan tanah

- a. Identifikasi kebutuhan rumija serta lahan sisa secara bersamaan guna menjamin kelancaran pelaksanaan konstruksi;
- b. Identifikasi kebutuhan luas rumija yang dibutuhkan dan estimasi biaya pengadaan tanah menurut klasifikasi lahan/ tanah dan bangunan perlu dihitung, karena akan menjadi salah satu kornponen bagi perhitungan biaya proyek;
- c. Survei data-data sekunder terkait pembebasan lahan seperti: (1) Data PBB, (2) Harga tanah, (3) Harga bangunan, (4) Data NJOP, (5) Tipe kelas lahan, dan data sekunder lainnya;
- d. Lakukan rencana pembebasan tanah pada pembangunan jalan melalui mekanisme Pengadaan Tanah bagi Pembangunan untuk Kepentingan Umum sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Estimasi biaya pengadaan tanah (Perkiraan Nilai Ganti Kerugian) dalam Kajian Kelayakan (FS) harus didasarkan pada prinsip nilai wajar yang perhitungannya dapat mengacu pada Standar Penilaian yang berlaku dan oleh pihak yang kompeten (disarankan untuk melibatkan Penilai Pertanahan), dengan mempertimbangkan semua komponen kerugian

- fisik (tanah, bangunan, tanaman) dan kerugian non-fisik (termasuk biaya relokasi/pemukiman kembali).
- e. Lakukanlah verifikasi data eksisting dan peta pembebasan lahan secara menyeluruh dengan memanfaatkan teknologi *Aerial Laser Scanner (ALS)* guna menjamin akurasi data lapangan, serta pengarsipan hasil pemindaian tersebut dalam bentuk ortofoto dan model 3D sebagai dokumen hukum digital yang sah untuk menjaga transparansi proses audit sekaligus memitigasi risiko sengketa lahan di kemudian hari.
 - f. Kegiatan yang berpengaruh besar terhadap pengadaan tanah, meliputi:
 - 1) penetapan tanggal permulaan yang tepat untuk pekerjaan-pekerjaan konstruksi;
 - 2) kebijakan dan regulasi pemerintah kaitannya dengan pertanahan dan pengadaan tanah.
 - g. Pengadaan tanah harus sudah selesai pada tahap awal pelaksanaan konstruksi, sehingga serah terima lapangan (*site handover*) kepada pihak kontraktor dapat dilaksanakan;

5.6 Aspek Ekonomi

Pada aspek ekonomi, biaya dan manfaat yang dianalisis dalam kelayakan ekonomi secara ringkas ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17 - Bagan alir analisis aspek ekonomi

5.6.1 Komponen Biaya

a. Biaya pengadaan tanah

Lahan yang diperuntukkan bagi proyek jalan dibebaskan melalui mekanisme yang sesuai dengan Undang-undang No. 2 Tahun 2012 tentang Pengadaan Tanah untuk Kepentingan Umum dan peraturan turunannya, dimana pengadaan tanah dilaksanakan dan dibiayai oleh Pemerintah. Biaya pengadaan tanah tergantung dari besaran dan luasan tanah yang diperlukan dalam proyek jalan seperti dikaji dalam Dokumen Perencanaan Pengadaan Tanah (DPPT). Biaya pengadaan tanah merupakan akumulasi dari:

- 1) Biaya ganti kerugian tanah milik masyarakat;
- 2) Biaya penyelenggaraan pengadaan tanah;
 - a) Biaya Operasional Biaya Pendukung (BOBP);
 - b) Tahap perencanaan (Koordinasi, Kajian, Survey awal dan Penyusunan Dokumen DPPT);
 - c) Tahap persiapan (Pemberitahuan Rencana Pembangunan, Pendataan Awal, Konsultasi Publik, Harmonisasi dan Pengumuman Hasil Penetapan Lokasi) dan;
 - d) Tahap pelaksanaan dan Penyerahan Hasil.

Estimasi biaya pengadaan lahan menggunakan prinsip "Nilai Wajar" yang mengacu pada Standar Penilaian Indonesia (SPI 204) dan disarankan untuk melibatkan Penilaian Pertanahan.

b. Biaya administrasi dan sertifikasi

Besarnya biaya administrasi dan sertifikasi disesuaikan dengan kebutuhan dan wilayah studi serta pertimbangan sumber pendanaan.

c. Biaya perancangan

Biaya perencanaan terdiri dari biaya konsultan teknis meliputi biaya-biaya studi dan penyiapan *detailed engineering design* (DED). Besar anggaran biaya desain disesuaikan dengan kebutuhan dan wilayah studi, serta pertimbangan sumber pendanaan. Asumsi Biaya Teknis Terperinci (DED) dapat ditentukan sampai dengan 1% dari biaya konstruksi.

d. Biaya konstruksi

Harga satuan jenis pekerjaan konstruksi pembangunan rencana jalan pada umumnya dihitung berdasarkan metode kerja yang direncanakan dengan asumsi jenis pekerjaan dilaksanakan oleh kelompok kerja yang dilengkapi dengan perlengkapan atau peralatan yang diperlukan dan bahan yang diolah berdasar kualitas yang telah ditentukan dalam spesifikasi teknis yang ditentukan. Perhitungan biaya konstruksi pada pekerjaan ini besarnya harga satuan pekerjaan dihitung secara terperinci sesuai analisis harga satuan sesuai dengan kajian teknis.

Biaya preservasi jalan selama masa umur rencana juga diperhitungkan dalam biaya konstruksi. Biaya konstruksi dapat meliputi, tetapi tidak terbatas pada hal-hal berikut:

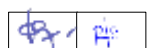
- 1) umum dan penerapan smkk;
- 2) drainase;
- 3) pekerjaan tanah dan geosintetik;
- 4) pekerjaan preventif;
- 5) perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen;
- 6) perkerasan aspal;
- 7) struktur;
- 8) rehabilitasi jembatan;
- 9) pekerjaan harian dan pekerjaan lain-lain;
- 10) pekerjaan pemeliharaan.

e. Biaya supervisi

Kegiatan supervisi atau pengawasan pekerjaan adalah untuk pengendalian terhadap mutu dan volume pekerjaan, dan alokasi dana pelaksanaan fisik. Besaran anggaran biaya supervisi disesuaikan dengan kebutuhan dan lokasi pelaksanaan fisik, serta pertimbangan sumber pendanaan. Biaya supervisi setidaknya mencakup:

- 1) biaya langsung personil, terdiri dari:
 - a) biaya tenaga ahli (*staff profesional*)
 - b) biaya tenaga asisten (*sub-staff profesional*)
 - c) biaya tenaga pendukung
- 2) biaya langsung nonpersonil:
 - a) biaya mobilisasi dan demobilisasi
 - b) biaya perjalanan dinas
 - c) biaya sewa dan fasilitas kantor

Biaya supervisi dapat ditentukan berdasarkan prosentase sebesar 1%-3% terhadap



biaya konstruksi atau berdasarkan biaya per kilometer mengacu pada data historis.

- f. Biaya bukan biaya proyek meliputi:
 - 1) biaya perawatan
 - 2) biaya mitigasi dampak lingkungan dan sosial
- g. Nilai sisa konstruksi

Konstruksi seperti perkerasan kaku misalnya, yang pada akhir periode studi masih mempunyai nilai sisa (*salvage value*) yang signifikan, karena mempunyai umur rencana yang lebih panjang. Agar perhitungan biaya konstruksinya dapat dilakukan secara adil terhadap alternatif lain, maka pada akhir periode studi perlu ditentukan umur sisa dari konstruksi, berikut nilai ekonomisnya. Nilai sisa konstruksi ini menjadi biaya yang negatif dalam perhitungan kelayakan ekonomi.

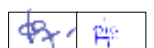
$$\text{Nilai sisa konstruksi} = \left(\frac{\text{Umur layan} - \text{Masa analisis}}{\text{Umur layan}} \right) \times \text{Biaya Konstruksi} \quad (1)$$

5.6.2 Manfaat Ekonomi dan Sosial

Manfaat investasi jalan mempunyai tujuan untuk menganalisis nilai ekonomi sebuah proyek. Dalam suatu proyek investasi jalan perlu dibuat perhitungan bukan hanya biaya yang terkait dengan pembangunan jalan tetapi juga aliran manfaat yang diperkirakan akan terjadi sebagai akibat dari pembangunan jalan tersebut.

a. Penghematan biaya operasi kendaraan

- 1) Ketika perbaikan atau investasi pembangunan jalan dilakukan, pemilik dan pengguna kendaraan mendapatkan keuntungan dari pengurangan biaya transportasi. Semakin tinggi kecepatan rata-rata dapat dipertahankan sepanjang jalur perjalanan dapat menghasilkan penghematan dalam konsumsi bahan bakar. Selain itu Jalan dengan kondisi baik dapat meningkatkan usia pakai Ban dan pengurangan keausan pada suspensi kendaraan. Penghematan ini dirasakan pengguna dalam bentuk pengeluaran biaya operasi kendaraan yang lebih rendah.
- 2) Secara umum, Biaya operasi kendaraan bergantung pada jumlah dan jenis kendaraan yang menggunakan jalan, standar desain geometris jalan baik lengkung horizontal maupun vertikal, kemiringan dan lebar jalan, kondisi permukaan jalan (kerataan jalan) dan perilaku pengemudi. Perubahan pada parameter sebagai akibat dari suatu proyek investasi jalan akan mengakibatkan perubahan dalam pengoperasian kendaraan.
Kondisi lalu lintas sepanjang bervariasi sepanjang hari, dan sebagai akibatnya BOK juga dapat hari atas periode hari. Untuk memudahkan perhitungan, dapat dilakukan pembagian pada waktu pagi dan waktu sore dengan kondisi lalu lintas yang homogen, seperti periode sibuk dan jumlah periode hari, dan periode non sibuk pada waktu lainnya. Pembagian proyeknya terletak ini tergantung dari fluktuasi dalam arus lalu lintas, dan apakah dilakukan secara terpisah di kawasan untuk perkotaan ataupun antar kota. Perhitungan BOK masing-masing periode homogen.
- 3) Komponen perhitungan manfaat biaya operasional kendaraan yang diperhitungkan adalah komponen tidak tetap dari operasi kendaraan seperti biaya konsumsi bahan bakar, biaya konsumsi pelumas, biaya pemakaian ban, dan biaya pemeliharaan kendaraan.
- 4) Perhitungan terperinci terkait biaya operasional kendaraan dijelaskan lebih jauh dalam Draft Pedoman Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK).



b. Manfaat Penghematan Waktu

- 1) Penghematan waktu perjalanan merepresentasikan proporsi yang besar dari manfaat suatu proyek. Manfaat dari waktu perjalanan yang lebih singkat akan dirasakan secara langsung oleh penumpang dan barang yang diangkut. Penghematan nilai waktu perjalanan dihitung untuk seluruh jaringan jalan yang terpengaruh oleh kegiatan investasi jalan.
- 2) Penghematan waktu perjalanan dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu penghematan waktu ketika jam kerja maupun di luar jam kerja. Perbedaan penghematan waktu ini dapat diamati dengan perbedaan nilai waktu yang dipersepsi oleh masyarakat ketika jam kerja dibandingkan dengan nilai waktu ketika diluar jam kerja. Nilai waktu umumnya merupakan fungsi dari berbagai faktor selain pertukaran antara waktu dan biaya, seperti kenyamanan dan kemudahan dan tujuan perjalanan. Sebagai contoh, nilai waktu yang digunakan dalam perjalanan pekerjaan sering kali dinilai lebih tinggi dibandingkan dengan waktu yang dihabiskan diluar jam kerja.
- 3) Metode perhitungan nilai waktu dapat menggunakan metode produktivitas maupun metode *stated / revealed preference*. Metode produktivitas penghasilan adalah metode penetapan nilai waktu yang menggunakan nilai tahun yang atau *Product Domestic Regional Bruto* (PDRB) per kapita per kecil, (rupiah dikonversi ke dalam satuan nilai moneter per satuan waktu yang lebih per jam). Contoh perhitungan ini dapat dilihat pada 02/SE/Dp/2024 tentang Pedoman Penyusunan Kajian Studi Kelayakan Perusahaan Jalan Tol pada subbab 7.4.3 poin 3 tentang Penghematan Nilai Waktu Perjalanan. Metode individu *stated preference* adalah nilai waktu yang diperoleh melalui wawancara perjalanan maupun nilai waktu aktual yang dipersepsikan oleh pengguna jalan.

c. Penghematan biaya kecelakaan

- 1) Penghematan biaya kecelakaan akibat pembangunan jalan baru timbul seiring berkurangnya faktor risiko kecelakaan akibat adanya investasi jalan.
- 2) Kecelakaan lalu lintas menyebabkan hilangnya nilai produktivitas korban kecelakaan pada tahun terjadinya kecelakaan, dan dalam kasus kecelakaan fatal maupun sangat serius, juga menimbulkan kerugian pada tahun-tahun berikutnya. dalam kondisi tersebut, biaya pada tahun-tahun mendatang didiskontokan untuk memperoleh nilai saat ini. nilai kehilangan produktivitas dihitung berdasarkan upah rata-rata nasional sebelum pemotongan pajak, dikalikan dengan waktu kerja yang hilang akibat kecelakaan.
- 3) Dalam kasus kecelakaan fatal, jumlah “tahun kerja yang hilang” ditentukan dengan cara mengurangkan rata-rata usia korban meninggal akibat kecelakaan lalu lintas dari rata-rata usia seseorang berhenti bekerja
- 4) Dalam kasus kecelakaan serius, biaya ditentukan berdasarkan rata-rata jumlah hari korban dirawat di rumah sakit dan masa pemulihan di rumah.
- 5) Dalam kasus kecelakaan ringan, biaya ditentukan berdasarkan (jumlah yang relatif kecil) hari kerja yang hilang akibat korban harus menghadiri pemeriksaan di dokter, klinik, atau rumah sakit (sebagai pasien rawat jalan) untuk menerima perawatan, atau menjalani masa pemulihan di rumah.
- 6) Perhitungan probabilitas faktor risiko kecelakaan dan penghematan dilakukan dengan membandingkan kondisi *with* dan *without* proyek.

d. Manfaat pengembangan ekonomi

- 1) Kegiatan ini untuk mengkaji dan mengetahui adanya pusat pertumbuhan pada suatu

lokasi yang dapat memacu tumbuhnya bangkitan pergerakan, sehingga pengembangan jaringan jalan sebagai sarana perhubungan sangat dibutuhkan bagi perkembangan suatu daerah. Kegiatan kajian terhadap pengembangan ekonomi, meliputi :

- a) Kajian terhadap tingkat aksesibilitas yang dapat diukur dari besar-kecilnya aliran pergerakan penduduk antar wilayah;
- b) Keberadaan sistem transportasi yang ditunjang oleh kelengkapan prasarana dan sarana perhubungan, baik regional maupun lokal.

Analisis *producer surplus* merupakan salah satu parameter penilai evaluasi kelayakan proyek. Dalam hal ini kriteria manfaat (*benefit*) yang digunakan adalah semua *surplus* yang dinikmati oleh produsen barang dan jasa yang dijual dan tercakup dalam daerah pengaruh proyek. Pendekatan ini mengacu pada keadaan dimana volume lalu lintas rendah yang mengakibatkan kurangnya justifikasi surplus konsumen. Keuntungan akibat perubahan volume dan biaya transport sangat bergantung pada besarnya keuntungan akibat perubahan harga produk di lokasi produksi.

- 2) Konsep pendekatan *consumer surplus* adalah dengan menghitung pengurangan harga yang dikeluarkan oleh konsumen untuk memperoleh/menggunakan produk tertentu. Selisih harga awal dengan harga baru yang harus dikeluarkan merupakan penghematan (*saving*) bagi konsumen, sementara itu sesuai dengan fungsi *demand*-nya maka akan terdapat penambahan volume, sehingga manfaat total adalah perkalian jumlah volume baru dengan selisih harga yang terjadi.

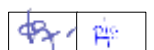
Pada umumnya kedua konsep pendekatan ini digunakan untuk perencanaan jalan antar kota (*interurban*).

e. Manfaat penghematan biaya perawatan jalan

- 1) Pembangunan suatu infrastruktur baru atau peningkatan terhadap infrastruktur yang ada dapat memberikan kontribusi keuntungan berupa penghematan biaya pemeliharaan infrastruktur pada keseluruhan jaringan. Hal ini terjadi karena adanya perpindahan pengguna infrastruktur lama kepada infrastruktur baru atau infrastruktur yang ditingkatkan, sehingga beban infrastruktur lama menurun. Selain itu biaya pemeliharaan dari jalan hasil pembangunan adalah relatif lebih murah.
- 2) Perhitungan manfaat penghematan biaya perawatan jalan memperhitungkan kondisi *with* dan *without* proyek.
- 3) Perhitungan penghematan biaya perawatan jalan dihitung berdasarkan NSPK teknis terkait dan dihitung untuk seluruh jaringan jalan yang terpengaruh oleh kegiatan investasi jalan.

f. Penilaian manfaat dari berkurangnya emisi

- 1) Perhitungan manfaat pengurangan emisi merupakan bagian dari analisis aspek lingkungan.
- 2) Untuk mendapatkan penilaian manfaat dilakukan perhitungan emisi pada kondisi *with* dan *without* proyek
- 3) Perhitungan emisi dapat menggunakan perhitungan emisi faktor yang mempertimbangkan jenis kendaraan, volume kendaraan, kecepatan kendaraan, dan jenis bahan bakar.
- 4) Perhitungan detail terkait biaya emisi yang dikeluarkan merujuk pada nspk dari klh (contoh: pedoman teknis penyusunan inventarisasi emisi pencemar udara di perkotaan tahun 2019).



g. Manfaat lain

- 1) Pada prinsipnya, seluruh dampak dari pembangunan jalan dapat dijelaskan melalui teori ekonomi dan dengan demikian dapat dimasukkan ke dalam analisis biaya-manfaat (*cost-benefit analysis* atau CBA).
- 2) Namun demikian, CBA cenderung berfokus pada apa yang disebut sebagai manfaat “ekonomis”, yaitu manfaat yang dapat dinilai dalam satuan moneter. Dalam konteks ini, manfaat yang tidak dapat dikuantifikasi sering disebut sebagai manfaat sosial dan/atau manfaat lingkungan.
- 3) Manfaat sosial mencakup berbagai manfaat non-ekonomi yang bersifat multidimensional, interaktif, dan kompleks, yang muncul akibat adanya perubahan dalam kondisi transportasi.
- 4) Manfaat sosial pengembangan infrastruktur jalan antara lain
 - a) Peningkatan jaringan sosial dan penguatan modal sosial.
 - b) Peningkatan kesehatan dan pendidikan melalui kemudahan akses terhadap layanan publik.
 - c) Berkurangnya kerentanan terhadap kejadian tak terduga dan guncangan seperti gagal panen, kecelakaan, dan gangguan keamanan.

5.7 Aspek Lain- lain

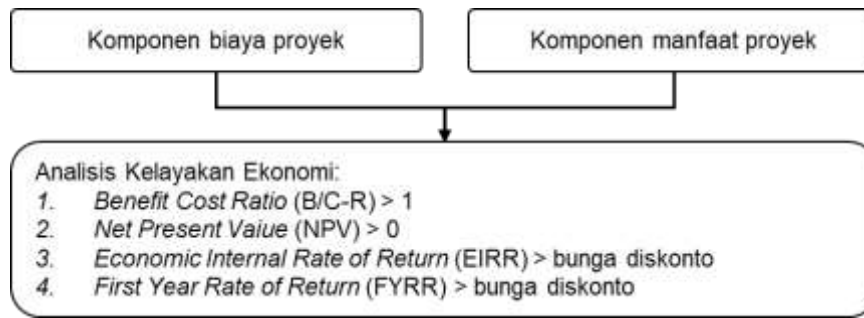
Aspek lain-lain meliputi aspek di luar ekonomi dan finansial yang dapat memengaruhi kelayakan proyek secara keseluruhan. Aspek-aspek ini dapat diperhitungkan pada waktu menentukan rekomendasi akhir dari studi ini melalui suatu metode multikriteria, antara lain:

- a. Suatu ruas jalan baru dapat meningkatkan kehandalan jaringan jalan karena merupakan alternatif rute, seandainya terjadi suatu penutupan yang tidak dapat dihindari pada jaringan jalan. Dengan demikian jalur baru ini sebenarnya mempunyai nilai strategis yang perlu diperhitungkan;
- b. Suatu jalan baru dapat merupakan prasarana yang juga dibutuhkan dalam sistem pertahanan dan keamanan negara. Manfaat ini tidak dinikmati sehari-hari tetapi dapat merupakan manfaat yang sangat besar dalam kondisi tertentu. Perihal ini perlu dipertimbangkan dalam menentukan kelayakan akhir dari suatu jalan;
- c. Demi untuk pemerataan pembangunan, maka proyek-proyek tidak hanya dikonsentrasikan pada wilayah tertentu saja. Suatu proyek dengan kelayakan lebih rendah dapat juga diberi prioritas;
- d. Ketersediaan dana pembangunan, mungkin saja lebih kecil dari biaya proyek.

5.8 Evaluasi Kelayakan Ekonomi

Secara garis besar evaluasi kelayakan ekonomi yang dilakukan dengan parameter sebagai berikut:

- a. *benefit cost ratio* (B/C-R);
- b. *net present value* (NPV);
- c. *economic internal rate of return* (EIRR);
- d. *first year rate of return* (FYRR).



Gambar 18 - Bagan alir analisis kelayakan ekonomi

5.8.1 Analisis Benefit Cost Ratio

Benefit cost ratio adalah perbandingan antara *present value benefit* dibagi dengan *present value cost*. Hasil B/C-R dari suatu proyek dikatakan layak secara ekonomi, bila nilai B/C-R adalah lebih besar dari 1 (satu). Metode ini dipakai untuk mengevaluasi kelayakan proyek dengan membandingkan total manfaat terhadap total biaya yang telah didiskonto ke tahun dasar dengan memakai nilai suku bunga diskonto (*discount rate*) selama tahun rencana.

Persamaan untuk metode ini adalah sebagai berikut:

$$B/C - R = \frac{\text{present value benefits}}{\text{present value cost}} \quad (2)$$

Nilai B/C-R yang lebih kecil dari 1 (satu), menunjukkan investasi ekonomi yang tidak menguntungkan.

5.8.2 Analisis Net Present Value

Metode ini dikenal sebagai metode *present worth* dan digunakan untuk menentukan apakah suatu rencana mempunyai manfaat dalam periode waktu analisis. Hal ini dihitung dari selisih *present value of the benefit* (PVB) dan *present value of the cost* (PVC).

Dasar dari metode ini adalah bahwa semua manfaat (*benefit*) ataupun biaya (*cost*) mendatang yang berhubungan dengan suatu proyek didiskonto ke nilai sekarang (*present values*), dengan menggunakan suatu suku bunga diskonto.

Dengan perkembangan teknologi, perangkat lunak *Spreadsheet* yang umum beredar sudah memiliki fitur untuk menghitung nilai sekarang (*present values*) dari semua biaya yang ada dari masa konstruksi hingga akhir masa operasi.

$$NPV = \sum_{i=0}^{n-1} \left[(b_i - c_i) \left(\left(\left(1 + \left(\frac{r}{100} \right) \right) \right)^i \right)^{-1} \right] \quad (3)$$

Keterangan:

- NPV : nilai sekarang bersih;
- b_i : manfaat pada tahun i ;
- c_i : biaya pada tahun i ;
- r : suku bunga diskonto (*discount rate*);
- n : umur ekonomi proyek, dimulai dari tahap perencanaan sampai akhir umur rencana jalan.

Nilai NPV yang lebih besar dari 0 (nol), menunjukkan investasi ekonomi yang tidak menguntungkan.

5.8.3 Perhitungan *Economic Internal Rate of Return* (EIRR)

Economic Internal Rate of Return (EIRR) merupakan tingkat pengembalian berdasarkan pada penentuan nilai tingkat bunga (*discount rate*), dimana semua keuntungan masa depan yang dinilai sekarang dengan discount tertentu adalah sama dengan biaya kapital atau present value dari total biaya. Dengan perkembangan teknologi, perangkat lunak *spreadsheet* yang umum beredar sudah dapat menghitung nilai EIRR dengan data masukan berupa arus kas dari masa konstruksi hingga akhir masa operasi.

5.8.4 Analisis *First Year Rate of Return*

Analisis manfaat-biaya digunakan untuk membantu menentukan waktu terbaik untuk memulai proyek. Walaupun dari hasil analisis proyek bermanfaat, tetap saja ada kasus penundaan awal proyek pada saat lalu lintas terus bertambah untuk menaikkan laju pengembalian pada tingkat yang diinginkan. Cara terbaik untuk menentukan waktu dimulainya suatu proyek adalah menganalisis proyek dengan range waktu investasi untuk melihat mana yang menghasilkan NPV tertinggi. Bagaimanapun, untuk kebanyakan proyek jalan, dimana lalu lintas terus bertambah di masa mendatang, kriteria laju pengembalian tahun pertama dapat digunakan. *First year rate of return* (FYRR) adalah jumlah dari manfaat yang didapat pada tahun pertama setelah proyek selesai, dibagi dengan *present value* dari modal yang dinaikkan dengan discount rate pada tahun yang sama dan ditunjukkan dalam persen. Persamaan untuk metode ini adalah sebagai berikut:

$$FYRR = 100 \cdot \frac{b_j}{\sum_{i=0}^{j-1} c_i \left(1 + \left(\frac{r}{100}\right)\right)^{j-i}} \quad (4)$$

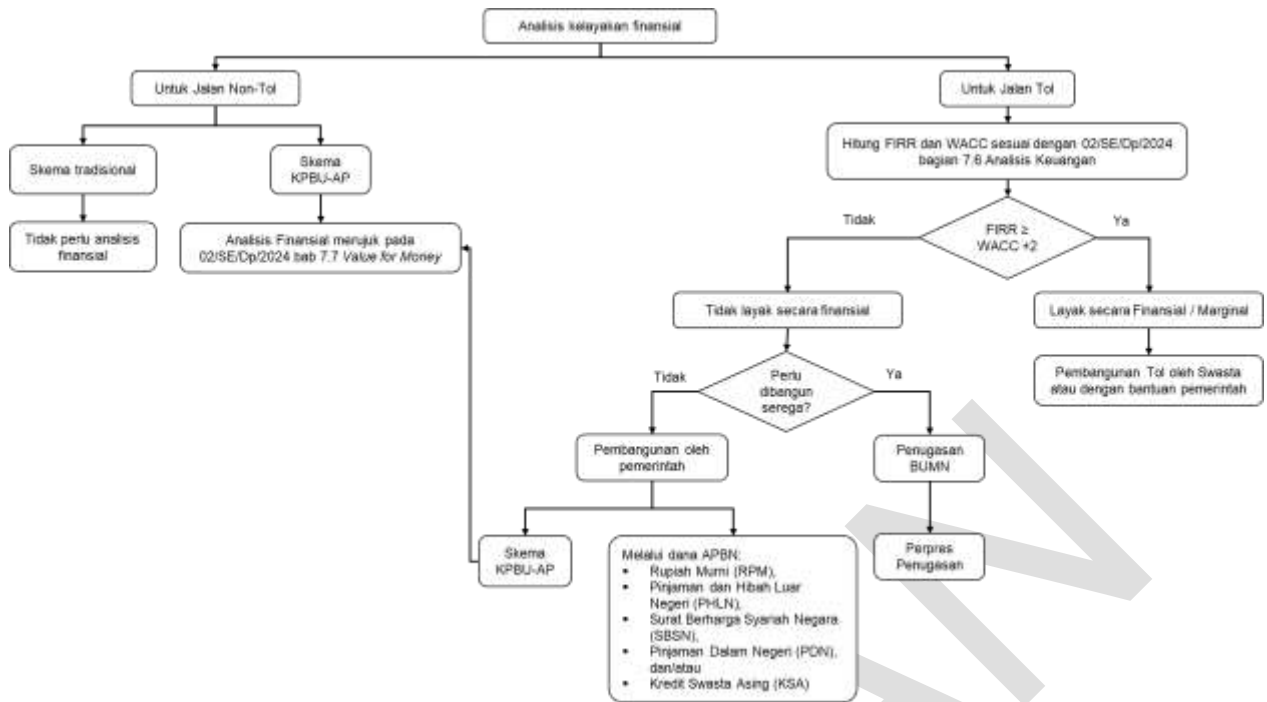
Keterangan:

- FYRR : *First Year Rate of Return*;
- j : tahun pertama dari manfaat;
- b_j : manfaat pada tahun j;
- c_i : biaya pada tahun i;
- r : suku bunga diskonto (*discount rate*)

Jika FYRR lebih besar dari *discount rate* yang direncanakan, maka akan tepat waktu dan proyek dapat dilanjutkan. Jika kurang dari discount rate tetapi memiliki NPV positif, maka proyek sebaiknya ditangguhkan dan laju pengembalian harus dihitung ulang untuk menentukan tahun dimulainya proyek yang optimum.

5.9 Evaluasi Kelayakan Finansial

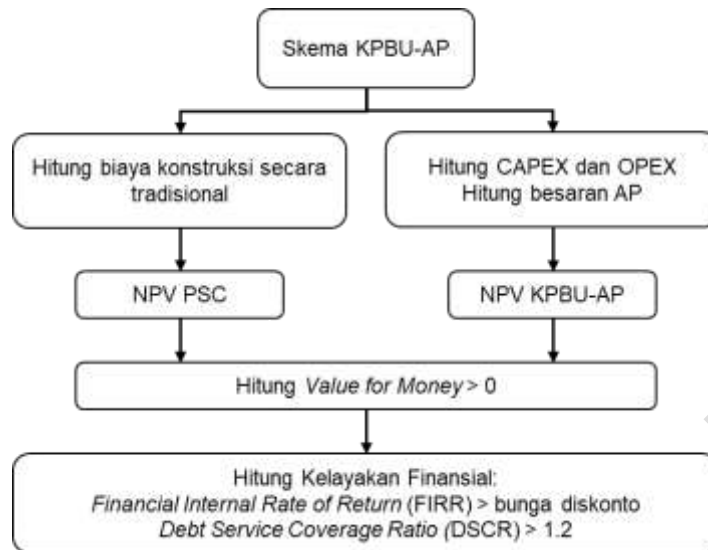
Kajian finansial dilakukan untuk menilai kelayakan proyek dari sisi finansial. Analisis ini berbeda untuk proyek jalan tol dan jalan nontol. Perbedaan tersebut ditunjukkan pada Gambar 19 berikut.



Gambar 19 - Bagan alir analisis kelayakan finansial

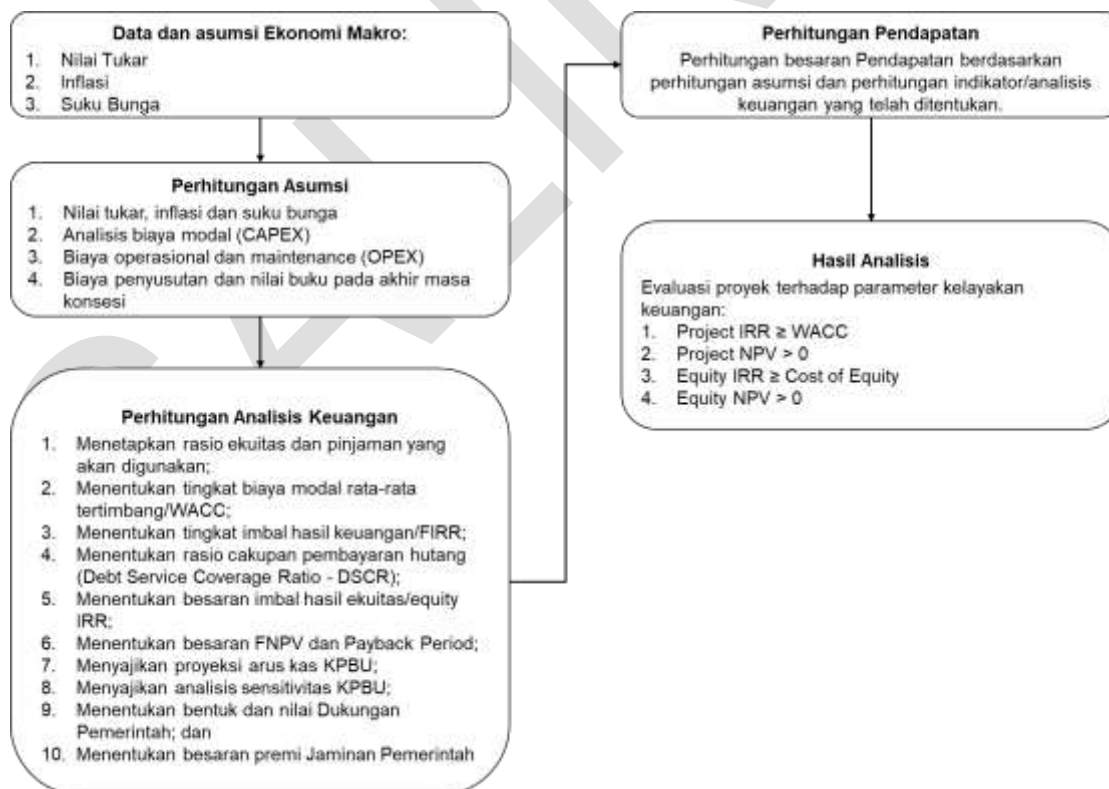
Pada proyek nontol dengan skema pembayaran tradisional, tidak perlu dilakukan analisis finansial. Namun penyusunan arus kas nyata (dengan pajak dan pembayaran bunga pinjaman) dapat disusun untuk menilai kemampuan fiskal pemerintah dalam ketersediaan dana pemerintah untuk konstruksi dan pemeliharaan jangka panjang agar proyek yang dibangun tetap terjaga selama masa analisis.

Pada proyek dengan skema pembayaran KPBU-AP, analisis finansial dilakukan untuk membandingkan biaya siklus hidup proyek antara pembangunan oleh pemerintah (PSC) dengan pembangunan oleh pihak swasta (KPBU). *Value for Money* yang positif menunjukkan skema KPBU lebih murah/efisien bagi pemerintah dibandingkan membangun sendiri secara konvensional. Namun analisis kelayakan finansial tetap perlu dianalisis parameter FIRR dan DSCR untuk bisa menarik pihak swasta. Untuk metoda perhitungan dapat lebih lanjut dilihat pada 02/SE/Dp/2024 tentang Pedoman Penyusunan Kajian Studi Kelayakan Pengusahaan Jalan Tol pada bab 7.7 *Value for Money*.



Gambar 20 - Bagan alir perhitungan kelayakan finansial dengan skema KPBU-AP

Pada proyek dengan jalan tol, kajian kelayakan finansial dapat merujuk pada 02/SE/Dp/2024 tentang Pedoman Penyusunan Kajian Studi Kelayakan Pengusahaan Jalan Tol pada bagian Analisis Keuangan. Setelah diperoleh nilai FIRR dan WACC, skema pembangunan tol dapat merujuk pada bagan alir dalam gambar 19. Secara umum proses analisis kelayakan dapat dilihat pada gambar 21 berikut.



Gambar 21 - Bagan alir perhitungan kelayakan finansial pada proyek jalan tol

Perlu diperhatikan, dalam kajian finansial, biaya yang dimasukkan dalam arus kas juga mencakup biaya pajak (PPN dan PPh) serta bunga pinjaman (baik pinjaman dari pihak swasta

untuk membangun jalan, maupun pinjaman pemerintah seperti pinjaman luar negeri). Dalam kajian kelayakan untuk jalan tol dan jalan nontol dengan skema pembayaran KPBU-AP, perlu diperhitungkan jika pengembangan pusat kegiatan yang menjadi pendorong kebutuhan pembangunan proyek tidak berkembang seperti rencana pengembangan, sehingga volume lalu lintas yang diharapkan tidak tercapai. Perubahan volume lalu lintas ini dapat mempengaruhi kelayakan finansial dan analisis resiko dari proyek yang dikaji.

5.10 Pemilihan Alternatif dan Rekomendasi

5.10.1 Perencanaan Skema Pembangunan

Hasil kelayakan ekonomi dan finansial dapat ditindaklanjuti dengan analisis skema pembangunan untuk mengoptimasi biaya pembangunan. Analisis skema pembangunan dapat dilakukan dengan membandingkan skenario pembangunan total dari tahun pertama, dengan beberapa alternatif skema pembangunan bertahap yang dapat mengurangi nilai *present value* dari biaya konstruksi. Alternatif skema pembangunan menjadi alternatif lain selain skema pembayaran (tradisional atau KPBU-AP) dan dapat dipilih melalui analisis multikriteria.

5.10.2 Analisis Multikriteria

Kelayakan proyek tidak hanya tergantung pada kelayakan ekonomi, untuk proyek dengan volume lalu lintas rendah, Analisis Biaya-Manfaat (*Cost-Benefit Analysis/ CBA*) dapat menghasilkan nilai kelayakan yang rendah. Analisis multikriteria (*multicriteria analysis*) dikembangkan untuk menggabungkan penilaian dari manfaat yang terukur dan manfaat yang tidak dapat diukur atau dikuantifikasi seperti aspek pertahanan atau aksesibilitas.

Prosedur umum untuk melakukan analisis multikriteria adalah sebagai berikut.

- a. Tentukan kriteria pemilihan yang akan dianalisis, disusun dalam bentuk hirarkis. Kriteria ini bisa mencakup aspek yang terukur maupun yang tidak terukur (seperti aksesibilitas atau keamanan). Kriteria ini minimal mencakup:
 - 1) Status dan tata guna lahan
 - 2) Analisis awal dampak lingkungan
 - 3) Analisis awal dampak sosial
 - 4) Kondisi kerawanan geologi dan geoteknik
 - 5) Estimasi awal biaya konstruksi dan pembebasan lahan
 - 6) Estimasi awal manfaat konstruksi
 - 7) Kriteria lainnya sesuai kebutuhan
- b. Tentukan bobot dari masing-masing kriteria
- c. Beri nilai dari setiap kriteria untuk semua alternatif, nilai dapat dinormalisasi dengan rentang 1-10. Contoh scoring matrix penilaian trase disajikan pada Lampiran 7.
- d. Hitung nilai terbobot dari semua alternatif untuk menentukan prioritasnya.

5.10.3 Analisis Risiko

Dalam analisis kelayakan pengembangan jalan, terdapat ketidakpastian dan perubahan yang dapat muncul selama masa persiapan konstruksi, pelaksanaan konstruksi, dan masa pemeliharaan. Analisis risiko ini dilakukan pada skenario terpilih dari tahap Analisis Multikriteria sebelumnya.

Keluaran dari kajian kelayakan tidak hanya nilai layak-tidak layak berdasarkan nilai IRR yang dihasilkan, tetapi menghasilkan matriks risiko (hasil metode kualitatif) dan probabilitas kelayakan proyek (hasil dari metode kuantitatif). Beberapa faktor risiko yang umum muncul ditunjukkan pada Tabel 18.

Tabel 18 - Resiko dalam pelaksanaan proyek

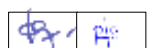
Kategori risiko	Contoh risiko
Risiko biaya pembangunan (masalah teknis, konstruksi atau lingkup proyek yang belum diketahui)	<ol style="list-style-type: none"> 1) inflasi biaya konstruksi, 2) kegagalan pemenuhan pendanaan, 3) penundaan konstruksi (akibat penundaan pembebasan lahan, penundaan/penolakan persetujuan lingkungan (AMDAL), atau syarat administratif lainnya) 4) perubahan desain konstruksi (akibat kondisi tanah/geoteknik tak terduga, prasyarat tambahan dari kajian AMDAL, kondisi dan isu sosial-budaya, perubahan standar teknis, atau faktor lainnya)
Risiko biaya operasi dan pemeliharaan	<ol style="list-style-type: none"> 1) perubahan pasar/pengguna 2) masalah teknis yang tidak terduga.
Risiko prediksi kebutuhan perjalanan	<p>perbedaan faktor-faktor prediksi yang terjadi dengan yang digunakan dalam prediksi, seperti:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) prediksi lalu lintas yang terlalu optimis 2) munculnya proyek lainnya yang dapat mempengaruhi manfaat dari proyek yang dikaji (seperti proyek transportasi lainnya yang bisa menjadi kompetitor yang belum teridentifikasi pada penyusunan kajian kelayakan) 3) pengembangan pusat kegiatan yang tidak sesuai dengan rencana pengembangan awal 4) perubahan institusional atau persyaratan hukum lainnya
Efek perkembangan dan keterkaitan dengan pembangunan wilayah dan infrastruktur lain yang tidak diperkirakan sebelumnya	perubahan kebijakan pemerintah, perubahan tata ruang wilayah, atau perubahan lainnya
Risiko perubahan teknologi	Adanya perkembangan dalam teknologi yang merubah metode survei atau konstruksi

Daftar risiko yang disampaikan di atas adalah daftar risiko tipikal yang dapat dianalisis dalam kajian kelayakan, risiko yang diperhitungkan dalam kajian kelayakan dapat disesuaikan kebutuhan.

Analisis risiko terhadap sumber-sumber ketidakpastian itu dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu Pendekatan Kualitatif dan Pendekatan Kuantitatif. Berikut penjelasannya.

a. Analisis ketidakpastian (Metode Kualitatif)

- 1) Buat matriks identifikasi risiko dari sumber-sumber seperti yang disebutkan di atas secara lebih detail dan spesifik untuk proyek kajian
- 2) Berikan rating kepada masing-masing risiko yang teridentifikasi dari sisi probabilitas terjadinya:



Tabel 19 - Tingkatan probabilitas

Peringkat	Probabilitas	Deskripsi
1	Sangat Kecil (Hampir pasti tidak terjadi)	Kemungkinan terjadi secara teoritis, tetapi tidak ada kejadian sebelumnya di proyek sebelumnya (0-5%)
2	Kecil (Jarang terjadi)	Secara teoritis sangat tidak mungkin terjadi, tetapi dapat terjadi dalam keadaan luar biasa (5% -20%)
3	Sedang (Kesempatan terjadi dan tidaknya hampir sama)	Ada peluang yang sama untuk terjadi dan tidak terjadinya risiko (20%-40%)
4	Tinggi (Sangat mungkin terjadi)	Risiko bisa terjadi kapan saja karena riwayat kejadian kasual (40%-70%)
5	Sangat tinggi (Bencana, kejadian hampir pasti)	Kemungkinan besar risiko ini akan terjadi kapan saja seperti yang terjadi pada proyek lainnya (>70%)

- 3) Berikan rating kepada masing-masing risiko yang teridentifikasi dari sisi besaran dampak:

Tabel 20 - Tingkat besaran dampak

Peringkat	Besaran dampak	Deskripsi
1	Tidak signifikan	Dapat dikelola dalam rutinitas: normal manajemen proyek, operasi, dan ketentuan biaya pemeliharaan. Dampak kerugiannya lebih kecil dari 20% basis penduganya.
2	Kecil	Kemungkinan dampak kecil pada efisiensi dan efektivitas proyek, dampak marginal pada pemangku kepentingan proyek. Dampak kerugian berkisar antara 21 - 40% dari basis penduganya.
3	Sedang	Kemungkinan berdampak besar, menghambat kinerja proyek dan secara signifikan mempengaruhi hasil proyek dan keuntungan finansial. Dampak kerugian berkisar antara 41% - 60% dari basis penduganya.
4	Tinggi	Kemungkinan penangguhan proyek untuk periode yang signifikan, kinerja dan hasil sangat terpengaruh, dengan kerugian proyek dan hilangnya keuntungan finansial yang signifikan. Dampak kerugian berkisar antara 61 - 80% dari basis penduganya.
5	Sangat tinggi	Kemungkinan penghentian proyek, dengan kerugian proyek hampir sama dengan keuntungan finansial yang telah diperoleh. Dampak kerugian lebih dari 80% dari basis penduganya.

- 4) Dari nilai probabilitas dan besaran dampak dapat dikategorikan resiko tersebut sesuai dengan peta resiko pada Tabel 21.

Tabel 21 - Peta resiko

		Besaran dampak					
		Tidak Signifikan	Kecil	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi	
		1	2	3	4	5	
Probabilitas	Sangat Kecil	1	Resiko Rendah (R)	Resiko Rendah (R)	Resiko Rendah (R)	Resiko Menengah (M)	Resiko Menengah (M)
	Kecil	2	Resiko Rendah (R)	Resiko Menengah (M)	Resiko Menengah (M)	Resiko Menengah (M)	Resiko Tinggi (T)
	Sedang	3	Resiko Rendah (R)	Resiko Menengah (M)	Resiko Tinggi (T)	Resiko Tinggi (T)	Resiko Tinggi (T)
	Tinggi	4	Resiko Menengah (M)	Resiko Menengah (M)	Resiko Tinggi (T)	Resiko Sangat Tinggi (ST)	Resiko Sangat Tinggi (ST)
	Sangat Tinggi	5	Resiko Menengah (M)	Resiko Tinggi (T)	Resiko Tinggi (T)	Resiko Sangat Tinggi (ST)	Resiko Sangat Tinggi (ST)

5) Dengan tingkat resiko yang diperoleh tentukan strategi mitigasinya dan susun dalam bentuk matriks resiko seperti Lampiran 4.

b. Analisis ketidakpastian (metode kuantitatif)

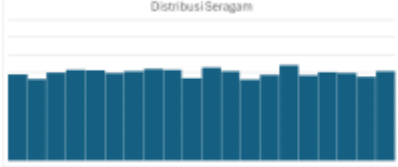
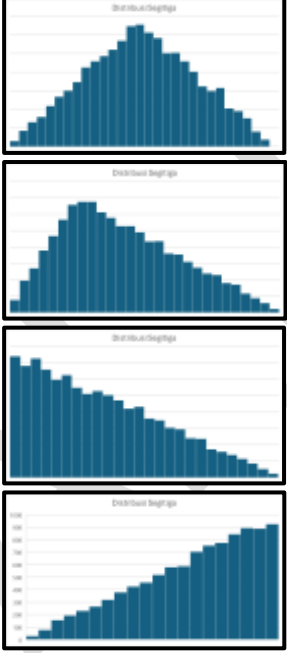
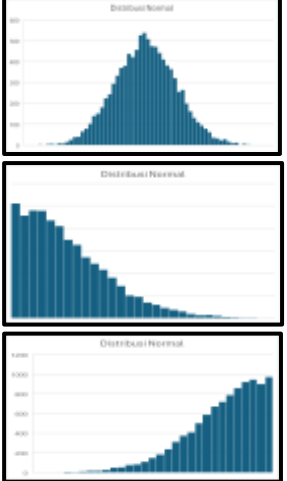
Jenis penilaian risiko kuantitatif yang disarankan adalah penilaian berbasis probabilitas, yaitu probabilitas kelayakan rencana proyek secara ekonomi dan finansial. Analisis ini berbasis kepada Metode Monte Carlo, yaitu setiap variabel manfaat dan biaya dalam arus kas disimulasikan dalam suatu rentang tertentu dengan probabilitas yang ditentukan, sehingga terjadi perubahan pada arus kas yang mempengaruhi parameter kelayakan proyek. Simulasi ini diulangi dalam jumlah besar, sehingga parameter kelayakan yang dihasilkan berupa probabilitas tercapainya suatu nilai kelayakan tertentu. Hasil dari analisis ini memungkinkan pengambil keputusan untuk memahami tingkat kepercayaan (*confidence level*) terhadap kelayakan proyek, sehingga mitigasi risiko dapat direncanakan secara lebih terukur. Contoh penyajian hasil analisis Metode Monte Carlo disajikan pada Lampiran 5. Langkah simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut:

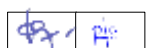
- 1) Tentukan variabel-variabel dalam perhitungan manfaat dan biaya yang dianggap memiliki ketidakpastian yang signifikan dan berdampak besar pada kelayakan proyek. Beberapa faktor standar yang dapat memengaruhi arus kas (*cash flow*) proyek adalah sebagai berikut:
 - a) biaya konstruksi awal;
 - b) biaya operasi & pemeliharaan;
 - c) waktu pelaksanaan konstruksi;
 - d) tingkat inflasi bahan/jasa;
 - e) biaya pembebasan lahan;



- f) waktu pembebasan lahan;
 - g) tingkat pertumbuhan lalu lintas;
 - h) lalu lintas dasar awal;
 - i) tingkat penghematan waktu;
 - j) penghematan biaya operasi kendaraan.
- 2) Identifikasi distribusi probabilitas dari variabel-variabel tersebut. Untuk menetapkan distribusi probabilitas dari suatu variabel, diperlukan data yang banyak, tetapi secara umum dapat didekati dengan distribusi statistik tertentu, misalnya dipilih yang paling mendekati dari 3 jenis distribusi statistik ditunjukkan pada Tabel 22.

Tabel 22 - Jenis distribusi statistik dan kebutuhan parameternya

Distribusi	Visualisasi distribusi	Kebutuhan parameter
Seragam		<ul style="list-style-type: none"> 1) Nilai Minimum 2) Nilai Maksimum
Segitiga		<ul style="list-style-type: none"> 1) Nilai Minimum 2) Nilai Modus (terbanyak) 3) Nilai Maksimum
Normal		<ul style="list-style-type: none"> 1) Nilai Rata-rata 2) Nilai Standar Deviasi

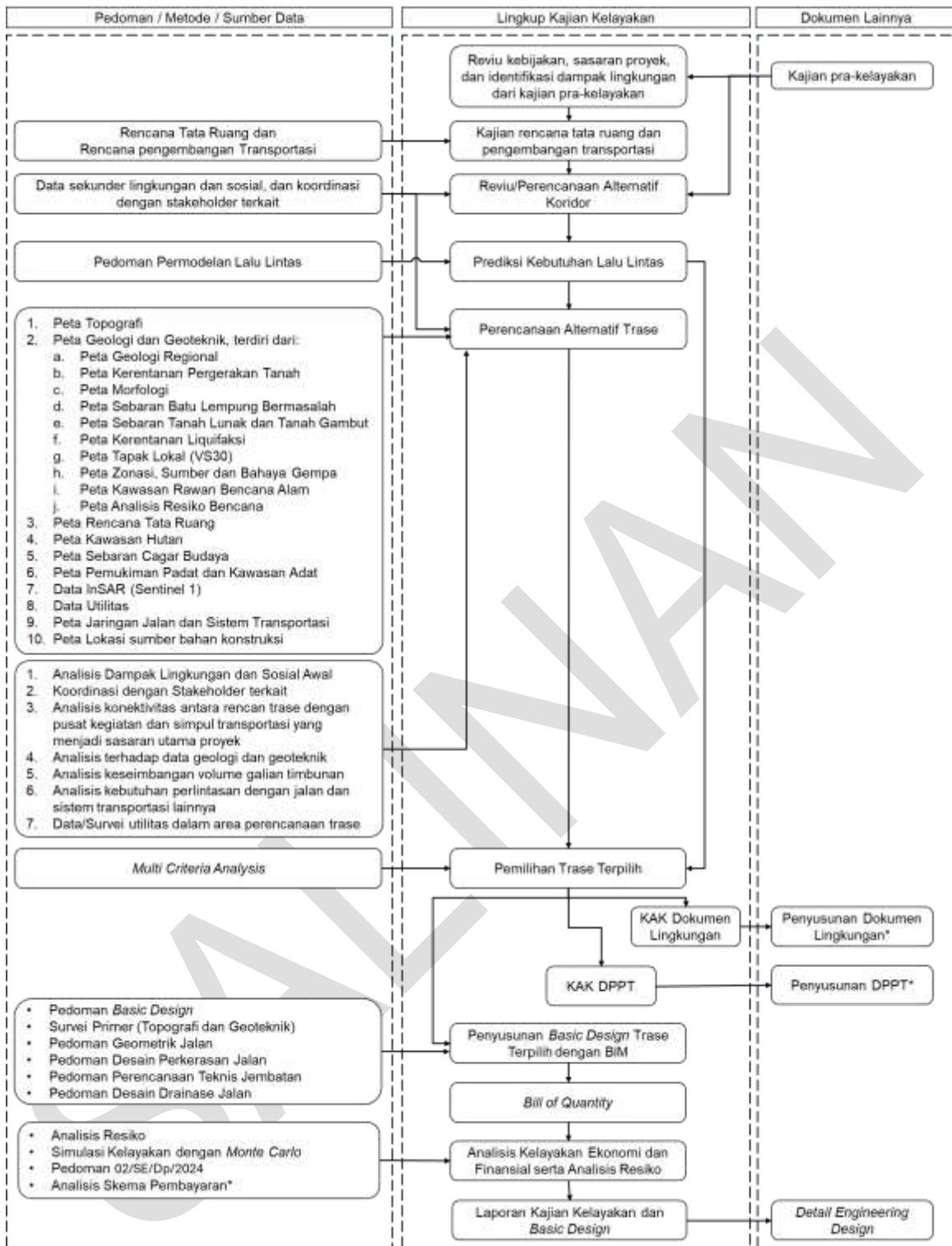


- 3) Bangkitkan nilai-nilai variabel tersebut menggunakan bilangan acak dan Kurva Kumulatif dari Distribusi Statistik untuk masing-masing variabel;
- 4) Gunakan nilai variabel-variabel itu untuk menghitung biaya dan manfaat serta parameter kelayakan ekonomi;
- 5) Ulangi kembali proses membangkitkan nilai variabel dan perhitungan parameter kelayakan ekonomi sampai jumlah tertentu, umumnya di jumlah yang cukup besar, di atas 500 kali pengulangan.
- 6) Probabilitas dari kelayakan proyek yang dikaji dihitung dari persentase jumlah perulangan yang menghasilkan nilai parameter kelayakan (NPV, BCR, IRR, dan FYRR) yang melebihi target dengan jumlah simulasi yang dilakukan. Hasil akhirnya dapat ditampilkan dalam bentuk Kurva S Kumulatif yang menunjukkan probabilitas keberhasilan proyek

Untuk prediksi lalu lintas yang menggunakan model mikro, maka keluarannya sudah berupa distribusi, sehingga perlu dilakukan running pemodelan mikro yang berulang-ulang.

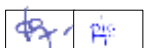
6 Prosedur Pengerjaan

Sesuai dengan lingkup kajian kelayakan, tahapan pekerjaan dalam studi kelayakan disampaikan pada Gambar 22.



*untuk kajian kelayakan yang terintegrasi dengan Dokumen Lingkungan dan DPPT, Kerangka Acuan Kerjanya disatukan dalam satu kegiatan

Gambar 22 - Bagan alir alur pekerjaan studi kelayakan



6.1 Tahap Kajian Kebijakan Perencanaan

6.1.1 Kajian tentang Kebijakan dan Sasaran Perencanaan

- a. Formulasikan kembali kebijakan dan sasaran dari proyek, sebagai penajaman dari formulasi yang dipakai dalam pra- studi kelayakan.
- b. Formulasikan kembali fungsi dan kelas jalan sebagai dasar perencanaan aspek teknis jalan;
- c. Formulasikan kembali ketentuan perencanaan jalan, yang meliputi kecepatan rencana, tingkat kinerja (*level of performance*) lalu lintas, dan pembebanan jembatan;
- d. Kumpulkan data mengenai pengembangan sarana dan prasarana transportasi yang berlaku pada tingkat perencanaan nasional dan daerah.

6.1.2 Kajian tentang Lingkungan dan Tata Ruang

- a. Kumpulkan data mengenai rencana tata ruang dan kawasan hutan;
- b. Kumpulkan data mengenai aspek-aspek lingkungan, seperti yang teridentifikasi dalam pra studi kelayakan;
- c. Kaji kembali peran jalan yang distudi, serta kaitannya dengan tata guna lahan/tanah di sekitarnya.

6.2 Prediksi Lalu Lintas

6.2.1 Lalu Lintas

- a. Tentukan sistem jaringan jalan dan batasan wilayah studi sesuai dengan estimasi dampak dari pembangunan proyek berdasarkan pedoman ini dan pedoman pemodelan lalu lintas yang berlaku;
- b. Tentukan jenis model lalu lintas yang sesuai dengan wilayah kajian, sesuai dengan pedoman ini;
- c. Tentukan sistem zona sesuai dengan pedoman ini dan pedoman pemodelan lalu lintas yang berlaku;
- d. Rencanakan survei pencacahan lalu lintas menurut jenis kendaraan (bisa digabung dengan klasifikasi kebutuhan desain perkerasan sesuai MDP 2024) dan survey kinerja lalu lintas kondisi eksisting, untuk memperoleh data lalu lintas masa sekarang yang akurat, sesuai dengan pedoman survei yang berlaku dan kebutuhan model transportasi yang disusun;
- e. Buat model lalu lintas eksisting yang terkalibrasi dengan perilaku pengendara dan divalidasi dengan data volume dan parameter kinerja hasil survei lalu lintas;
- f. Tentukan laju pertumbuhan lalu lintas dan laju peralihan kendaraan yang menggunakan proyek terbangun sesuai dengan skenario yang diperkirakan;
- g. Adaptasi skenario pentahapan pembangunan (jika ada) dan rencana pengembangan tata ruang serta transportasi dalam skenario pemodelan lalu lintas;
- h. Buat prediksi lalu lintas masa depan untuk akhir periode rencana, yang berupa LHR dan volume jam perencanaan, dari skenario pemodelan lalu lintas pada masa depan;
- i. Tentukan dimensi penampang jalan yang menghasilkan tingkat kinerja sesuai dengan yang diformulasikan pada ketentuan perencanaan jalan yang berlaku;
- j. Analisis besaran manfaat dari penghematan BOK dan penghematan nilai waktu sebagai masukan untuk analisis ekonomi dan finansial.

6.3 Perencanaan dan pemilihan trase alternatif

6.3.1 Perencanaan trase alternatif

- a. Formulasikan alternatif solusi yang akan distudi lebih lanjut, pertimbangan alternatif trase

meliputi faktor faktor sebagai berikut:

- 1) Topografi;
 - 2) Geologi dan Geoteknik;
 - 3) Rencana Tata Ruang;
 - 4) Kawasan Hutan;
 - 5) Sebaran Cagar Budaya;
 - 6) Pemukiman Padat dan Kawasan Adat;
 - 7) Data InSAR (Sentinel 1);
 - 8) Utilitas;
 - 9) Jaringan Jalan dan Sistem Transportasi;
 - 10) Lokasi sumber bahan konstruksi;
 - 11) Analisis awal dampak lingkungan dan sosial pada setiap alternatif trase;
 - 12) konektivitas antara rencana trase dengan pusat kegiatan dan simpul transportasi yang menjadi sasaran utama proyek;
 - 13) keseimbangan volume galian timbunan;
 - 14) kebutuhan perlintasan dengan jalan, sistem transportasi lainnya, atau kondisi lainnya yang memerlukan perlintasan tidak sebidang;
 - 15) Pertimbangan lainnya seperti aspek aksesibilitas atau keamanan.
- b. Tunjukkan pada peta topografi dengan skala minimum 1:1000 tentang jumlah alternatif solusi yang mungkin.

6.3.2 Pemilihan trase

- a. Laksanakan analisis multi kriteria pada semua alternatif trase sesuai dengan pedoman ini untuk menentukan trase terpilih:
- 1) Tentukan kriteria pemilihan yang akan dianalisis, disusun dalam bentuk hirarkis. Kriteria ini bisa mencakup aspek yang terukur maupun yang tidak terukur (seperti aksesibilitas atau keamanan). Kriteria ini minimal mencakup:
 - a) Status dan tata guna lahan
 - b) Analisis awal dampak lingkungan
 - c) Analisis awal dampak sosial
 - d) Kondisi kerawanan geologi dan geoteknik
 - e) Estimasi awal biaya konstruksi dan pembebasan lahan
 - f) Estimasi awal manfaat konstruksi
 - g) Kriteria lainnya sesuai kebutuhan
 - 2) Tentukan bobot dari masing-masing kriteria
 - 3) Beri nilai dari setiap kriteria untuk semua alternatif, nilai dapat dinormalisasi dengan rentang 1-10
 - 4) Hitung nilai terbobot dari semua alternatif untuk menentukan prioritasnya

6.4 Perancangan Desain Awal trase terpilih

6.4.1 Topografi

- a. Lakukan pemetaan topografi dari koridor trase terpilih;
- b. Kegiatan ini dapat digabung dengan pemetaan untuk keperluan pengadaan tanah;
- c. Identifikasi daerah aliran sungai dan curah hujan rencana.
- d. Pengumpulan data topografi ini sudah memenuhi persyaratan yang diperlukan untuk

Desain Awal (*Basic Design*)

- e. Pengumpulan data topografi disarankan menggunakan teknologi LIDAR untuk meningkatkan akurasi pengukuran, namun penggunaan metode lain (misalnya fotogrametri UAV yang terikat GCP/PPK-RTK dan survei terestris) dapat digunakan selama memenuhi skala dan ketelitian yang dipersyaratkan sesuai dengan pedoman yang berlaku

6.4.2 Geologi

- a. Identifikasi karakteristik geologi dari tanah dasar di sekitar koridor alternatif jalan;
- b. Pengumpulan data geologi ini sudah memenuhi persyaratan yang diperlukan untuk Desain Awal (*Basic Design*).

6.4.3 Geoteknik

- a. Identifikasi daerah yang rawan mengalami pergerakan tanah melalui data InSAR;
- b. Pengumpulan data geoteknik ini sudah memenuhi persyaratan yang diperlukan untuk Desain Awal (*Basic Design*);
- c. Identifikasi elevasi muka air tanah;
- d. Identifikasi segmen yang homogen secara geoteknik;
- e. Survei Geoteknik Non-Destruktif dapat mengidentifikasi kondisi awal tanah untuk mengoptimasi jumlah titik survei yang diperlukan;
- f. Cari besaran kekuatan tanah dasar untuk keperluan rancangan perkerasan;
- g. Cari kekuatan tanah kedalaman untuk keperluan pondasi jembatan;
- h. Cari karakteristik geoteknik tanah untuk keperluan galian dan timbunan;
- i. Identifikasi masalah geoteknik yang memerlukan perlakuan khusus, misalnya tanah lembek, atau lereng curam, serta tindakan penanganannya;
- j. Perkirakan volume galian dan timbunan, untuk mencapai keseimbangan volume galian dan timbunan dapat dilakukan penyesuaian dalam alinyemen jalan;
- k. Titik survei data geoteknik minimal mengacu pada keperluan Desain Awal. Penambahan titik survei dapat disesuaikan dengan kompleksitas di lapangan.

6.4.4 Geometri

- a. Buat rancangan geometri dari trase terpilih, yang meliputi alinyemen horisontal, alinyemen vertikal, dan penampang-penampang melintang setiap interval jarak 100 meter. Rancangan geometri ini memperhatikan kecepatan desain, jari-jari minimum, dan keseimbangan galian-timbunan dalam proyek, termasuk mempertimbangkan tahapan pembangunan (jika ada)
- b. Buat rancangan geometri dari persimpangan;
- c. Buat rancangan geometri dari jalan sementara, bila ada.
- d. Rancangan geometri memperhatikan aspek yang menjadi perhatian dalam Audit Keselamatan Jalan.

6.4.5 Perkerasan Jalan

- a. Hitung volume lalu lintas yang melintasi perkerasan selama umur rencana, yang diperoleh dari prediksi lalu lintas masa depan dari prediksi analisis lalu lintas di atas;
- b. Hitung jumlah kumulatif beban lalu lintas yang melintasi selama umur rencana;
- c. Pemilihan tipikal perkerasan harus disesuaikan dengan kondisi setempat dan ketersediaan material lokal serta memperhitungkan biaya siklus hidup yang dihitung melalui pendekatan *life cycle cost analysis* yang paling optimum;

- d. Rancang struktur konstruksi perkerasan jalan sesuai dengan ketentuan manual desain perkerasan yang berlaku.

6.4.6 Hidrologi dan Drainase

- a. Melakukan survei sekunder dan primer untuk memperoleh data elevasi muka air banjir di badan air terdekat;
- b. Analisis data hujan dalam daerah aliran sungai untuk memperoleh besaran intensitas hujan untuk perencanaan sesuai pedoman desain drainase jalan yang berlaku;
- c. Identifikasi aspek drainase yang khusus memerlukan perhatian, seperti misalnya untuk daerah rawan banjir, rawan longsor, atau rawan penggerusan;
- d. Rancang konstruksi drainase seperti kolam resapan, gorong-gorong, saluran samping, *inlet*, *outlet* dan lain-lain.

6.4.7 Struktur Jembatan

- a. Tentukan tipe jembatan yang sesuai dengan ketentuan perencanaan proyek;
- b. Tentukan tipe dan bentang dari standar jembatan yang diusulkan;
- c. Rancang bangunan bawah jembatan dan buat estimasi biayanya;
- d. Buat tipikal jembatan yang berskala yang sesuai dengan kondisi setempat.

6.4.8 Aspek Lingkungan dan Sosial

- a. Identifikasi rona lingkungan hidup
- b. Survei tata guna lahan
- c. Identifikasi isu lingkungan
- d. Identifikasi dampak sosial yang terjadi pada wilayah kajian melalui korespondensi publik.
- e. Formulasikan kembali keperluan penyusunan Dokumen Lingkungan;
- f. Siapkan KAK untuk studi aspek lingkungan yang keluarannya adalah Dokumen Lingkungan;
- g. Buat estimasi biaya untuk keperluan studi aspek lingkungan;

6.4.9 Aspek Pengadaan Tanah

- a. Siapkan peta mutakhir dari koridor alternatif proyek jalan, dan identifikasi Rumija yang perlu dibebaskan, sesuai dengan pedoman yang berlaku;
- b. Estimasi biaya total yang dibutuhkan untuk seluruh proses pengadaan tanah;
- c. Identifikasi upaya pendukung yang perlu dilakukan untuk mendukung proses pengadaan tanah.

6.4.10 Aspek Ekonomi

- a. Biaya- biaya Proyek
 - 1) Hitung biaya- biaya proyek tahun per tahun sampai akhir umur rencana, biaya dihitung berdasarkan analisis *basic design*;
 - 2) Buat estimasi untuk keseluruhan biaya ekonomi dari proyek;
 - 3) Buat estimasi untuk komponen bukan biaya proyek;
 - 4) Hitung nilai sisa konstruksi pada akhir umur rencana;
 - 5) Hitung *owner's estimate*.
- b. Manfaat Proyek
 - 1) Hitung manfaat proyek tahun per tahun sampai akhir umur rencana;
 - 2) Buat estimasi untuk keseluruhan manfaat ekonomi dari proyek;

- 3) Perhatikan komponen bukan biaya proyek, yang diperhitungkan sebagai manfaat.

6.4.11 Aspek Lain- lain

- a. Identifikasi aspek lain-lain yang non ekonomi, yang dapat mempengaruhi kelayakan dari proyek yang distudi;
- b. Tentukan skala kepentingan, atau dampak positif dan negatif, dari masing-masing alternatif solusi terhadap aspek non ekonomi.

6.4.12 Kelayakan Ekonomi

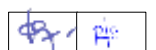
- a. Kompilasi keseluruhan data biaya dan manfaat proyek dari tahun ke tahun sampai akhir umur rencana sesuai dengan lingkup analisis ekonomi;
- b. Diskonto seluruh biaya dan manfaat ekonomi ke tahun dasar;
- c. Hitung indikator-indikator kelayakan ekonomi, seperti B/C-R, NPV, EIRR dan FYRR sebagai parameter kelayakan dasar;

6.4.13 Kelayakan Finansial

- a. Untuk jalan nontol, bila skema pembiayaan proyek didanai pemerintah, maka tidak perlu analisis finansial. Bila skema pembayaran proyek menggunakan skema KPBU-AP, analisis kebutuhan pembayaran AP, VfM, FIRR dan DSCR.
- b. Untuk jalan tol, lakukan analisis finansial sesuai dengan 02/SE/Dp/2024 tentang Pedoman Penyusunan Kajian Studi Kelayakan Pengusahaan Jalan Tol. Kemudian identifikasi skema pembangunan sesuai gambar 19.

6.4.14 Pemilihan Alternatif dan Rekomendasi

- a. Gabung indikator kelayakan ekonomi atau finansial dengan aspek non ekonomi dalam berbagai skenario pembangunan untuk analisis terpadu;
- b. Kaji kembali apakah pembangunan secara bertahap akan dijadikan alternatif solusi untuk dianalisis;
- c. Analisis multikriteria dapat dipakai sebagai alat bantu untuk memilih skenario pembangunan terpilih;
- d. Lakukan analisis ketidakpastian pada skenario terpilih untuk menghasilkan matriks risiko (dari metode kualitatif).
 - 1) Identifikasi risiko yang akan muncul dari beberapa kategori resiko ini:
 - a) risiko perubahan biaya pembangunan;
 - b) risiko perubahan biaya operasi dan pemeliharaan;
 - c) risiko perubahan prediksi kebutuhan perjalanan;
 - d) resiko perkembangan dan keterkaitan dengan pembangunan wilayah;
 - e) risiko perubahan teknologi.
 - 2) Tentukan tingkat probabilitas terjadinya resiko tersebut.
 - 3) Tentukan tingkat dampak dari resiko tersebut.
 - 4) Kategorikan resiko tersebut sesuai dengan peta resiko pada Tabel 21.
 - 5) Tentukan strategi mitigasinya dan susun dalam bentuk matriks resiko seperti Lampiran 4.
- e. Lakukan analisis ketidakpastian pada skenario terpilih untuk menghasilkan probabilitas kelayakan (dari metode kuantitatif).
 - 1) Tentukan variabel-variabel dalam perhitungan manfaat dan biaya yang dianggap memiliki ketidak pastian yang signifikan seperti:
 - a) biaya konstruksi awal;



- b) biaya operasi & pemeliharaan;
 - c) waktu pelaksanaan konstruksi;
 - d) tingkat inflasi bahan/jasa;
 - e) biaya pembebasan lahan;
 - f) waktu pembebasan lahan;
 - g) tingkat pertumbuhan lalu lintas;
 - h) lalu lintas dasar awal;
 - i) tingkat penghematan waktu;
 - j) penghematan biaya operasi kendaraan.
- 2) Identifikasi distribusi probabilitas dari variabel-variabel tersebut sesuai dengan tabel 22.
 - 3) Bangkitkan nilai-nilai variabel tersebut menggunakan bilangan acak dan Kurva Kumulatif dari Distribusi Statistik untuk masing-masing variabel;
 - 4) Gunakan nilai variabel-variabel itu untuk menghitung biaya dan manfaat serta parameter kelayakan ekonomi;
 - 5) Ulangi kembali proses membangkitkan nilai variabel dan perhitungan parameter kelayakan ekonomi sampai jumlah yang cukup besar, di atas 500 kali pengulangan.
 - 6) Probabilitas dari kelayakan proyek yang dikaji dihitung dari persentase jumlah perulangan yang menghasilkan nilai parameter kelayakan (NPV, BCR, IRR, dan FYRR) yang melebihi target dengan jumlah simulasi yang dilakukan. Hasil akhirnya dapat ditampilkan dalam bentuk Kurva S Kumulatif yang menunjukkan probabilitas keberhasilan proyek.

6.4.15 Tahap Integrasi Kelayakan Proyek

Setelah trase terpilih diperoleh:

- a. Untuk kegiatan proyek yang perlu dilaksanakan dengan segera, penyusunan dokumen lingkungan dan DPPT serta izin khusus lainnya (PPKH dan PKS) dapat dilakukan secara bersamaan;
- b. Untuk kegiatan proyek lainnya, keluaran dari kajian kelayakan adalah KAK untuk penyusunan dokumen lingkungan dan DPPT.

6.5 Penyusunan Laporan

Hasil kegiatan studi kelayakan, meliputi:

- a. Laporan Analisis Kelayakan Proyek, yang berisi:
 - 1) Pernyataan mengenai tujuan proyek kajian, kesesuaiannya dengan kebijakan dan program pembangunan ekonomi, wilayah dan sistem transportasi;
 - 2) Manfaat dari beroperasinya proyek kajian;
 - 3) Rekomendasi waktu mulai dan pentahapan konstruksi yang optimal;
 - 4) Tingkat kelayakan dan risiko implementasi proyek tinjauan.
- b. Dokumen desain awal, termasuk:
 - 1) gambar teknik, meliputi alinyemen vertikal/horizontal, *plan profile*, *row plan*, struktur (jembatan, bangunan pelintas), drainase, tempat istirahat dan pelayanan jalan tol (khusus jalan tol);
 - 2) spesifikasi;
 - 3) daftar kuantitas (*Bill of Quantity*) dan harga konstruksi (RAB).
- c. Kerangka acuan kerja untuk:
 - 1) *detailed engineering design* (DED);

- 2) penyusunan dokumen lingkungan (AMDAL atau UKL/UPL); dan
- 3) dokumen perencanaan pengadaan tanah (DPPT).

Ketentuan persyaratan teknis jalan mengacu pada norma, standar, pedoman, dan kriteria yang berlaku di Kementerian Pekerjaan Umum dan kementerian teknis terkait serta standar lain yang berlaku.

Adapun keluaran dokumen yang diperlukan adalah

- a. Laporan Analisis Kelayakan proyek yang dikaji. Contoh Isi Laporan Studi Kelayakan dapat dilihat pada Lampiran 3;
- b. Perencanaan awal (*Basic Design*) pada trase terpilih;
- c. Daftar Kuantitas (BOQ) berdasarkan perencanaan awal (*Basic Design*);
- d. Persiapan Dokumen Lingkungan (Amdal, UKL-UPL jika dibutuhkan), berikut daftar perizinan yang perlu disiapkan seperti KKPR, PPKH, dan PKS;
- e. Persiapan Dokumen Perencanaan Pengadaan Tanah (DPPT).

Dokumen kajian kelayakan ini akan menjadi dasar dari kegiatan penyusunan Dokumen Perencanaan Pengadaan Tanah, Dokumen Lingkungan terkait dan Dokumen DED (*Detail Engineering Design*). Dokumen kajian kelayakan ini dapat ditindak lanjut dengan pemeriksaan oleh Tim Reviu Studi Kelayakan, dan kegiatan *Value Engineering* (VE) untuk mengoptimasi lebih lanjut kajian kelayakan ini.

Bibliografi

- Pedoman Konstruksi dan Bangunan Nomor Pd.T-19-2004-B tentang Survei Pencacahan Lalu Lintas dengan cara Manual
- Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga 0603-Db/849 Tahun 2021 tentang Rekomendasi Teknis Penerapan Ruang Bebas (*Clear Zone*), Perkerasan Jalan dan Drainase Jalan pada Jalan Tol di Indonesia
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan Nomor Pt T-01-2002-B tentang Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan Nomor Pd T-14-2003 tentang Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan Nomor Pd T-05-2005-B tentang Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan, Departemen Pekerjaan Umum.
- Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2024, Pusat Studi Gempa Nasional PuSGeN, ISBN 978-602-9095-53-1, Kementerian Pekerjaan Umum
- Perencanaan Jembatan terhadap Beban Gempa, SNI 03-2833-2016
- Standar Pembebanan untuk Jembatan, SNI 1725-2016
- Pedoman Nomor Pd T-13-2004-B tentang Penempatan Utilitas Pada Daerah Milik Jalan
- Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2024, Pusat Studi Gempa Nasional PuSGeN, ISBN 978-602-9095-53-1, Kementerian Pekerjaan Umum
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd T-11-2003 tentang Perencanaan Timbunan Jalan Pendekatan Jembatan, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah
- Tata Cara Pelaksanaan Pondasi Cerucuk Kayu di Atas Tanah Lembek dan Tanah Gambut, Nomor 029/T/BM/1999, Lampiran Nomor 6 Keputusan Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 76/KPTS/Db/1999 tanggal 20 Desember 1999, Departemen Pekerjaan UmumP
- Pedoman Nomor 10/P/BM/2025 tentang Pengendalian Erosi Lereng Jalan dengan Vegetasi
- Manual Hidrolika untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan Nomor 01-1/BM/ 2005 tentang Buku 1 Prinsip-Prinsip Hidrologi dan Hidrolika
- Manual Hidrolika untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan Nomor 01-2/BM/2005 tentang Buku 2 Perencanaan Hidrolika
- SNI 2415:2016, Tata cara perhitungan debit banjir rencana
- SNI 1742:2008, Cara uji kepadatan ringan untuk tanah
- SNI 7391-2008, Spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan
- SNI 03-2850-1992, Tata Cara Pemasnagan Utilitas di Jalan, Pusjatan
- SNI 03-7043-2004b, Tata cara hidraulik, Pusjatan
- SNI 03-3446-1994, Tata cara perencanaan teknik pondasi langsung untuk jembatan
- SNI 03-3447-1994, Tata cara perencanaan teknik pondasi sumuran untuk jembatan
- SNI 03-6747-2002, Tata cara perencanaan teknik pondasi tiang untuk jembatan



Pedoman Nomor 008/BM/2005 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup Bidang Jalan Buku 1 Umum

Pedoman Nomor 011/BM/2004 tentang Pedoman Perencanaan Pengelolaan Lingkungan Hidup Bidang Jalan Buku 2

Pedoman Nomor 08/P/BM/2021 tentang Gambar Standar Pekerjaan Jalan dan Jembatan

Suplemen Pedoman Nomor 02/S/Pd/BM/2022 tentang Gambar Standar Pekerjaan Jalan dan Jembatan

Tata Cara Menyusun RPL dan RKL AMDAL Jalan Perkotaan Nomor 07/T/BNKT/1991, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Pembinaan Jalan Kota

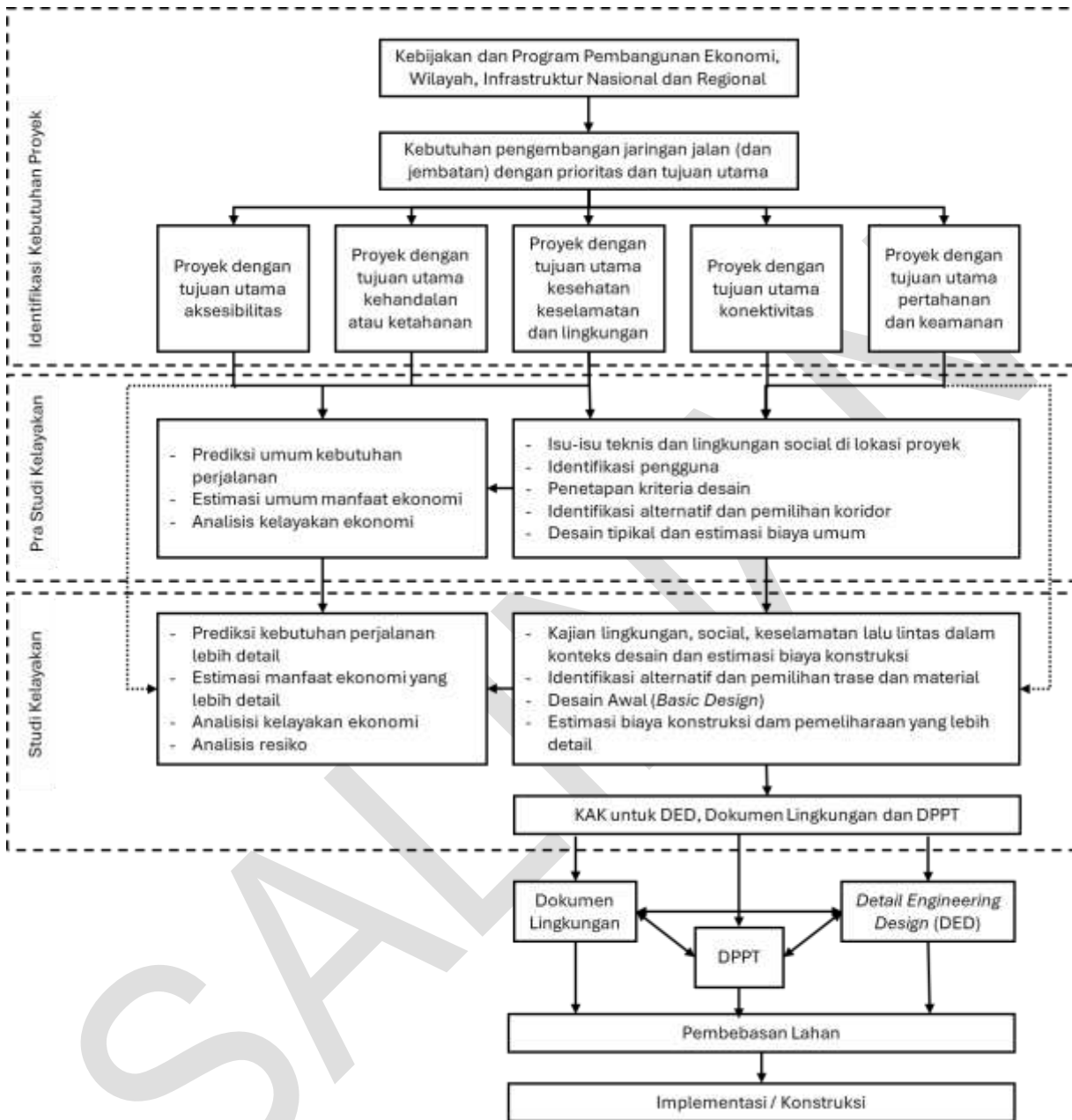
SALINAN



Daftar Penyusun dan Unit Kerja Pemrakarsa

No.	Nama		Unit Kerja
1	Pemrakarsa	Rina Kumala Sari, S.T, M.T.	Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional DKI Jakarta – Jawa Barat, Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum
2	Koordinator	Ir. Pantja Dharma Oetojo, M.Eng.Sc.	Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan
3	Penyusun	Dr. Andy Suryanto	Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional DKI Jakarta – Jawa Barat, Direktorat Jenderal Bina Marga
		Marlia Dyah Salindri Hardjito, S.T., M.T.	Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional DKI Jakarta – Jawa Barat, Direktorat Jenderal Bina Marga
		Julia Augustine, S.T., M.T.	Subdirektorat Keterpaduan Perencanaan dan Sistem Jaringan Jalan, Direktorat Sistem dan Strategi Penyelenggaraan Jalan dan Jembatan
		Firman Permana Wandani, S.T., M.P.P.	Subdirektorat Data dan Sistem Informasi Jalan dan Jembatan, Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan
4	Narasumber	Dr. Russ Bona Frazila, S.T., M.T.	Institut Teknologi Bandung
5	Praktisi	Gunawan Wicaksono, S.T., M.T.	Ahli Utama Teknik Jalan
		Agung Ziaulhaq, S.T., M.T.	Ahli Utama Teknik Jalan
6	Editor Naskah	Subdirektorat Teknologi dan Peralatan Infrastruktur Bina Marga, Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan	

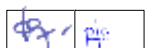
Lampiran 1 (Informatif) Kedudukan Studi Kelayakan pada Proyek Jalan dan Jembatan



Keterangan



Untuk proyek pada lokasi yang tidak kompleks atau koridor sudah definitif bisa melewati tahap pra-studi kelayakan



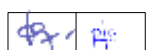
Lampiran 2
(Informatif)
Perbandingan Kegiatan Prastudi Kelayakan dan Studi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan

No.	Kegiatan	Prastudi Kelayakan	Studi kelayakan
1	Pengumpulan data	Sekunder	Primer dan sekunder
2	Lingkup kegiatan	<ol style="list-style-type: none"> 1) Formulasi kebijakan perencanaan yang meliputi kajian terhadap kebijakan dan sasaran perencanaan, lingkungan & penataan ruang, serta pengadaan tanah; 2) Kajian terhadap kondisi eksisting pada wilayah studi termasuk melakukan kajian terhadap dampak yang mungkin timbul untuk setiap solusi yang diusulkan 3) Pengambilan data fisik, ekonomi dan lingkungan serta identifikasi lokasi-lokasi rawan bencana (<i>hazard</i>); 4) Studi komparasi beberapa koridor yang terpilih. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Formulasi kebijakan perencanaan yang meliputi kajian terhadap kebijakan dan sasaran perencanaan, lingkungan dan penataan ruang, serta pengadaan tanah; 2) Kajian terhadap kondisi eksisting pada wilayah studi; 3) Pengambilan data fisik, ekonomi dan lingkungan; 4) Prediksi hasil analisis kuantitatif untuk setiap alternatif solusi; 5) Studi komparasi alternatif Solusi pada koridor yang terpilih dalam prastudi kelayakan; 6) Kajian penggunaan alternatif perkerasan dan standar yang berkaitan kebutuhan proyek.

No.	Kegiatan	Prastudi Kelayakan	Studi kelayakan
3	Hasil kegiatan	<ol style="list-style-type: none"> 1) Formulasi dari sasaran proyek; 2) Penajaman tujuan dan implementasi strategi; 3) Satu atau lebih alternatif proyek yang untuk diteruskan ke tahap studi kelayakan; 4) Rekomendasi tipe penanganan; 5) Identifikasi kebutuhan investigasi lingkungan dan sosial; 6) Kerangka acuan studi kelayakan; 7) Rona awal lingkungan atau kerangka acuan AMDAL(jika dibutuhkan), atau UKL-UPL. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Penajaman proposal dan rekomendasi alinyemen yang cocok serta standar-standar yang akan digunakan; 2) Rekomendasi waktu optimum (<i>timing optimum</i>) dan program konstruksi; 3) Rekomendasi investigasi lingkungan dan sosial; 4) Kerangka acuan Dokumen Lingkungan (jika dibutuhkan) atau UKL-UPL; 5) Kebutuhan survai untuk <i>detailed engineering design</i> (DED); 6) Estimasi biaya; 7) Dokumen <i>basic design</i>;
4	Analisis	Pendekatan secara asumsi	Pendekatan secara akurat dengan menggunakan model
5	Rekomendasi	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pemilihan alternatif 2) Penyusunan KAK studi kelayakan Penyusunan KAK AMDAL (jika dibutuhkan)/ UKL-UPL	<ol style="list-style-type: none"> 1) Penentuan alinyemen pada koridor yang terpilih pada pra studi kelayakan; 2) Penyusunan KAK detailed engineering design (DED); 3) Penyusunan KAK AMDAL/ UKL-UPL, jika sebelumnya dilakukan pra studi kelayakan; Penyusunan KAK AMDAL/ UKL-UPL, jika sebelumnya tidak dilakukan pra studi kelayakan.

Lampiran 3
(Informatif)
Contoh Isi Laporan Studi Kelayakan

1. Pendahuluan
 - a. Latar belakang
 - b. Maksud dan tujuan
 - c. Lingkup pekerjaan
 - d. Metodologi dan pendekatan studi
2. Formulasi Kebijakan Perencanaan
 - a. Kajian tentang kebijakan dan sasaran perencanaan
 - b. Kajian tentang lingkungan dan tata ruang
 - c. Kajian tentang rencana pengembangan transportasi
3. Lalu Lintas
 - a. Batas Wilayah Kajian
 - b. Sistem Zona
 - c. Sistem Jaringan Jalan
 - d. Hasil Survei (Volume Lalu Lintas dan Kinerja Lalu Lintas)
 - e. Kalibrasi dan Validasi Model Transportasi Eksisting
 - f. Laju Pertumbuhan Lalu Lintas
 - g. Skenario Peramalan Lalu Lintas
 - h. Analisis Manfaat Lalu Lintas
4. Perencanaan dan pemilihan trase alternatif
 - a. Perencanaan trase alternatif
 - b. Pemilihan trase
5. Kondisi Eksisting Trase Terpilih
 - a. Topografi
 - b. Geografi
 - c. Demografi
 - d. Geologi dan geoteknik
 - e. Hidrologi dan drainase
6. Rekayasa Jalan dan Jembatan
 - a. Konsep dan standar perencanaan
 - b. Perencanaan geometrik
 - c. Perencanaan perkerasan jalan
 - d. Perencanaan drainase
 - e. Perencanaan jembatan
7. Aspek Lingkungan dan Keselamatan
 - a. Persiapan Dokumen Lingkungan
 - b. Hasil Korespondensi Publik
 - c. Persiapan DPPT (Dokumen Perencanaan Pengadaan Tanah)
 - d. Audit Keselamatan Jalan
8. Aspek Ekonomi dan Finansial
 - a. Biaya proyek



- b. Manfaat proyek
- 9. Aspek Lain-lain
- 10. Evaluasi Kelayakan Ekonomi dan Finansial
 - a. *B/C Ratio, NPV, EIRR, FYRR*
 - b. Pemilihan Alternatif Skenario Pembangunan
 - c. Matriks resiko
 - d. Probabilitas Kelayakan
- 11. Kesimpulan dan Rekomendasi

SALINAN

Lampiran 4



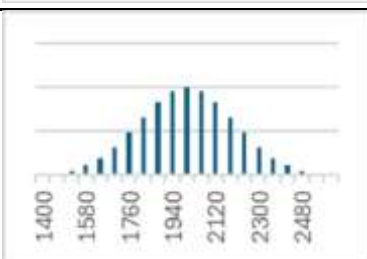
(Informatif)

Contoh Matriks Risiko Proyek dan Rencana Mitigasi

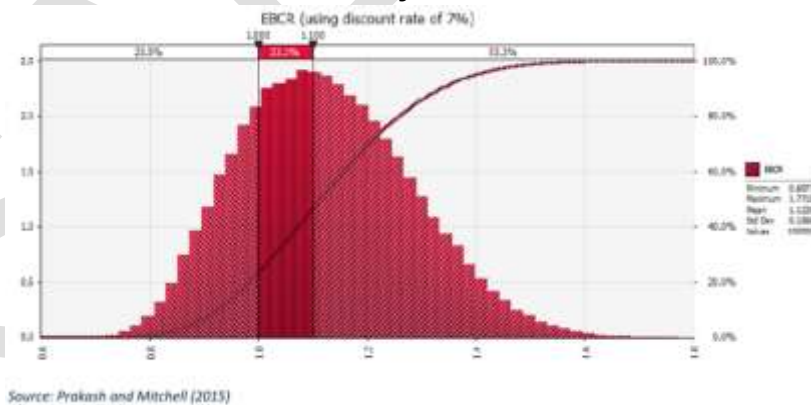
Risiko	Kemungkinan (1-5)	Tingkat Risiko (1-5)	Peringkat Risiko	Strategi mitigasi
Risiko kerusakan ekologis pada lingkungan. Hal ini dapat mengakibatkan biaya tambahan untuk menyelesaikan isu yang mungkin belum teridentifikasi.	Sedang	Kecil	Sedang	Memahami semua isu dan memasukkan solusi yang terjangkau untuk menjaga lingkungan ke dalam desain proyek.
Risiko penundaan proyek karena isu-isu sosial.	Tinggi	Tinggi	Sangat Tinggi	Mengidentifikasi isu sosial dengan koordinasi dengan stakeholder terkait.

Lampiran 5
(Informatif)
Contoh Hasil Analisis Metode Monte Carlo

Contoh Penetapan Parameter, Rentang Nilai, dan Fungsi

Parameter	Distribusi	Min	Rata-rata	Maks	5%	95%
Faktor Biaya Konstruksi		18.75	25	31.2	19.375	30.625
Faktor Pembebasan Lahan		5	10	15	6.581	13.419
Volume Prediksi Lalu Lintas		1400	2000	2600	1671.0	2328.9

Contoh Hasil Analisis Ketidakpastian dengan Metode Monte Carlo untuk Analisis Kelayakan



Keterangan:

Probabilitas proyek ini menghasilkan nilai BCR kurang dari 1 sekitar 23,5 %
 Probabilitas proyek ini menghasilkan nilai BCR kurang dari 1.1 sekitar 46.85
 Nilai BCR terendah yang diperoleh adalah sebesar 0.7

Lampiran 6

(Informatif)

Kriteria Proyek Wajib Peninjauan oleh Tim Reviu Studi Kelayakan

No.	Kriteria	Parameter
1	Skala dan Nilai Finansial	<ol style="list-style-type: none">1) Nilai Investasi lebih besar dari Rp.1 triliun (termasuk pembebasan lahan dan konstruksi)2) Proyek yang menggunakan skema pendanaan kompleks atau berisiko tinggi:3) Kerja Sama Pemerintah dengan Badan Usaha (KPBU).4) Pinjaman atau hibah dari luar negeri (PHLN).5) Pembiayaan dari Surat Berharga Syariah Negara (SBSN)
2	Kompleksitas Teknis dan Risiko Konstruksi	<ol style="list-style-type: none">1) Proyek yang menggunakan teknologi baru, material inovatif, atau desain struktur yang belum pernah diterapkan secara luas di Indonesia.2) Proyek yang berlokasi di area dengan kondisi geoteknik yang kompleks:3) Zona sesar aktif atau wilayah dengan seismisitas tinggi (rawan gempa).4) Area dengan tanah lunak, tanah ekspansif, atau potensi likuifaksi.5) Daerah perbukitan atau pegunungan yang rawan longsor.
3	Dampak Lingkungan dan Sosial	<ol style="list-style-type: none">1) Proyek yang diidentifikasi memiliki dampak penting hipotetik (DPH) yang luas dan memerlukan pengelolaan lingkungan yang sangat kompleks. Contohnya :2) Melintasi atau membelah kawasan konservasi, hutan lindung, atau ekosistem penting (misalnya, mangrove, gambut)3) Berpotensi mengubah bentang alam atau sistem hidrologi secara signifikan, termasuk perubahan pola aliran sungai dan sistem drainase alami.4) Pembebasan lahan skala besar, yaitu dengan luas pembebasan lahan lebih dari 50 (lima puluh) hektare dan/atau berdampak terhadap paling sedikit 1.000 (seribu) kepala keluarga, khususnya di wilayah perkotaan padat penduduk dan/atau kawasan masyarakat hukum adat;5) Semua proyek jalan dan jembatan yang tercantum dalam daftar Proyek Strategis Nasional (PSN) yang ditetapkan melalui Peraturan Presiden.6) Proyek yang menjadi penghubung utama antar provinsi, jalan tol, bagian dari jaringan menuju Kawasan Ekonomi Khusus (KEK), Kawasan Industri (KI), dan Pelabuhan/Bandara Internasional.

Lampiran 7
(Informatif)
Contoh Scoring Matrix Penentuan Trase Terpilih

NO	ASPEK	KRITERIA	SATUAN	BOBOT	ALTERNATIF 3-1			ALTERNATIF 3-2			ALTERNATIF 3-3		
					Uraian	Nilai	Bobot Nilai	Uraian	Nilai	Bobot Nilai	Uraian	Nilai	Bobot Nilai
1	ASPEK TEKNIS												
a	Sub Aspek Geometrik			20,00%									
	i. Panjang Jalan	Kecil - Baik	Km	3,00%									
	ii. Jumlah Alur Sungai	Kecil - Baik	bh	3,00%									
	iii. Koneksitas Jalan Tol dengan Nontol (Interchange)	Besar - Baik	bh	2,00%									
	iv. Koneksitas Jalan Tol dengan Jalan Tol(Junction)	Besar - Baik	bh	3,00%									
	v. Jumlah Underpass & Overpass	Kecil - Baik	bh	2,00%									
	vi. Panjang Elevated	Kecil - Baik	Km	3,00%									
	vii. Panjang Terowongan	Kecil - Baik	Km	4,00%									
b	Sub Aspek Topografi			10,00%									
	i. Panjang Daerah Datar	Besar - Baik	Km	5,00%									
	ii. Panjang Daerah Berbukit	Kecil - Baik	Km	5,00%									

NO	ASPEK	KRITERIA	SATUAN	BOBOT	ALTERNATIF 3-1			ALTERNATIF 3-2			ALTERNATIF 3-3		
					Uraian	Nilai	Bobot Nilai	Uraian	Nilai	Bobot Nilai	Uraian	Nilai	Bobot Nilai
c	Sub Aspek Geologi/Geoteknik			5,00%									
	i. Tinggi Galian Maksimum	Kecil - Baik	m	2,50%									
	ii. Tinggi Timbunan Maksimum	Kecil - Baik	m	2,50%									
d	Sub Aspek Konstruksi			9,00%									
	i. Waktu Pelaksanaan	Kecil - Baik	Bulan	5,00%									
	ii. Aksesibilitas saat masa konstruksi	Besar - Baik		2,00%									
	iii. Fleksibilitas staging konstruksi	Besar - Baik		2,00%									
2	ASPEK NON TEKNIS												
a	Sub Aspek Ekonomi dan Keuangan			20,00%									
	i. Biaya Konstruksi At Grade	Kecil - Baik	Rp	20,00%									
b	Sub Aspek Kemudahan Pelaksanaan			12,00%									
	i. Gangguan terhadap Lalu Lintas Eksisting	Kecil - Baik	Km	2,00%									
	ii. Panjang yang melewati kawasan	Kecil - Baik	Km	2,00%									

NO	ASPEK	KRITERIA	SATUAN	BOBOT	ALTERNATIF 3-1			ALTERNATIF 3-2			ALTERNATIF 3-3		
					Uraian	Nilai	Bobot Nilai	Uraian	Nilai	Bobot Nilai	Uraian	Nilai	Bobot Nilai
	Pabrik / Pergudangan												
	iii. Panjang yang melewati kawasan Pemukiman	Kecil - Baik	Km	2,00%									
	iv. Utilitas Eksisting	Kecil - Baik	Km	2,00%									
	v. Emergency Escape Ramp	Kecil - Baik		2,00%									
	vi. Operasional dan Pemeliharaan Terowongan	Kecil - Baik		2,00%									
c	Sub Aspek Potensi Lalu Lintas			4,00%									
	i. Potensi Bangkitan dan Tarikan Perjalanan	Besar - Baik		2,00%									
	ii. Integrasi sistem jaringan jalan	Besar - Baik		2,00%									
d	Sub Aspek Lingkungan			8,00%									
	i. Perkiraan Volume Galian	Kecil - Baik	m3	2,00%									
	ii. Perkiraan Volume Timbunan	Kecil - Baik	m3	2,00%									
	iii. Dampak Lingkungan	Kecil - Baik		2,00%									
	iv. Flora dan Fauna	Kecil - Baik		2,00%									

NO	ASPEK	KRITERIA	SATUAN	BOBOT	ALTERNATIF 3-1			ALTERNATIF 3-2			ALTERNATIF 3-3		
					Uraian	Nilai	Bobot Nilai	Uraian	Nilai	Bobot Nilai	Uraian	Nilai	Bobot Nilai
e	Pengembangan Kawasan			10,00%									
	i. Pengembangan Kawasan yang akan Datang	Besar - Baik	Ha	5,00%									
	ii. Pembebasan Lahan	Kecil - Baik		5,00%									
f	Sub Aspek Sosial			4,00%									
	i. Dampak Sosial	Kecil - Baik		2,00%									
	ii. Jumlah Desa yang terkena Dampak	Kecil - Baik		2,00%									
	JUMLAH			100,00%									

*Bobot penilaian tidak mengikat dan merupakan contoh. Penentuan bobot perlu dirumuskan dan dianalisis lebih lanjut dengan mempertimbangkan kecondongan dan prioritas aspek-aspek yang berdampak signifikan pada trase yang akan diusahakan.

*Item penilaian untuk setiap sub-aspek tidak mengikat dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan, namun kriteria sub aspek minimal sesuai dengan lampiran ini