

PERENCANAAN JALAN RAYA

Editor: Hairil Akbar



Christy Agata Makupiola | Decky Cipta Indrashwara
Dewa Ayu Nyoman Ardi Utami | Muhammad Taufiq Yuda Saputra
Risky Aprianti Azis | Riduan R. Amin | Setiawan | Heriadi
I Nyoman Indra Kumara | Luh Putu Merta Karunia Putri
Aditya Mahatidanar Hidayat
Mariati Indah Lestari | Muhammad Darwis

BUNGA RAMPAI

PERENCANAAN JALAN RAYA

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

PERENCANAAN JALAN RAYA

Christy Agata Makupiola
Decky Cipta Indrashwara
Dewa Ayu Nyoman Ardi Utami
Muhammad Taufiq Yuda Saputra
Risky Aprianti Azis | Riduan R. Amin
Setiyawan | Heriadi | I Nyoman Indra Kumara
Luh Putu Merta Karunia Putri
Aditya Mahatidanar Hidayat
Mariati Indah Lestari | Muhammad Darwis

Editor:
Hairil Akbar

Penerbit



CV. MEDIA SAINS INDONESIA
Melong Asih Regency B40 - Cijerah
Kota Bandung - Jawa Barat
www.medsan.co.id

Anggota IKAPI
No. 370/JBA/2020

PERENCANAAN JALAN RAYA

Christy Agata Makupiola
Decky Cipta Indrashwara
Dewa Ayu Nyoman Ardi Utami
Muhammad Taufiq Yuda Saputra
Risky Aprianti Azis | Riduan R. Amin
Setiyawan | Heriadi | I Nyoman Indra Kumara
Luh Putu Merta Karunia Putri
Aditya Mahatidanar Hidayat
Mariati Indah Lestari | Muhammad Darwis

Editor:
Hairil Akbar

Tata Letak:
Enjel Zega

Desain Cover:
Dessy

Ukuran:
A5 Unesco: 15,5 x 23 cm

Halaman:
viii, 261

ISBN:
978-623-512-728-6

Terbit Pada:
Oktober 2025

Hak Cipta 2025 @ Media Sains Indonesia dan Penulis

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit atau Penulis.

PENERBIT MEDIA SAINS INDONESIA
(CV. MEDIA SAINS INDONESIA)
Melong Asih Regency B40 - Cijerah
Kota Bandung - Jawa Barat
www.medsan.co.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga buku kolaborasi dalam bentuk buku dapat dipublikasikan dan dapat sampai di hadapan pembaca. Buku ini disusun oleh sejumlah dosen dan praktisi sesuai dengan kepakarannya masing-masing. Buku ini diharapkan dapat hadir dan memberi kontribusi positif dalam ilmu pengetahuan khususnya terkait dengan “Perencanaan Jalan Raya”, buku ini memberikan nuansa berbeda yang saling menyempurnakan dari setiap pembahasannya, bukan hanya dari segi konsep yang tertuang dengan detail, melainkan contoh yang sesuai dan mudah dipahami terkait Perencanaan Jalan Raya.

Sistematika buku ini dengan judul “Perencanaan Jalan Raya” mengacu pada konsep dan pembahasan hal yang terkait. Buku ini terdiri atas 13 bab yang dijelaskan secara rinci dalam pembahasan antara lain mengenai Konsep Dasar Perencanaan Jalan Raya; Klasifikasi Jalan Raya; Faktor yang Mempengaruhi Perencanaan Jalan; Desain Geometrik Jalan Raya; Dimensi dan Kapasitas Jalan; Perencanaan Lalu Lintas; Penyusunan Rencana Saluran Drainase; Manual Desain Perkerasan Jalan 2024; Penyusunan Anggaran dan Biaya Konstruksi; Keamanan dan Kenyamanan Jalan Raya; Perencanaan Jalan di Daerah Perkotaan dan Pedesaan; Penggunaan Perangkat Lunak dalam Perencanaan Jalan; serta Studi Kasus Perencanaan Jalan Raya.

Buku ini memberikan nuansa yang berbeda dengan buku lainnya, karena membahas berbagai Perencanaan Jalan Raya sesuai dengan update keilmuan. Akhirnya kami mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah mendukung dalam proses

penyusunan dan penerbitan buku ini, secara khusus kepada Penerbit Media Sains Indonesia sebagai inisiator buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Bandung, September 2025
Editor

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
1 KONSEP DASAR PERENCANAAN JALAN RAYA.....	1
Ir. Christy Agata Makupiola, S.T., M.T	1
Penngertian dan Pentingnya Perencanana Jalan....	1
Tujuan Umum Perencanaan Jalan Raya	1
Prinsip-Prinsip Dasar Perencanaan Jalan	2
Tahapan Perencanaan Jalan Raya	3
Peran Data dan Teknologi dalam Perencanaan Jalan	4
Studi Kelayakan Jalan Raya	4
Komponen Studi Kelayakan	5
Proses Pelaksanaan Studi Kelayakan.....	6
Peran Data dalam Menentukan Desain Awal Jalan	7
Aspek Teknis dalam Perencanaan Jalan Raya.....	7
Sistem Drainase Jalan	10
2 KLASIFIKASI JALAN RAYA.....	17
Ir. Decky Cipta Indrashwara, S.T., M.T.	17
Konsep Dasar Klasifikasi Jalan.....	17
Tujuan Klasifikasi Jalan	18
Klasifikasi Jalan	20
Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsinya	21
Klasifikasi Jalan Berdasarkan Status Administratif.....	26
Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas Jalan	29
Pengaruh Klasifikasi Terhadap Desain Jalan	31

3	FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERENCANAAN JALAN	37
	Dewa Ayu Nyoman Ardi Utami, ST., MT.	37
	Faktor Topografi dan Geologi	37
	Faktor Iklim dan Cuaca	39
	Faktor Teknis dan Geometrik.....	41
	Faktor Sosial dan Demografis	43
	Faktor Lingkungan	44
	Faktor Kebijakan dan Regulasi	46
	Faktor Teknologi.....	47
	Faktor Keselamatan dan Keamanan	48
4	DESAIN GEOMETRIK JALAN RAYA	57
	Ir. Muhammad Taufiq Yuda Saputra, S.T., M.T....	57
	Desain Geometrik Jalan Raya	57
	Tujuan Desain Geometrik Jalan Raya.....	57
	Elemen Perencanaan	58
	Kecepatan Rencana	63
	Kendaraan Rencana.....	64
	Jarak Pandang.....	66
	Jarak Ruang Bebas di Tikungan.....	67
	Alinyemen Horizontal.....	68
	Tahapan Perencanaan	69
	Perencanaan Tikungan	70
	Alinyemen Vertikal.....	73
5	DIMENSI DAN KAPASITAS JALAN	79
	Risky Aprianti Azis, S.T., M.T.....	79
	Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia	79

	Pengertian Tentang Kapasitas Jalan	79
	Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Jalan	80
	Kapasitas jalan kota	82
	Kapasitas Dasar.....	83
	Faktor Penyesuaian Lebar Jalan	84
	Faktor Penyesuaian Pemisah Arah.....	85
	Derajat Kejenuhan	86
	Simpang Bersinyal	86
	Arus Jenuh Lalu Lintas	87
	Kinerja Ruas Jalan dan Simpang	88
	Tundaan	89
	Kondisi Lingkungan	90
	Manajemen Lalu Lintas.....	91
	Strategi dan Teknik Manajemen Lalu lintas	91
	Penerapan Manajemen Lalu Lintas	92
6	PERENCANAAN LALU LINTAS	97
	Ir. Riduan R. Amin, ST, M.T	97
	Latar Belakang	97
	Tujuan Survey	99
	Manfaat Penelitian	100
	Untuk Tim Survei	
	mengambil Survei ”kategori C”	101
	<i>Spot Speed</i>	102
	Kerapatan/ <i>Density</i>	103
	Data Geometrik Ruas Jalan Dr. Moh, Hatta.....	104
	Menentukan Kapasitas dan Tingkat Pelayanan	
	Jalan (<i>level of Service</i>)	112

7	PENYUSUNAN RENCANA SALURAN DRAINASE	119
	Dr. Ir. Setiawan, ST, MT	119
	Pendahuluan	119
	Dasar Teori dan Prinsip Drainase Jalan.....	121
	Analisis Hidrologi untuk Drainase Jalan.....	125
	Desain Saluran Drainase	130
8	MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2024 ...	141
	Heriadi, S.T., M.Sc.	141
	Pendahuluan	141
	Umur Rencana.....	142
	Pertumbuhan Lalu Lintas	143
	Lalu Lintas pada Lajur Rencana	144
	VDF	145
	CESA dan JSKN.....	145
	Fondasi Perkerasan	146
	Perancangan Perkerasan Lentur	148
	Perancangan Perkerasan Kaku	152
9	PENYUSUNAN ANGGARAN DAN	
	BIAYA KONSTRUKSI	161
	Ir. I Nyoman Indra Kumara, S.T., M.T.	161
	Pentingnya Estimasi Biaya dalam	
	Perencanaan Jalan	161
	Hubungan antara Biaya Konstruksi,	
	Efisiensi, dan Kelayakan Proyek	162
	Komponen Biaya Konstruksi Jalan Raya	163
	Metode Penyusunan Analisa Harga Satuan.....	164
	Risiko dan Ketidakpastian dalam Estimasi Biaya	169

	Strategi Mitigasi Biaya dalam	
	Proyek Konstruksi Jalan Raya	171
	Penutup.....	175
10	KEAMANAN DAN KENYAMANAN JALAN RAYA ..	179
	Luh Putu Merta Karunia Putri, S.T., M.T	179
	Pendahuluan	179
	Rekayasa Keselamatan dan	
	Keamanan Jalan Raya	180
	Kenyamanan Berkendara dan Berjalan.....	184
	Desain Geometrik dan Infrastruktur Pendukung	188
	Teknologi dan Inovasi	191
	Studi Kasus dan Praktik Baik.....	192
11	PERENCANAAN JALAN	
	DI DAERAH PERKOTAAN DAN PEDESAAN.....	203
	Aditya Mahatidanar Hidayat, S.T., M.Sc., Ph.D ..	203
	Pendahuluan	203
	Tujuan dan Prinsip Perencanaan Jalan	206
	Karakteristik Jalan Perkotaan	209
	Karakteristik Jalan Pedesaan.....	211
	Tahapan Perencanaan Jalan.....	213
	Isu dan Tantangan.....	215
	Inovasi dan Teknologi	216
	Kesimpulan.....	218

12	PENGUNAAN PERANGKAT LUNAK DALAM PERENCANAAN JALAN	223
	Mariati Indah Lestari, S.ST., MT	223
	Studi Kasus Manual Pengoperasian SDPJL (<i>Software</i> Desain Perkerasan Jalan Lentur) versi MDP 2017	223
	Penjelasan Umum Tentang Penggunaan SDPJ Versi MDP 2017	226
	SDPJ untuk Mendukung Implementasi Desain Perkerasan Jalan	227
	Membuka Program SDPJ Versi MDP 2017	230
	Pengoperasian Program	231
13	STUDI KASUS PERENCANAAN JALAN RAYA	239
	Ir. Muhammad Darwis, ST., MT.	239
	Pendahuluan	239
	Gambaran Umum Jaringan Jalan di Maluku Utara	241
	Tantangan Perencanaan	243
	Identifikasi Ruas Jalan Strategis.....	245
	Kondisi Eksisting Tiap Ruas	247
	Perencanaan Geometrik	250
	Perencanaan Perkerasan.....	255
	Sistem Drainase.....	256

KONSEP DASAR PERENCANAAN JALAN RAYA

Ir. Christy Agata Makupiola, S.T., M.T
Institut Kesehatan dan Teknologi Graha Medika

Penngertian dan Pentingnya Perencanana Jalan

Perencanaan jalan rata adalah suatu proses sistematis yang bertujuan untuk mengidentifikasi, merancang dan mengimplementasikan jaringan jalan yang mampu memenuhi kebutuhan mobilitas manusia dan distribusi barang secara efisien. Perencanaan ini mencakup analisis kebutuhan wilayah, kondisi lalu lintas, proyeksi masa depan, serta integrasinya dengan jaringan transportasi lain (Morlok, 1978).

Pentingnya perencanaan jalan tidak hanya terletak pada penyediaan fasilitas fisik semata, tetapi juga dalam memastikan bahwa Pembangunan infrastruktur mendukung pertumbuhan ekonomi, pengembangan wilayah, dan peningkatan kesejahteraan Masyarakat. Jalan yang direncanakan dengan baik mampu meningkatkan konektivitas antar wilayah, membuka akses terhadap pelayanan dasar dan mempercepat perputaran ekonomi lokal dan nasional (Litman, 2015).

Tujuan Umum Perencanaan Jalan Raya

Tujuan utama perencana jalan dapat dirumuskan dalam empat aspek utama:

1. Konektivitas; mewujudkan keterhubungan antar pusat konektivitas manusia, seperti pemukiman, kawasan industri dan pusat perdagangan (OECD, 2015)
2. Efisiensi; mengoptimalkan pergerakan dengan waktu dan biaya transportasi yang minimum
3. Keselamatan; merancang jalan dengan standar keselamatan yang tinggi bagi semua pengguna jalan, termasuk pejalan kaki dan pengendara roda dua (AASHTO, 2018)
4. Keberlanjutan; memastikan Pembangunan infrastruktur tidak merusak lingkungan dan mampu menjawab kebutuhan generasi masa depan (UN-Habitat, 2020).

Dengan landasan tersebut, proses perencanaan harus melibatkan berbagai aspek multidisiplin, mulai dari Teknik sipil perencanaan wilayah, ekonomi transportasi hingga dampak sosial dan lingkungan.

Prinsip-Prinsip Dasar Perencanaan Jalan

Perencanaan jalan merupakan bagian integral dari sistem transportasi yang dirancang untuk menjawab kebutuhan mobilitas secara efisien, aman dan berkelanjutan. Secara umum, perencanaan jalan mengikuti kerangka sistematis yang terdiri dari analisis kebutuhan, identifikasi permasalahan, formulasi alternatif, evaluasi dan pemilihan Solusi terbaik (Papacostas and Prevedouros, 2001)

Dalam praktiknya, proses perencanaan jalan mencakup aspek-aspek berikut:

1. Aspek teknis; seperti perhitungan volume lalu lintas, desain geometric, dan kondisi geometric

2. Aspek ekonomi; berupa analisis biaya-manfaat, pengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi wilayah dan efisiensi anggaran Pembangunan (Nasution, 2004)
3. Aspek sosial dan lingkungan; mencakup dampak terhadap Masyarakat sekitar, penggusuran serta kelestarian lingkungan hidup (UNEP, 2011).

Proses ini tidak berdiri sendiri, melainkan saling berinteraksi dengan rencana tata ruang wilayah (RT/RW), peraturan pemerintah dan kebijakan Pembangunan nasional. Dalam banyak kasus, koordinasi antar Lembaga menjadi faktor penentu keberhasilan perencanaan jalan (OECD, 2015).

Tahapan Perencanaan Jalan Raya

Perencanaan jalan harus selaras dengan kebijakan transportasi nasional maupun daerah. Tujuannya adalah agar investasi infrastruktur jalan mendukung visi jangka panjang sistem transportasi secara keseluruhan, termasuk integrasi antar moda seperti jalan, rel, Pelabuhan dan bandara.

Sebagai contoh, kebijakan RPJMN (Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional) Indonesia menggarisbawahi pentingnya Pengembangan konektivitas wilayah timur dan perbatasan melalui Pembangunan jalan strategis nasional (Bappenas, 2020). Dalam konteks ini, perencana harus mampu menerjemahkan arah kebijakan kedalam bentuk trase dan desain jalan yang realistis dan aplikatif.

Kebijakan transportasi juga menetapkan prioritas investasi, pendekatan Pembangunan berkelanjutan, serta pengarusutamaan aksesibilitas bagi kelompok rentan seperti penyandang disabilitas dan Masyarakat terpencil (Bank, 2019)

Peran Data dan Teknologi dalam Perencanaan Jalan

Keputusan dalam perencanaan jalan didasarkan pada data yang akurat dan teknologi terkini. Data utama yang dibutuhkan mencakup:

1. Volume lalu lintas harian (*traffic counting*)
2. Data geometri dan kontur wilayah (peta topografi)
3. Data sosial ekonomi dan kepadatan penduduk
4. Peta penggunaan lahan dan RTRW.

Teknologi modern telah membantu mempercepat dan meningkatkan akurasi perencanaan.

Alat dan metode yang sering digunakan sebagai berikut :

1. GIS (*Geographic Information System*) untuk analisis ruang dan pemetaan potensi jaringan jalan
2. *Software* analisis lalu lintas seperti SIDRA, VISSIM, dan TRANSYT untuk mensimulasikan kinerja ruas jalan
3. *UAV/drone mapping* untuk survei lapangan yang cepat dan presisi tinggi (FHWA, 2017)
4. BIM (*Building Information Modeling*) for infrastructure, yang semakin banyak diadopsi dalam proyek-proyek jalan raya modern.

Penggunaan data dan teknologi yang tepat sangat menentukan kualitas hasil perencanaan serta efisiensi biaya Pembangunan dan pemeliharaan jalan (Litman, 2015).

Studi Kelayakan Jalan Raya

Studi kelayakan adalah proses evaluasi menyeluruh terhadap suatu rencana Pembangunan jalan yang bertujuan untuk menentukan sejauh mana proyek tersebut layak dilaksanakan. Studi ini mencakup kajian

dari aspek teknis, ekonomi, lingkungan, sosial dan hukum.

Menurut *Manual on Project Feasibility Studies* (ADB, 2009) studi kelayakan jalan dilakukan untuk :

1. Menilai apakah proyek dapat berjalan secara efektif
2. Mengukur manfaat terhadap biaya dan dampaknya
3. Memberikan dasar pengambilan Keputusan investasi.

Dengan studi kelayakan yang komperhensif, proyek jalan akan lebih siap dari sisi pembiayaan, risiko, perizinan dan penerimaan Masyarakat (Nasution, 2004); (Litman, 2020).

Komponen Studi Kelayakan

1. Aspek teknis
 - a. Studi topografi dan geoteknik
 - b. Analisis kondisi eksisting jalan (jika pelebaran atau duplikasi)
 - c. Rencana trase dan desain awal (*alignment horizontal* dan *vertical*)
 - d. Pilihan tipe perkerasan dan lebar jalan sesuai dengan fungsi jalannya (AASHTO, 2018).
2. Aspek ekonomi

Dilakukan melalui

- a. Analisis biaya-manfaat (*Cost-Benefit Analysis/CBA*)
- b. Perhitungan nilai bersih sekarang (*Neyy Present Value/NVP*), rasio manfaat-biaya (BCR), dan *internal rate of return* (IRR)
- c. Evaluasi terhadap dampak ekonomi makro dan mikro (Papacostas and Preveourus, 2001)

3. Aspek sosial
 - a. Dampak terhadap masyarakat yang terdampak langsung pembangunan jalan
 - b. Potensi relokasi atau Ganti rugi tanah
 - c. Respons masyarakat terhadap proyek (*Public Cosnsultation*)
4. Aspek lingkungan
 - a. Analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL)
 - b. Identifikasi potensi pencemaran, alih fungsi lahan dan efek terhadap ekosistem
 - c. Rencana mitigasi dampak negative (UNEP, 2011).
5. Aspek hukum dan kelembagaan
 - a. Kepastian status lahan
 - b. Kepatuhan terhadap peraturan daerah dan nasional
 - c. Kesiapan institusi pelaksana dan pengelola jalan.

Proses Pelaksanaan Studi Kelayakan

Proses studi keayakan dilakukan dalam tahapan berikut:

1. Identifikasi proyek, tujuan dan ruang lingkup ppembangunan
2. Survei lapangan dan pengumpulan data, termasuk data lalu lintas, geoteknik, sosial ekonomi, dan lingkungan
3. Analisis kelayakan teknis dan ekonomi
4. Kajian sosial dan lingkungan
5. Perumusan alternatif desain dan trase
6. Evaluasi dan rekomendasi akhir.

Pihak yang terlibat dalam studi kelayakan biasanya meliputi konsultan Teknik, perencana transportasi, instansi pemerintah daerah dan Masyarakat (Bank, 2019); (Bappenas, 2020).

Peran Data dalam Menentukan Desain Awal Jalan

1. Studi Pemetaan Awal

Menggunakan citra satelit, pemetaan drone dan survei topografi untuk mendapatkan data spasial awal

2. Studi Alternatif Trase

Menyiapkan 2-3 alternatif trase dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing. Masing-masing alternatif dianalisis dalam aspek biaya, dampak lingkungan dan teknis

3. Analisis Multi-Kriteria

Menggunakan metode berbobot (*weighted decision method*) untuk menilai dan membandingkan alternatif trase berdasarkan kriteria seperti biaya, jarak, waktu tempuh dan dampak sosial

4. Penentuan Trase Terpilih

Trase terbaik dipilih berdasarkan hasil analisis teknis dan pertimbangan stakeholder (masyarakat, pemerintah daerah, investor).

Aspek Teknis dalam Perencanaan Jalan Raya

Desain Geometrik Jalan

Desain geometric jalan menentukan konfigurasi jalan dari sisi dimensi dan bentuk fisiknya. Komponen yang dirancang dalam desain ini meliputi:

1. Lebar jalan

Lebar jalur standar untuk jalan nasional berkisar antara 3,25m - 3,5 m per lajur (Marga, 2020). Lebar jalan sangat mempengaruhi kapasitas dan tinggi Tingkat pelayanan.

2. Kemiringan jalan

Kemiringan membujur maksimum biasanya 6-7% untuk jalan arteri di daerah berbukit (AASHTO, 2018). Kemiringan melintang berkisar 2% untuk memungkinkan drainase efektif

3. Radius tikungan

Tikungan jalan dirancang berdasarkan kecepatan rencana. Tikungan terlalu tajam meningkatkan risiko kecelakaan. Formula radius tikungan

$$R = \frac{V^2}{g(e + f)}$$

Dengan R = radius (m), V = kecepatan (m/s), g = gravitasi, e = kemiringan superelevasi, f = koefisien gesekan lateral

4. Superelevasi

Superelevasi adalah kemiringan transversal jalan di tikungan untuk mengatasi gaya sentrifugal. Biasanya 4-10% tergantung kecepatan dan radius tikungan

5. Jarak pandang henti (JPH)

Jarak pandang henti minimum tergantung pada kecepatan dan waktu reaksi pengemudi. Menurut AASHTO untuk kecepatan 80 km/jam, JPH minimum adalah ± 100 meter

6. Median dan bahu jalan

Median dipakai untuk memisahkan arus lalu lintas berlawanan dan mengurangi risiko tabrak depan. Bahu jalan digunakan untuk keadaan darurat dan memberikan ruang pemilihan kendaraan.

Struktur Perkerasan Jalan

Struktur perkerasan jalan harus mampu menyalurkan beban lalu lintas ke tanah dasar secara merata. Desainnya mempertimbangkan volume kendaraan harian, distribusi beban gandar, dan jenis tanah dasar.

1. Perkerasan lentur (aspal)

- a. Fleksibel mengikuti kontur tanah
- b. Umumnya terdiri dari lapisan aus (*wearing course*), lapisan pengikat (*binder course*), lapisan pondasi dan tanah dasar
- c. Lebih ekonomis untuk lalu lintass sedang-rendah

2. Perkerasan kaku (beton)

- a. Tidak fleksibel, tapi sangat tahan terhadap deformasi
- b. Cocok untuk kawasan industri atau lalu lintas berat tinggi
- c. Biaya awal tinggi, tapi perawatan jangka panjang lebih murah

3. Analisis CBR (California Bearing Ratio)

Metode ini digunakan untuk menentukan tebal laoisan perkerasan. Nilai CBR tanah dasar berkisar 2-20%. Semakin rendah CBR semakin tebal lapisan diperlukan (Huang, 2004)

4. Software desain perkerasan

Desain dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak seperti :

- a. KENPAVE
- b. AASHTO Ware Pavement ME Design.

Sistem Drainase Jalan

Drainase merupakan elemen penting untuk mencegah akumulasi air yang dapat menyebabkan :

1. Merusak struktur perkerasan
2. Menimbulkan aquaplaning
3. Mengurangi umur jalan

Komponen sistem drainase

1. Saluran sampung, menyalurkan air dari bahu jalan
2. Saluran melintang, gorong-gorong, box culvert, jembatan kecil
3. Saluran pembuangan akhir, tersambung ke badan air alami.

Perencanaan drainase menggunakan data hidrologi dan hidraulika dan kapasitas drainase dirancang untuk debit hujan dengan periode ulang 10-25 tahun tergantung klasifikasi jalan.

Perlengkapan Jalan dan Keselamatan

Elemen ini mencakup seluruh perangkat yang membantu pengguna jalan dalam navigasi dan keselamatan

1. Rambu lalu lintas

Jenis rambu:

- a. Peringatan
- b. Larangan

- c. Perintah
 - d. Petunjuk
2. Marka jalan

Markka jalan memberikan panduan visual mengenai batas lajur, zona aman dan arah perjalanan
 3. Penerangan jalan umum (PJU)
 - a. Menggunakan LED hemat energi atau sistem tenaga surya
 - b. Diperlukan di area padat atau rawan kecelakaan
 4. guardrail dan pembatas median dipasang di sisi luar tikungan tajam, jembatan atau jurang untuk mencegah kendaraan keluar jalur.

Standar dan Regulasi Teknis

Perencanaan teknis jalan harus mengacu pada standar nasional dan internasional

Aspek	Standar Digunakan
Geometrik	AASHTO Green Book, Manual Desain Geometrik Bina Marga
Perkerasan	Bina Marga MDP Jalan 2024, AASHTO Pavement Design Guide
Drainase	Petunjuk Teknis Drainase Jalan (PUPR)
Rambu dan Marka	Peraturan Menteri Perhubungan No. 13 Tahun 2014

Kajian Lingkungan dan Sosial Perkerasan Jalan Raya

Pembangunan jalan raya tidak dapat dilepaskan dari dampaknya terhadap lingkungan fisik maupun kehidupan sosial masyarakat di sekitarnya. Oleh karena itu, kajian lingkungan dan sosial menjadi aspek penting yang harus dipertimbangkan sejak tahap awal perencanaan. Hal ini sejalan dengan prinsip

Pembangunan berkelanjutan yang menyeimbangkan aspek ekonomi, sosial dan ekologi (Bank, 2017)

Tujuan Kajian Lingkungan dan Sosial

Tujuan utama dari kajian lingkungan dan sosial antara lain:

1. Mengidentifikasi potensi dampak negative terhadap lingkungan dan Masyarakat
2. Merancang langkah mitigasi dan adaptasi sejak tahap desain
3. Memastikan partisipasi publik dalam proses pengambilan Keputusan
4. Menjamin proyek jalan mendukung keadilan sosial dan kelestarian ekosistem.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menyatakan bahwa Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) wajib dilakukan untuk proyek konstruksi berskala besar, termasuk jalan raya dengan panjang tertentu dan yang melintasi kawasan konservasi (KLHK, 2020).

Komponen Kajian Lingkungan

1. Kualitas udara dan emisi
2. Kualitas air dan hidrologi
3. Tanah dan Geomorfologi
4. Flora dan Fauna
5. Kebisingan dan getaran.

Komponen Kajian Sosial

1. Pemukiman dan Relokasi, Pembangunan jalan sering kali memerlukan pembebasan lahan, yang dapat memengaruhi tempat tinggal, lahan pertanian atau warisan budaya

2. Dampak terhadap ekonomi lokal, Pembangunan jalan dapat meningkatkan akses ke pasar dan layanan, tetapi juga berisiko meminggirkan komunitas lokal jika tidak dikelola dengan baik
3. Aksesibilitas dan mobilitas sosial, jalan dapat memperbaiki mobilitas Masyarakat menuju Pendidikan, layanan Kesehatan dan pekerjaan
4. Partisipasi Masyarakat, perencanaan yang partisipatif penting agar proyek mendapat dukungan sosial dan tidak menimbulkan konflik di kemudian hari (ADB, 2009)
5. Keadilan sosial, akses jalan harus menjangkau kelompok rentan, termasuk masyarakat miskin, penyandang disabilitas dan Perempuan.

Daftar Pustaka

- AASHTO (2018) A Policy on Geometric Design Of Highways and Streets. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- ADB, B.A.D (2009) Safeguard Policy Statement. Manila : ADB
Aviable at:
<https://www.adb.org/documents/safeguard-policy-statement>
- Bank, W. (2017) Transforming the Urban Space in Africa: Principles for Sustainable Urban Development. Washington, DC: Wolrd Bank
- Bank, W. (2019) Road Safety Manahement Capacity Review Guidelines. Washington, DC: World Bank.
Aviable at:
<https://www.worldbank.org/en/topic/transport/brief/road-safety>.
- Bappenas (2020) Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024. Jakarta: Kementerian PPN/Bappenas
- FHWA (2017) Highway Functional Classification: Conceppts Criteria and Procedures. U.S Departement of transportation, Federal Highway Administration.
- Huang, Y.H (2004) Pavement Analysis and Design. Edited by 2nd. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall
- KLHK (2020) Data dan Informasi Kualitas Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2020. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
- Litman, T. (2015) Evaluating Transportation Economic Development Impacts. Victoria Transport Policy Institute.
- Litman, T. (2020) 'Feasibilitu Study as Stategic Tool', Transport Policy Journal [Preprint].
- Marga, B (2020) Petunjuk Teknis Perencanaan Jalan. Jakarta : Direktorat Jendral Bina Marga, Kementerian PUPR

- Morlok, E.K (1978) Introduction to Transportation Engineering and Planning. New York; McGraw-Hill
- Nasution, D Perencanaan Transportasi Wilayah. Bandung: ITB Press
- OECD (2015) The Metropolitan Century: Understanding Urbanisation and its Consequences. Paris: OECD Publishing.
- Papacostas, C.S and Prevedouros, P.D. (2001) Transportation Engineering and Planning. Edited by 3rd. Upper Saddle River: Prentice Hall
- UN-Habitat (2020) World Cities Report 2020 : The Value Of Sustainable Urbanization. Nairobi : UN-Habitat
- UNEP (2011) Green Economy Report: Towards a Green Economy. Nairobi: United Nations Environment Programme. Available at: <https://www.unep.org/resources/report/green-economy-report>.

Profil Penulis



Ir. Christy Agata Makupiola, S.T., M.T

Penulis di lahirkan di Tual pada tanggal 23 Desember 1998. Penulis mempunyai minat dan keahlian dalam bidang Teknik Sipil. Melalui tulisan ini diharapkan dapat berbagai pengetahuan bagi pembaca. Selama perjalanan akademis, penulis mencoba untuk menggali pengetahuan dan keterampilan untuk memberikan kontribusi yang berarti dalam bidang ini. Sebelumnya penulis berhasil menyelesaikan Pendidikan Sarjana Jurusan Teknik Sipil pada bidang ilmu Geoteknik di Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Program Pascasarjana S2 Teknik Sipil yang berfokus pada bidang ilmu Transportasi di Universitas Muslim Indonesia dan dilanjutkan dengan Program Profesi Insinyur di Universitas Hasanuddin Makassar. Saat ini penulis bekerja sebagai Dosen tetap di Institut Kesehatan dan Teknologi Graha Medika Kotamobagu Program Studi S1 Teknik Sipil. Dalam profil penulisan ini, penulis mengajak pembaca untuk bergabung dalam lingkup Teknik sipil untuk berbagi informasi dan menciptakan dampak positif dalam Pembangunan infrastruktur dan lingkungan. Terima kasih telah mengenal sedikit tentang penulis, dan semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Mari bersama berkontribusi dalam dunia literasi dan industri Teknik sipil.

Email Penulis: makupiolachristy@gmail.com

KLASIFIKASI JALAN RAYA

Ir. Decky Cipta Indrashwara, S.T., M.T.
Universitas Pendidikan Nasional

Konsep Dasar Klasifikasi Jalan

Dalam konteks pembangunan infrastruktur transportasi darat, jalan memiliki peran vital sebagai prasarana utama yang menunjang pergerakan orang dan barang. Jalan tidak hanya terdiri dari badan jalan itu sendiri, melainkan juga meliputi seluruh bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang dirancang untuk menunjang kelancaran lalu lintas. Jalan dapat dibangun di atas tanah, di bawah tanah, atau di atas permukaan air. Namun, klasifikasi ini tidak mencakup jalur transportasi khusus seperti rel kereta api, lori, dan jaringan kabel, karena memiliki sistem pengelolaan yang berbeda (Peraturan Pemerintah RI No. 34, 2006).

Sistem jaringan jalan didefinisikan sebagai kumpulan ruas jalan yang saling terkoneksi dan membentuk satu kesatuan yang fungsional, baik dalam skala lokal maupun regional (Aji, 2021). Tujuan utama sistem jaringan ini adalah menghubungkan pusat-pusat pertumbuhan wilayah dengan daerah-daerah yang berada dalam pengaruhnya, sehingga menciptakan hubungan hierarkis yang mendukung efektivitas pelayanan transportasi. Dalam implementasinya, jaringan jalan dikembangkan dengan memperhatikan keterhubungan antar kawasan, seperti antara kawasan perkotaan dan pedesaan, serta keterpaduan dalam rencana tata ruang wilayah.

Pengelompokan jalan dilakukan berdasarkan beberapa kategori utama, salah satunya adalah berdasarkan fungsi. Jalan dapat diklasifikasikan menjadi jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan. Klasifikasi ini mempertimbangkan intensitas pergerakan lalu lintas serta peran jalan dalam menghubungkan wilayah. Selain fungsi, jalan juga diklasifikasikan berdasarkan status administrasi, yang meliputi jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten/kota, dan jalan desa. Pembagian status ini menentukan kewenangan penyelenggaraan, pemeliharaan, dan pendanaan setiap ruas jalan.

Aspek lain yang juga penting dalam klasifikasi jalan adalah pembagian kelas jalan, yang disesuaikan dengan penggunaan jalan terhadap lalu lintas kendaraan serta spesifikasi teknis penyediaan prasarannya. Kelas jalan ditentukan oleh kapasitas beban yang dapat ditampung, dimensi geometrik jalan, dan kelancaran arus kendaraan. Secara umum, kelas jalan terbagi menjadi kelas I, kelas II, kelas IIIA, dan kelas IIIB. Pengelompokan ini digunakan sebagai dasar dalam penentuan desain teknis jalan, batas kecepatan kendaraan, serta jenis kendaraan yang diperbolehkan melintas. Oleh karena itu, klasifikasi jalan menjadi acuan penting dalam pengelolaan sistem transportasi darat yang terintegrasi dan berkelanjutan.

Tujuan Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan memiliki peran penting dalam pengelolaan transportasi, bukan hanya sebagai pengelompokan teknis, tetapi juga sebagai dasar perencanaan sistem jaringan jalan yang terstruktur dan fungsional. Tujuan utamanya adalah untuk mendukung kelancaran mobilitas masyarakat, memperlancar distribusi barang dan jasa, serta mendorong pembangunan wilayah secara berkelanjutan.

Dalam perencanaan teknis, klasifikasi jalan menjadi dasar penentuan standar desain. Setiap kelas jalan memiliki parameter tersendiri, seperti lebar jalur lalu lintas, bahu jalan, radius tikungan, kecepatan rencana, dan struktur perkerasan. Misalnya, jalan arteri memiliki desain yang lebih tinggi karena melayani volume kendaraan besar dan kecepatan tinggi, berbeda dengan jalan lingkungan yang bersifat lokal dan melayani lalu lintas rendah.

Klasifikasi juga membentuk hierarki jalan yang menjelaskan fungsi masing-masing jenis jalan. Jalan arteri menghubungkan pusat kegiatan utama, jalan kolektor berperan sebagai pengumpan lalu lintas, dan jalan lokal melayani akses langsung ke kawasan permukiman. Dengan hierarki ini, sistem transportasi menjadi lebih efisien dan terintegrasi dari tingkat nasional hingga lingkungan lokal.

Selain aspek teknis dan fungsional, klasifikasi menentukan kewenangan pengelolaan jalan. Jalan nasional menjadi tanggung jawab pemerintah pusat, jalan provinsi dikelola pemerintah provinsi, sedangkan jalan kabupaten, kota, dan desa dikelola oleh pemerintah daerah setempat. Pembagian ini memengaruhi anggaran, kebijakan pemeliharaan, serta pengawasan terhadap ruas-ruas jalan.

Akhirnya, klasifikasi jalan membantu pengaturan lalu lintas dan menjadi dasar dalam perencanaan tata ruang. Dengan klasifikasi yang tepat, pemerintah dapat mengatur jenis kendaraan yang boleh melintas, menetapkan rambu lalu lintas, serta mengembangkan jaringan transportasi multimoda. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan keselamatan, mengurangi kemacetan, serta meningkatkan konektivitas dan daya saing wilayah secara keseluruhan.

Klasifikasi Jalan

Berdasarkan tujuan penggunaannya, jalan dibagi menjadi jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum diklasifikasikan berdasarkan fungsi atau peranannya, status administratif, kelas jalan, serta standar teknis infrastruktur yang disediakan. Sementara itu, jalan khusus diperuntukkan bukan untuk lalu lintas umum, melainkan digunakan untuk keperluan tertentu, seperti aktivitas distribusi barang atau layanan yang tidak berkaitan langsung dengan kepentingan publik secara luas.

Berikut adalah beberapa klasifikasi jalan:

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan (Suaryana, 2022)

PERUNTUKAN	SISTEM	FUNGSI	STATUS
JALAN UMUM (Jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum)	SISTEM PRIMER Merupakan jaringan jalan yang berfungsi untuk mendukung distribusi barang dan jasa guna menunjang pengembangan wilayah secara menyeluruh di tingkat nasional, dengan cara menghubungkan berbagai simpul distribusi yang berupa pusat-pusat aktivitas atau kegiatan.	Arteri (JAP)	JALAN NASIONAL
		Kolektor-1 (JKP-1)	JAP, JKP-1, JSN, Jalan Tol
		Kolektor-2 (JKP-2)	JALAN PROVINSI JKP-2, JKP-3, JSP, Ruas jalan di wilayah DKI Jakarta kecuali jalan nasional
		Kolektor-3 (JKP-3)	
		Kolektor-4 (JKP-4)	JALAN KABUPATEN JKP-4, JLP, Jling-P, JSK, JAS, JKS, JLS, Jling-S dan JALAN DESAJling-P & JLP yang tidak termasuk jalan
		Lokal (JLP)	
		Lingkungan (Jling-P)	
	SISTEM SEKUNDER	Arteri (JAS)	

	Merupakan jaringan jalan yang berfungsi melayani distribusi barang dan jasa bagi masyarakat yang berada di wilayah perkotaan.		kabupaten di dalam kawasan perdesaan
		Kolektor (JKS)	JALAN KOTA JAS, JKS, JLS, Jling-S
		Lokal (JLS)	
		Lingkungan (Jling-S)	
JALAN KHUSUS (Jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri)			

Ket:

JAP : Jalan Arteri Primer

JKP-1 : Jalan Kolektor Primer-1 (Antar Ibukota Propinsi)

JKP-2 : Jalan Kolektor Primer-2 (Ibukota Propinsi dengan Ibukota Kabupaten)

JKP-3 : Jalan Kolektor Primer-3 (Antar Ibukota Kabupaten)

JKP-4: Jalan Kolektor Primer-4 (Ibukota Kabupaten dengan Kecamatan)

JLP : Jalan Lokal Primer

Jling-P: Jalan Lingkungan Primer

JAS : Jalan Arteri Sekunder

JKS : Jalan Kolektor Sekunder

JLS : Jalan Lokal Sekunder

Jling-S: Jalan Lingkungan Sekunder

Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsinya

Berdasarkan fungsinya, jalan dibedakan menjadi 4 jenis (Bina Marga Direktorat Jendral, 2023; Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2011; Peraturan Pemerintah RI No. 34, 2006), antara lain:

1. Jalan Arteri

Jalan arteri berfungsi melayani perjalanan jarak jauh dengan kecepatan tinggi dan akses terbatas. Jalan ini menjadi tulang punggung utama dalam jaringan jalan dan menghubungkan pusat-pusat kegiatan berskala besar, seperti antar kota atau antar provinsi.

Ciri-ciri jalan arteri:

- a. Volume lalu lintas tinggi dan kontinyu.
- b. Kontrol akses ketat (misal: jalan tol).
- c. Tidak melayani akses langsung ke lahan pinggir jalan.
- d. Kecepatan rencana tinggi (>60 km/jam untuk kawasan perkotaan).

Berdasarkan sistem jaringan jalan, jalan arteri terdiri atas:

a. Jalan Arteri Primer (JAP)

- 1) Fungsi: Melayani lalu lintas jarak jauh dan kecepatan tinggi antar kota/provinsi.
- 2) Tidak melayani akses langsung ke bangunan di sekitarnya.
- 3) Merupakan jalur utama dalam sistem distribusi nasional.

Contoh: Jalan Tol Trans Jawa, Jalan Nasional Denpasar–Gilimanuk.

b. Jalan Arteri Sekunder (JAS)

- 1) Fungsi: Menghubungkan kawasan strategis di dalam kota (contoh: pusat bisnis ke kawasan industri).
- 2) Dirancang untuk kecepatan sedang-tinggi.

3) Kontrol akses relatif ketat.

Contoh: Jalan Gatsu Timur – Barat di Kota Denpasar.

2. Jalan Kolektor

Jalan kolektor bertugas menghubungkan antara jalan lokal dengan jalan arteri. Fungsinya adalah mengalirkan lalu lintas dari dan menuju jalan arteri, sehingga menjadi pengumpan utama lalu lintas dalam wilayah.

Ciri-ciri jalan kolektor:

- a. Melayani perjalanan jarak sedang.
- b. Kontrol akses sedang; ada pembatasan akses langsung.
- c. Kecepatan rencana sedang (40–60 km/jam).
- d. Menghubungkan pusat kegiatan menengah seperti kecamatan dan pasar induk.

Berdasarkan sistem jaringan jalan, jalan kolektor terdiri atas:

- a. Jalan Kolektor Primer (JKP)
 - 1) Fungsi: Mengalirkan lalu lintas dari jalan lokal primer ke jalan arteri primer.
 - 2) Memungkinkan beberapa akses terbatas ke properti sekitar.
 - 3) Melayani lalu lintas antar pusat kegiatan skala menengah.

Contoh: Jalan penghubung antar ibu kota kabupaten dalam satu provinsi.

- b. Jalan Kolektor Sekunder (JKS)

- 1) Fungsi: Mengalirkan lalu lintas dari jalan lokal sekunder ke arteri sekunder.
- 2) Dapat melayani lalu lintas dari beberapa kawasan perumahan ke pusat kota.
- 3) Akses ke properti lebih terbuka dibanding JAS.

Contoh: Jalan penghubung antar kelurahan atau kecamatan dalam kota.

3. Jalan Lokal

Jalan lokal melayani perjalanan jarak pendek dan menghubungkan kawasan lingkungan ke jaringan jalan yang lebih tinggi. Jalan ini memungkinkan akses langsung ke lahan-lahan di sekitarnya.

Ciri-ciri jalan lokal:

- a. Kecepatan rendah (20–40 km/jam).
- b. Akses langsung ke properti diperbolehkan.
- c. Tidak dirancang untuk menampung volume lalu lintas besar.
- d. Lebar jalan dan bahu relatif kecil.

Berdasarkan sistem jaringan jalan, jalan lokal dibagi atas:

a. Jalan Lokal Primer (JLP)

- 1) Fungsi: Melayani lalu lintas lokal antar desa atau antar pusat permukiman primer.
- 2) Banyak akses langsung ke properti.
- 3) Volume lalu lintas lebih rendah dari JKP.

Contoh: Jalan antar desa yang menjadi pengumpan lalu lintas ke kota kabupaten.

b. Jalan Lokal Sekunder (JLS)

- 1) Fungsi: Melayani pergerakan dalam lingkungan kota dengan intensitas rendah.
- 2) Akses langsung ke bangunan permukiman atau usaha kecil.
- 3) Volume kendaraan rendah dan kecepatan rendah.

Contoh: Jalan kompleks perumahan atau jalan lingkungan padat di dalam kota.

4. Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan merupakan bagian dari jalan lokal, namun spesifik melayani mobilitas internal kawasan seperti permukiman padat, kawasan pendidikan, atau kawasan perdagangan kecil.

Ciri-ciri jalan lingkungan:

- a. Sangat terbatas pada kendaraan kecil dan pejalan kaki.
- b. Fasilitas pedestrian lebih dominan.
- c. Kecepatan sangat rendah (<20 km/jam).
- d. Umumnya tidak diaspal penuh atau menggunakan paving block.

Berdasarkan sistem jaringan jalan, jalan lingkungan dibagi atas:

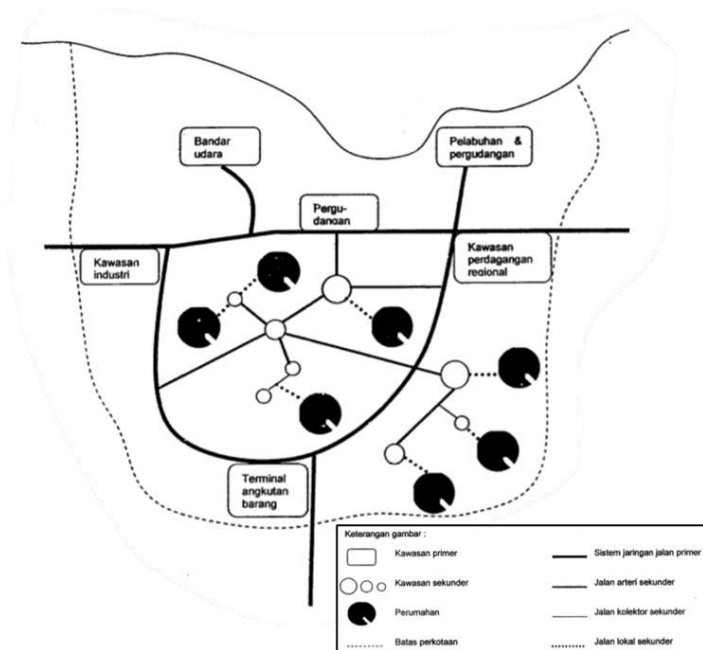
a. Jalan Lingkungan Primer (Jling-P)

- 1) Fungsi: Melayani pergerakan internal dalam lingkungan primer (non-perkotaan).
- 2) Melayani kebutuhan sirkulasi di sekitar permukiman desa, pasar desa, dan fasilitas dasar.

b. Jalan Lingkungan Sekunder (Jling-S)

- 1) Fungsi: Melayani mobilitas skala mikro seperti akses ke rumah, gang, area komersial kecil.
- 2) Akses utama untuk kendaraan kecil dan pejalan kaki.
- 3) Tidak dirancang untuk kendaraan berat.

Contoh: Gang di kawasan padat penduduk



Gambar 2.1 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsinya
(Sumber: Tim_Ajar_Mata_Kuliah_Perancangan_Geometrik_Jalan, n.d.)

Klasifikasi Jalan Berdasarkan Status Administratif

Klasifikasi jalan berdasarkan status administratif adalah pengelompokan jalan berdasarkan tingkat kewenangan penyelenggaraannya, yaitu siapa yang bertanggung jawab dalam perencanaan, pembangunan, pemeliharaan, dan pengelolaan jalan tersebut. Klasifikasi ini diatur dalam

Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004, 2004 tentang Jalan dan diperinci lebih lanjut dalam Peraturan Pemerintah RI No. 34, 2006.

Tujuan dari pengelompokan ini adalah untuk memastikan pembagian peran antara pemerintah pusat, provinsi, kabupaten/kota, dan desa dalam pengembangan infrastruktur jalan secara efektif, berjenjang, dan sesuai dengan skala pelayanan masing-masing wilayah.

1. Jalan Nasional

Jalan nasional adalah jalan yang menjadi tanggung jawab pemerintah pusat, karena memiliki fungsi strategis nasional dan melayani mobilitas antardaerah dan antarprovinsi.

Karakteristik:

- a. Menghubungkan antar ibu kota provinsi.
- b. Mendukung kegiatan sosial, ekonomi, dan pertahanan keamanan berskala nasional.
- c. Menjadi bagian dari sistem jaringan jalan primer nasional.
- d. Dikelola oleh Kementerian PUPR melalui Direktorat Jenderal Bina Marga.

Contoh: Jalan Trans Sumatera, Jalan Lintas Selatan Jawa, dan Jalan Nasional Denpasar–Gilimanuk.

2. Jalan Provinsi

Jalan provinsi berada di bawah kewenangan pemerintah provinsi, dan fungsinya adalah menghubungkan ibu kota provinsi dengan ibu kota kabupaten/kota atau antar kabupaten/kota dalam satu provinsi.

Karakteristik:

- a. Melayani lalu lintas regional provinsi.

- b. Menghubungkan pusat-pusat pertumbuhan dalam wilayah provinsi.
- c. Bagian dari sistem jaringan jalan primer dan sekunder.
- d. Pendanaannya berasal dari APBD Provinsi.

Contoh: Jalan Denpasar–Bangli (jalan antar kabupaten dalam Provinsi Bali).

3. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten berada di bawah kewenangan pemerintah kabupaten dan berfungsi untuk menghubungkan:

- a. Ibu kota kabupaten dengan ibu kota kecamatan.
- b. Antar kecamatan dalam satu kabupaten.
- c. Jalan desa dan pusat kegiatan lokal di wilayah kabupaten.

Karakteristik:

- a. Melayani distribusi barang dan jasa di tingkat kabupaten.
- b. Dibiayai dari APBD Kabupaten.
- c. Spesifikasi teknis menengah, disesuaikan dengan lalu lintas lokal.

Contoh: Jalan Blahbatuh–Sukawati di Kabupaten Gianyar.

4. Jalan Kota

Jalan kota merupakan tanggung jawab pemerintah kota dan melayani mobilitas di dalam wilayah perkotaan, menghubungkan:

- a. Pusat-pusat kegiatan kota (perdagangan, pendidikan, pemerintahan).

- b. Kawasan permukiman, industri, dan fasilitas publik.

Karakteristik:

- a. Didesain untuk mengakomodasi lalu lintas padat dan kompleks.
- b. Dilengkapi dengan fasilitas pedestrian, rambu elektronik, dan marka lengkap.
- c. Dibiayai dari APBD Kota.

Contoh: Jalan Diponegoro di Kota Denpasar.

5. Jalan Desa

Jalan desa dikelola oleh pemerintah desa dan digunakan untuk:

- a. Menghubungkan dusun, area pertanian, dan fasilitas lokal dalam satu desa.
- b. Mendukung kegiatan ekonomi dan sosial masyarakat desa.

Karakteristik:

- a. Umumnya sempit, dengan permukaan tanah, rabat beton, atau paving.
- b. Dibangun melalui dana desa atau gotong royong warga.

Contoh: Jalan akses sawah di Desa Sading, Kabupaten Badung.

Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas Jalan

Klasifikasi berdasarkan kelas jalan mengacu pada kemampuan jalan dalam menampung beban kendaraan serta dimensi geometrik jalan yang sesuai untuk lalu lintas tertentu. Klasifikasi ini penting untuk menentukan jenis kendaraan yang diizinkan melintas, kapasitas

struktur jalan, serta menjadi acuan dalam perencanaan dan pengawasan operasional jalan.

Penetapan kelas jalan diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 11, 2021 tentang Tata Cara Penetapan Kelas Jalan, dan mengacu pada Muatan Sumbu Terberat (MST) dari kendaraan yang diperbolehkan.

Muatan Sumbu Terberat (MST) adalah beban maksimum yang ditumpu oleh satu sumbu kendaraan yang diizinkan melintasi suatu ruas jalan (Saputra & Muddin, 2022). Satuan yang digunakan adalah ton. MST menjadi parameter utama dalam perancangan tebal perkerasan jalan dan penentuan kelas jalan. Pengelompokan kelas jalan berdasarkan MST dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Klasifikasi Jalan Berdasarkan MST

Kelas Jalan	MST Maksimal	Lebar Perkerasan	Fungsi	Contoh
Kelas I	10 Ton	≥ 7 meter	Menampung semua jenis kendaraan, termasuk truk gandeng dan kontainer	Jalan tol Trans Jawa, Jalan Nasional Jakarta–Merak
Kelas II	8 Ton	≥ 7 meter	Menampung kendaraan niaga besar, tidak untuk bertonase ekstrem	Jalan provinsi Denpasar–Karangasem
Kelas IIIA	8 Ton	≥ 7 meter	Melayani angkutan sedang hingga berat di wilayah belum padat	Jalan lokal di wilayah berkembang
Kelas IIIB	8 Ton	≥ 5,5 meter	Kendaraan kecil dan sedang; tidak direkomendasikan untuk truk besar	Jalan lokal antar kecamatan di daerah perdesaan
Kelas Khusus	>10 ton	Sesuai izin	Untuk kendaraan berdimensi/bobot lebih besar, izin khusus diperlukan	Jalur logistik proyek, area terbatas

Implikasi dalam penetapan kelas jalan bertujuan untuk menentukan jenis kendaraan yang boleh melintas tanpa merusak struktur jalan, menjadi dasar dalam desain struktur jalan (perkerasan lentur/kaku), digunakan dalam pengawasan lalu lintas dan pemberlakuan pembatasan muatan, serta menjadi acuan dalam perencanaan terminal, rest area, dan fasilitas logistik.

Pengaruh Klasifikasi Terhadap Desain Jalan

Klasifikasi jalan, baik berdasarkan fungsi maupun kelasnya, secara langsung memengaruhi desain teknis jalan yang dirancang. Setiap jenis jalan memiliki standar yang berbeda untuk menjamin keselamatan, efisiensi lalu lintas, dan kenyamanan pengguna. Oleh karena itu, pemahaman terhadap pengaruh klasifikasi ini menjadi penting dalam setiap tahap perencanaan dan pembangunan jalan (Bina Marga Direktorat Jendral, 2023).

Salah satu aspek utama yang terpengaruh adalah kecepatan rencana (*design speed*). Jalan arteri primer dan jalan tol, yang dirancang untuk perjalanan jarak jauh dan volume kendaraan tinggi, memiliki kecepatan rencana antara 60 hingga 100 km/jam. Sebaliknya, jalan lokal dan jalan lingkungan dirancang untuk kecepatan rendah, yaitu antara 20 hingga 40 km/jam, guna menjamin keselamatan di kawasan padat dan permukiman (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Selanjutnya, lebar jalan dan bahu juga disesuaikan dengan kelas jalan. Jalan kelas I, seperti jalan tol, memiliki lebar lajur standar 3,5 meter dan bahu jalan selebar 2,5 meter di sisi kanan untuk keperluan darurat. Pada jalan kelas III, lebar jalur bisa menyempit menjadi 2,5–3 meter, dengan bahu yang lebih sempit atau bahkan tidak tersedia, tergantung pada kondisi lingkungan dan volume lalu lintas yang dilayani (Tata Cara Dan

Persyaratan Laik Fungsi Jalan Nomor : 11 /PRT/M/2010, 2010).

Radius tikungan minimum juga dipengaruhi oleh klasifikasi. Semakin tinggi kecepatan rencana, semakin besar radius tikungan yang dibutuhkan agar kendaraan dapat berbelok dengan aman. Sebagai contoh, jalan dengan kecepatan rencana 80 km/jam membutuhkan radius tikungan sekitar 160 meter, sementara jalan dengan kecepatan 40 km/jam cukup dengan radius ± 50 meter (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Jumlah lajur ditentukan berdasarkan tingkat pelayanan lalu lintas. Jalan arteri primer dengan volume tinggi biasanya dirancang dengan minimal empat lajur dua arah, sedangkan jalan lokal atau lingkungan cukup dengan dua lajur atau bahkan satu lajur saja. Penentuan ini mempertimbangkan kapasitas maksimum yang dapat dilayani serta luas lahan yang tersedia (Bina Marga Direktorat Jendral, 2023).

Terakhir, sistem drainase jalan turut dipengaruhi oleh klasifikasi. Jalan utama seperti jalan tol dan arteri menggunakan saluran drainase tertutup atau terbuka permanen seperti U-ditch dan box culvert. Jalan lokal dan lingkungan cenderung menggunakan saluran sederhana dengan konstruksi batu kali atau tanah yang disesuaikan dengan kapasitas aliran dan intensitas hujan.

Dengan demikian, klasifikasi jalan tidak hanya menjadi dasar dalam perencanaan jaringan transportasi, tetapi juga berperan penting dalam menentukan parameter teknis desain jalan yang efisien dan aman. Standar ini harus diterapkan secara konsisten agar jalan yang dibangun sesuai dengan fungsinya dan dapat melayani lalu lintas secara optimal.

Daftar Pustaka

- Aji, F. D. (2021). TA: PEMETAAN TITIK KERUSAKAN JALAN PADA RUAS JALAN IMAM BONJOL DI KOTA BANDAR LAMPUNG STA 00+ 000-06+ 400 BERBASIS WEBGIS. Politeknik Negeri Lampung.
- Bina Marga Direktorat Jendral. (2023). Panduan Kapasitas Jalan Indonesia 2023. Panduan Kapasitas Jalan Indonesia, 68.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). Manual Desain Perkerasan Jalan (Vol. 11, Issue 1). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004, Indonesia (2004).
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2011). Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 13 /Prt/M/2011 Tentang Tata Cara Pemeliharaan Dan Penilikan Jalan, 1-28.
- Tata Cara Dan Persyaratan Laik Fungsi Jalan Nomor : 11 /PRT/M/2010, Tata Cara Dan Persyaratan Laik Fungsi Jalan 11 (2010).
- Peraturan Pemerintah RI No. 34, Pub. L. No. NOMOR 34 TAHUN 2006 (2006).
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 11, Menteri Perhubungan Republik Indonesia (2021).
- Saputra, P. A. E., & Muddin, A. (2022). Analisis Kerusakan Jalan Akibat Muatan Berlebih (Studi Kasus Jalan Kabanjahe-Kutacane). JUITECH: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Quality, 6(1), 103-108.
- Suaryana, N. (2022). Kondisi Jalan Nasional. In Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Tim_Ajar_Mata_Kuliah_Perancangan_Geometrik_Jalan. (n.d.). KARAKTERISTIK JALAN DAN KENDARAAN RENCANA. Departemen Teknik Sipil Dan Lingkungan Fakultas Teknik - Universitas Gadjah Mada. Retrieved

June 4, 2025, from
[https://zudhyirawan.staff.ugm.ac.id/files/2017/02/](https://zudhyirawan.staff.ugm.ac.id/files/2017/02/Modul-3-PGJ-CLO-2.-imt-rev-smm-01.pdf)
Modul-3-PGJ-CLO-2.-imt-rev-smm-01.pdf

Profil Penulis



Ir. Decky Cipta Indrashwara, S.T., M.T.

Penulis merupakan seorang akademisi dan peneliti yang mengabdikan diri di Universitas Pendidikan Nasional (Undiknas) Denpasar, Bali. Ia lahir di Denpasar pada tanggal 27 Oktober 1994 dan menempuh pendidikan tinggi di bidang teknik sipil. Gelar Sarjana Teknik (S.T.) ia peroleh dari Universitas Udayana pada tahun 2016, kemudian melanjutkan studi Magister Teknik (M.T.) bidang transportasi di universitas yang sama dan lulus pada tahun 2019. Sebagai bentuk profesionalisme dalam bidang keinsinyuran, ia juga menyelesaikan program profesi insinyur dan meraih gelar Ir. dari Universitas Pendidikan Nasional pada tahun 2023. Penulis dikenal aktif dalam kegiatan tridharma perguruan tinggi, khususnya dalam pendidikan dan penelitian di bidang teknik transportasi. Ia secara konsisten mempublikasikan karya ilmiah yang relevan dengan bidang keahliannya, baik di tingkat nasional maupun internasional. Selain itu, ia juga berperan sebagai pembimbing akademik dan terlibat dalam berbagai forum ilmiah yang mendukung pengembangan keilmuan teknik sipil. Komitmennya dalam dunia akademik tercermin dari kontribusinya dalam mengembangkan pemikiran dan inovasi di bidang transportasi berkelanjutan. Sebagai dosen muda, ia menunjukkan dedikasi tinggi dalam mengintegrasikan ilmu pengetahuan dengan kebutuhan praktis di lapangan. Informasi lebih lanjut mengenai profil dan rekam jejak akademiknya dapat diakses melalui SINTA (ID 6798899), ORCID (0000-0002-5656-4011), dan ResearchGate.

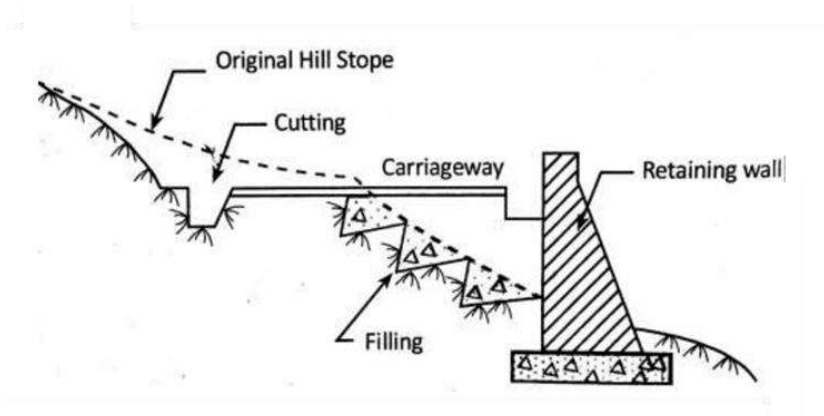
Email Penulis: ciptaindrashwara@undiknas.ac.id

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERENCANAAN JALAN

Dewa Ayu Nyoman Ardi Utami, ST., MT.
Universitas Pendidikan Nasional

Faktor Topografi dan Geologi

Bentuk lahan dan kontur wilayah merupakan salah satu faktor fisik paling mendasar yang mempengaruhi proses perencanaan jalan. Karakteristik topografi suatu daerah baik wilayah datar, berbukit maupun pegunungan, menentukan pendekatan teknis, biaya konstruksi, serta kelayakan fungsional dari suatu trase jalan yang direncanakan (Fwa, 2005). Pada wilayah datar, perencanaan jalan cenderung lebih sederhana karena minimnya hambatan fisik. Jalan dapat dirancang dengan lintasan lurus, elevasi konstan, dan kebutuhan pekerjaan tanah yang relatif kecil. Namun, wilayah datar sering kali memiliki tantangan lain seperti sistem drainase yang buruk atau risiko genangan air yang tinggi, yang perlu diantisipasi melalui perencanaan sistem saluran dan elevasi jalan yang memadai.



Gambar 3.1 Potongan Melintang Jalan di Wilayah Perbukitan
(Sumber: Acharya & Nepal, 2017)

Sebaliknya, perencanaan jalan di wilayah berbukit dan bergunung memerlukan analisis yang lebih kompleks. Kontur lahan yang tidak seragam mengharuskan perencana untuk mempertimbangkan elevasi, kemiringan lereng, dan kestabilan tanah dalam pemilihan trase jalan (Gu, Wang, Zhang, & Ge, 2025). Penyesuaian dengan kondisi topografi dapat mengarah pada kebutuhan pekerjaan tanah dalam skala besar seperti pemotongan lereng (*cut*) dan penimbunan (*fill*), serta pembangunan struktur pendukung seperti tembok penahan tanah (*retaining wall*) dan jembatan. Potongan melintang jalan di wilayah perbukitan dapat dilihat pada gambar 3.1. diatas. Selain itu, desain geometrik seperti radius tikungan dan gradien maksimum harus disesuaikan agar tetap memenuhi standar keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan.

Pemahaman terhadap karakteristik tanah dan potensi longsor menjadi elemen penting dalam tahapan perencanaan, desain, maupun konstruksi jalan. Tanah yang memiliki daya dukung rendah, bersifat ekspansif, atau mudah tererosi, sangat rentan terhadap deformasi saat menerima beban kendaraan maupun perubahan

kondisi lingkungan. Untuk mengidentifikasi tingkat kestabilan tanah, studi geoteknik seperti uji CBR (*California Bearing Ratio*), sondir, dan bor log geologi umumnya dilakukan pada tahap awal perencanaan. Dalam konteks jalan, nilai daya dukung tanah yang rendah menuntut rekayasa tambahan seperti peningkatan kepadatan tanah, pemadatan lapisan bawah (*subgrade*), atau penggunaan material perkuatan seperti geotekstil dan geogrid. Pengujian laboratorium dan lapangan seperti uji sondir, uji beban pelat, dan pengambilan sampel tanah diperlukan untuk mendapatkan data daya dukung yang representatif. Ketidaksesuaian jenis tanah dengan beban jalan yang direncanakan juga akan mempengaruhi jenis perkerasan yang digunakan, baik perkerasan lentur (*flexible pavement*) maupun perkerasan kaku (*rigid pavement*) (Das & Sobhan, 2016).

Faktor Iklim dan Cuaca

Indonesia sebagai negara tropis dengan karakteristik iklim muson dan tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana hidrometeorologi, menuntut perencanaan jalan yang adaptif dan tangguh terhadap perubahan kondisi iklim dan cuaca. Tiga aspek utama yang harus diperhatikan adalah curah hujan dan risiko genangan, suhu ekstrem terhadap material konstruksi, serta frekuensi kejadian bencana alam seperti banjir, gempa, dan longsor.

1. Curah Hujan dan Risiko Genangan Air

Curah hujan merupakan indikator utama dalam menentukan beban hidrologi yang harus ditanggung oleh infrastruktur jalan, terutama terkait sistem drainase permukaan. Dalam perencanaan teknis, data curah hujan historis dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) atau model prediksi iklim digunakan untuk menghitung debit

limpasan permukaan (*runoff*) yang harus dikendalikan melalui saluran tepi, saluran silang, dan struktur pengaliran air lainnya. Desain elevasi jalan juga harus mempertimbangkan titik-titik rawan banjir, dengan penambahan timbunan atau *elevated road* pada area dataran rendah atau cekungan (FHWA, 2003).

2. Suhu Ekstrem dan Pengaruh terhadap Bahan Konstruksi Jalan

Suhu udara yang ekstrem, baik tinggi maupun rendah, memiliki dampak langsung terhadap kinerja material konstruksi jalan, khususnya aspal dan beton (Albayati & Alani, 2025). Pada kondisi suhu tinggi yang berkepanjangan, material aspal dapat menjadi lunak sehingga mudah mengalami deformasi plastis (*rutting*) terutama di jalur kendaraan berat. Sebaliknya, pada dataran tinggi atau wilayah dengan suhu rendah, seperti kawasan pegunungan tropis, suhu dingin dapat menyebabkan penyusutan material dan retak termal. Pemilihan material jalan dan teknologi campuran perlu disesuaikan dengan profil iklim lokal. Formulasi campuran aspal (*asphalt mix design*) harus mempertimbangkan viskositas optimum dan titik leleh sesuai suhu rata-rata tahunan. Untuk jalan beton, penggunaan aditif atau desain ekspansi termal harus diperhitungkan agar material mampu mengatasi perubahan suhu tanpa menyebabkan retak.

3. Frekuensi dan Intensitas Bencana Alam

Frekuensi kejadian bencana alam juga menjadi determinan penting dalam perencanaan jalan yang berorientasi pada ketahanan (*resilience*). Tiga jenis bencana utama yang paling sering berdampak pada infrastruktur jalan adalah sebagai berikut:

a. Banjir

Di daerah rawan banjir, desain jalan harus mencakup solusi peninggian trase, perlindungan terhadap erosi tepi jalan, dan sistem drainase multilevel untuk mengakomodasi limpasan dalam skenario hujan ekstrem (Mushtaq, Corradi, & Sikdar, 2024).

b. Gempa bumi

Wilayah dengan risiko seismic tinggi harus menerapkan desain tahan gempa yang mengikuti panduan SNI dan memasukkan faktor koreksi seismic dalam desain struktur jalan maupun struktur pelengkap seperti talud, gorong-gorong, dan dinding penahan (BSN, 2017).

c. Tanah longsor

Jalan yang dibangun di lereng atau pegunungan harus mempertimbangkan peta zona rawan longsor, sistem perkuatan lereng, serta struktur mitigasi seperti bronjong, *subdrainage*, dan vegetasi pelindung (Febriarta, Susanto, Wicaksono, & Larasati, 2022).

Faktor Teknis dan Geometrik

Faktor teknis dan geometrik menentukan bagaimana jalan dapat berfungsi secara optimal dalam mendukung mobilitas, keselamatan, dan efisiensi transportasi, serta bagaimana desain dapat disesuaikan dengan kondisi eksisting wilayah.

1. Standar Geometrik Jalan

Desain geometrik jalan merupakan penentu utama terhadap kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan (AASHTO, 2011). Berikut parameter- parameter yang dirancang sesuai dengan standar teknis nasional maupun internasional, seperti SNI dan manual Bina Marga.

- a. Lebar jalan ditentukan berdasarkan klasifikasi fungsional dan volume lalu lintas.
- b. Kemiringan melintang (*cross slope*) dirancang untuk memastikan aliran air hujan ke sisi jalan, mencegah genangan, dan mengurangi risiko tergelincirnya kendaraan. Sementara itu, kemiringan memanjang (*grade*) dipertimbangkan agar kendaraan tetap dapat beroperasi dengan aman.
- c. Radius tikungan harus cukup besar untuk memungkinkan kendaraan berbelok pada kecepatan rencana tanpa kehilangan kendali.
- d. Jarak pandang henti (*stopping sight distance*) dan jarak pandang menyalip (*passing sight distance*) menjadi penentu apakah pengemudi dapat merespons hambatan di jalan dengan waktu dan ruang yang cukup untuk menghentikan atau menyalip kendaraan lain secara aman.

2. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas diramalkan menggunakan analisis pertumbuhan lalu lintas dan rencana pengembangan wilayah, agar jalan yang dibangun tetap relevan dan layak selama masa layanannya (Rivaldo, 2023).

3. Kapasitas Jalan dan Tingkat Pelayanan

Kapasitas jalan didefinisikan sebagai jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu titik dalam satuan waktu dengan kondisi tertentu. Konsep tingkat pelayanan jalan (*Level of Service/LOS*) digunakan untuk menilai kinerja operasional jalan, mulai dari Tingkat A (bebas hambatan) hingga F (macet total). Analisis kapasitas dan LOS dilakukan melalui pemodelan lalu lintas, survey kendaraan harian rata-rata (volume VDF), serta simulasi dengan

perangkat lunak perencanaan transportasi (Zhao, Ying, & Li, 2022).

4. Ketersediaan Lahan untuk Pembebasan atau Pelebaran

Dalam perencanaan jalan, dilakukan analisis trase alternatif untuk meminimalkan konflik lahan, serta pendekatan kepada masyarakat terdampak agar proses pembebasan berjalan adil dan partisipatif. Selain itu, proyeksi kebutuhan lajur tambahan harus diperhitungkan sejak awal agar tersedia ruang yang cukup untuk ekspansi di masa mendatang tanpa gangguan sosial yang besar (Allahyari & Nourzad, 2025).

Faktor Sosial dan Demografis

Perencanaan jalan bukan hanya persoalan teknis dan fisik, melainkan juga menyangkut interaksi dengan ruang hidup masyarakat, struktur sosial, serta pola mobilitas yang mencerminkan dinamika kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, pendekatan yang mempertimbangkan variabel sosial dan demografis sangat penting dalam menciptakan infrastruktur jalan yang inklusif, adil, dan berfungsi optimal dalam jangka panjang.

1. Kepadatan Penduduk dan Pola Persebaran Permukiman

Pada kawasan dengan kepadatan tinggi seperti wilayah perkotaan, perencanaan jalan harus mampu mengakomodasi volume lalu lintas yang besar, konektivitas antar kawasan, serta aksesibilitas ke berbagai pusat kegiatan. Sementara itu, di wilayah dengan pola permukiman yang tersebar dan kepadatan rendah, seperti daerah pedesaan atau kawasan pinggiran kota, fokus perencanaan jalan lebih diarahkan pada konektivitas antar wilayah,

efisiensi trase, serta penyesuaian terhadap kondisi lahan dan aksesibilitas (Chang, Jo, Lee, & Lee, 2021).

2. Mobilitas Masyarakat dan Kebutuhan Transportasi

Perencanaan jalan harus dapat menjawab kebutuhan mobilitas yang beragam, mulai dari perjalanan harian ke tempat kerja atau sekolah, pengangkutan barang, hingga aktivitas sosial dan rekreasi. Perencanaan jalan harus memperhatikan variasi kebutuhan berdasarkan segmentasi sosial, seperti usia, pekerjaan, dan tingkat pendapatan. Di sisi lain, di wilayah pertanian atau kawasan industri, prioritasnya mungkin lebih kepada akses kendaraan berat dan transportasi logistik (ITE, 2009) .

3. Dampak Sosial terhadap Masyarakat Sekitar

Proses perencanaan jalan harus mencakup kajian dampak sosial yang komprehensif, termasuk analisis terhadap persepsi masyarakat, nilai sosial-budaya yang melekat pada ruang, serta keberlanjutan sosial pasca relokasi. Mekanisme kompensasi yang transparan dan adil, melibatkan masyarakat dalam pengambilan keputusan, serta penyediaan alternatif relokasi yang layak menjadi bagian penting dari strategi mitigasi dampak sosial (Priyambodo, et al., 2022).

Faktor Lingkungan

Pembangunan infrastruktur jalan tidak hanya menyangkut aspek teknis dan sosial, tetapi juga harus mempertimbangkan kelestarian lingkungan hidup sebagai bagian dari tanggung jawab ekologis. Dampak langsung dari pembangunan dan operasional jalan adalah sebagai berikut:

1. Meningkatnya tingkat kebisingan akibat lalu lintas kendaraan, terutama di kawasan permukiman padat atau wilayah dengan sensitivitas tinggi.
2. Polusi udara yang dihasilkan dari emisi kendaraan bermotor, terutama di jalan-jalan dengan lalu lintas padat, turut memperburuk kualitas udara ambien.
3. Gangguan ekosistem khususnya jika trase jalan melintasi kawasan hutan, rawa, atau koridor satwa. Kehilangan tutupan vegetasi, terganggunya jalur migrasi hewan, serta peningkatan tekanan manusia terhadap kawasan alami.

Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian PUPR (2023) menyatakan bahwa proyek pembangunan jalan yang memenuhi kriteria tertentu wajib menyusun dokumen Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). Dokumen ini menjadi instrumen penting untuk mengidentifikasi potensi dampak negatif, merumuskan langkah-langkah pencegahan atau mitigasi, serta memastikan bahwa pembangunan jalan dilakukan tanpa mengorbankan keberlanjutan lingkungan. AMDAL juga berperan sebagai alat kontrol sosial, dimana masyarakat dan pemangku kepentingan dapat dilibatkan dalam proses konsultasi publik, sehingga perencanaan jalan menjadi lebih transparan, partisipatif, dan akuntabel. Dalam konteks ini, integrasi hasil kajian AMDAL ke dalam desain teknis jalan, misalnya melalui perencanaan jalur hijau, pengendalian limpasan air hujan, atau perlindungan habitat spesies langka, menjadi bukti konkret dari komitmen pembangunan berwawasan lingkungan. Perencanaan trase jalan harus menghindari atau seminimal mungkin melewati kawasan-kawasan tersebut. Jika tidak terhindarkan, maka pendekatan yang harus dilakukan adalah teknik mitigasi seperti pembangunan jembatan ekologi (*eco-bridge*), saluran

penampung limpasan yang ramah lingkungan, dan pengendalian erosi secara vegetatif.

Faktor Kebijakan dan Regulasi

Perencanaan jalan tidak dapat dilepaskan dari kerangka kebijakan dan regulasi yang berlaku, baik di tingkat nasional maupun daerah. Regulasi ini memberikan landasan hukum sekaligus batasan teknis dan administratif yang harus dipatuhi dalam seluruh tahapan perencanaan, pembangunan, hingga pemeliharaan jalan. Undang-undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan, beserta turunannya seperti Peraturan Pemerintah dan Peraturan Menteri PUPR, menjadi rujukan utama dalam pengaturan pengelolaan jalan nasional, provinsi, dan kabupaten/kota. di tingkat daerah, Peraturan Daerah (Perda) dan kebijakan sektoral turut mengatur prioritas pembangunan, penganggaran, dan pengelolaan jaringan jalan lokal.

Salah satu prinsip utama dalam perencanaan jalan adalah kesesuaian dengan dokumen tata ruang, seperti Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), Rencana Detail Tata Ruang (RDTR), dan masterplan transportasi. Dokumen-dokumen ini berfungsi sebagai pedoman spasial dan strategis untuk memastikan bahwa pembangunan jalan mendukung arah pengembangan wilayah, menghindari konflik penggunaan lahan, serta menjaga keseimbangan antara kebutuhan pembangunan dan perlindungan lingkungan. Tanpa keselarasan dengan tata ruang, pembangunan jalan berisiko menimbulkan tumpang tindih fungsi lahan, fragmentasi kawasan, dan ketidakefisienan dalam sistem jaringan transportasi secara keseluruhan.

Di samping regulasi dan tata ruang, perencanaan jalan juga mengacu pada standar dan pedoman teknis yang ditetapkan oleh instansi terkait, seperti Direktorat Jenderal Bina Marga dan Kementerian PUPR. Pedoman

teknis tersebut meliputi aspek geometric jalan, perkerasan, drainase, keselamatan lalu lintas, dan manajemen asset jalan. Dokumen acuan seperti Manual Desain Geometrik Jalan dan Standar Perencanaan Jalan Nasional menjadi rujukan wajib untuk menjamin bahwa jalan yang dibangun memenuhi persyaratan fungsional, teknis, dan keselamatan. Dengan demikian, kebijakan dan regulasi berperan sebagai kerangka normatif yang menjamin bahwa proses perencanaan jalan berlangsung secara terstruktur, akuntabel, dan sesuai dengan tujuan pembangunan nasional.

Faktor Teknologi

Kemajuan teknologi telah membawa transformasi signifikan dalam praktik perencanaan jalan, terutama melalui integrasi teknologi informasi dan perangkat digital dalam tahap survey, pemodelan, dan analisis. Penggunaan *Geographic Information System* (GIS) memungkinkan pemetaan spasial dan analisis georujuk yang akurat, mempercepat proses identifikasi trase optimal berdasarkan kontur, tutupan lahan, dan pola permukiman. Sementara itu, *Building Information Modeling* (BIM) mulai diadopsi untuk merencanakan infrastruktur jalan secara terpadu, mencakup desain fisik, estimasi biaya, dan jadwal pelaksanaan dalam satu platform digital. Teknologi drone juga memberikan kontribusi besar dalam pengumpulan data topografi dan dokumentasi visual lapangan secara cepat, efisien, dan presisi tinggi.

Selain pada tahap perencanaan, inovasi juga berkembang pada penggunaan material baru dan teknik konstruksi modern seperti campuran aspal polmer, beton berperforma tinggi, dan sistem perkerasan modular. Di sisi lain, perkembangan konsep *digital twin* dalam infrastruktur jalan memungkinkan terciptanya model

virtual jalan yang sepenuhnya merepresentasikan kondisi fisik dan operasional secara real-time. Dengan pendekatan ini, perencana dapat melakukan simulasi perencanaan dan evaluasi performa jalan berdasarkan skenario lalu lintas, cuaca, maupun bencana. Integrasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi perencanaan, tetapi juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih cerdas, prediktif, dan berkelanjutan dalam pengembangan infrastruktur transportasi.

Faktor Keselamatan dan Keamanan

Keselamatan dan keamanan merupakan prinsip fundamental dalam perencanaan jalan yang bertujuan untuk meminimalkan risiko kecelakaan dan meningkatkan perlindungan terhadap seluruh pengguna jalan. Salah satu pendekatan yang kini menjadi standar dalam proses perencanaan adalah *road safety audit* (RSA), yaitu evaluasi sistematis terhadap desain jalan sejak tahap awal untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan memberikan rekomendasi perbaikan (Ramirez, Lopez, Gomez, & Alcaraz, 2023). Identifikasi lokasi dengan tingkat kecelakaan tinggi melalui data historis, pengamatan visual, dan masukan masyarakat menjadi dasar dalam menentukan intervensi yang tepat. Intervensi tersebut dapat berupa perbaikan geometrik, peningkatan visibilitas, penambahan lampu penerangan jalan, atau pengaturan ulang simpang. Selain itu, perencanaan fasilitas keselamatan seperti rambu lalu lintas, marka jalan, trotoar, jalur sepeda, dan pelindung pejalan kaki harus dirancang dengan memperhatikan kebutuhan semua kelompok pengguna, termasuk anak-anak, lansia, dan penyandang disabilitas. Dengan mengintegrasikan prinsip keselamatan dalam desain teknis, perencanaan jalan tidak hanya berfungsi sebagai sarana mobilitas, tetapi juga sebagai ruang publik yang aman dan inklusif.

Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Balikpapan-Samarinda (Kalimantan Timur)

Proyek Jalan Tol Balikpapan-Samarinda (BalSam) merupakan jalan tol pertama di Pulau Kalimantan yang dibangun untuk meningkatkan konektivitas antarwilayah, mempercepat mobilitas logistik, dan mendukung pengembangan kawasan Ibu Kota Negara (IKN). Jalan tol ini membentang sepanjang ± 99 km dan melintasi wilayah dengan karakteristik geografi yang beragam, termasuk kawasan perbukitan, lahan gambut, serta daerah rawan banjir dan longsor. Pembangunan proyek ini memberikan gambaran nyata tentang pentingnya integrasi berbagai faktor dalam perencanaan.



Gambar 3.2 Peta Lokasi Jalan Tol Balikpapan-Samarinda
(Sumber: Wikipedia)

Berikut analisis keberhasilan berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh dalam perencanaan jalan, dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Analisis Keberhasilan Proyek Jalan Tol BalSam

Faktor Pengaruh	Analisis
Topografi dan Geologi	Tim perencana berhasil mengadaptasi desain trase terhadap bentuk lahan yang kompleks, seperti lereng dan daerah gambut. Perkuatan tanah dilakukan melalui teknik timbunan ringan, geotekstil, dan perbaikan tanah dasar untuk menghindari penurunan berlebih.
Iklim dan Hidrologi	Mengingat tingginya curah hujan di Kalimantan, sistem drainase dirancang secara intensif untuk mencegah genangan air dan erosi. Elevasi jalan ditinggikan di beberapa segmen untuk menghindari potensi banjir musiman.
Teknis dan Geometrik	Jalan tol dirancang sesuai standar nasional untuk jalan bebas hambatan, termasuk lebar jalur, radius tikungan, dan jarak pandang. Perhitungan kapasitas jalan mempertimbangkan proyeksi lalu lintas jangka panjang seiring dengan pembangunan IKN.
Sosial dan Demografis	Proyek ini memberikan dampak positif terhadap mobilitas masyarakat dan pengembangan ekonomi lokal, khususnya sektor logistic dan pariwisata. Relokasi dan pembebasan lahan dilakukan melalui koordinasi intensif dengan pemerintah daerah, dengan skema ganti rugi yang mengikuti ketentuan undang-undang.
Kebijakan dan Regulasi	Proyek ini merupakan bagian dari Proyek Strategis Nasional (PSN) dan dirancang sesuai dengan RTRW Provinsi Kalimantan Timur serta Rencana Umum Jaringan Jalan Nasional. Koordinasi lintas sektor dipermudah dengan dukungan kebijakan dari pemerintah pusat.

Teknologi	Penggunaan drone dan GIS dalam survey trase serta pemodelan perencanaan memungkinkan efisiensi survey lapangan dan perhitungan akurat dalam desain. Beberapa segmen jalan memanfaatkan teknik konstruksi modular dan sistem pemantauan berbasis sensor.
Lingkungan	Kajian AMDAL telah dilakukan secara menyeluruh. Beberapa bagian trase yang melintasi hutan sekunder disesuaikan untuk menghindari gangguan besar terhadap habitat satwa. Selain itu, ditanam jalur hijau untuk mengurangi efek polusi udara dan suara.
Keselamatan	Jalan dilengkapi dengan fasilitas keselamatan seperti <i>guardrail</i> , rambu elektronik, serta sistem manajemen lalu lintas cerdas. Audit keselamatan jalan dilakukan pada tahap desain dan pasca konstruksi untuk menjamin performa jalan dari sisi keselamatan pengguna.

Dalam proyek jalan tol ini terdapat beberapa tantangan yang dihadapi, antara lain:

1. Laham gambut dan penurunan tanah, walaupun telah dilakukan stabilisasi tanah, sehingga menyebabkan retak dan deformasi pada lapisan perkerasan. Hal ini menunjukkan bahwa mitigasi risiko geoteknik di wilayah gambut memerlukan strategi jangka panjang dan pemeliharaan berkala.
2. Keterlambatan akibat pembebasan lahan, karena negosiasi nilai ganti rugi yang panjang. Meskipun akhirnya terselesaikan, hal ini menunjukkan perlunya mekanisme komunikasi dan kompensasi yang lebih proaktif

3. Isu lingkungan, dimana meskipun sudah dilakukan penyesuaian trase, kelompok masyarakat sipil mengkritik dampak ekologis terhadap kawasan hutan dan potensi terganggunya ekosistem. Respons mitigasi berupa revegetasi dan jalur satwa belum sepenuhnya memulihkan ekosistem yang terdampak.

Daftar Pustaka

- Fwa, T. F. (2005). *The Handbook of Highway Engineering*. New York: Taylor & Francis.
- Gu, X., Wang, H., Zhang, M., & Ge, Q. (2025). Exploring the Impacts of Topography on Characteristics of Urban Road Network: A Global Empirical Analysis. *Cities (Science Direct)*, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.105848>.
- Das, B. M., & Sobhan, K. (2016). *Prinsiples of Geotechnical Engineering* (9th ed). Stamford, Connecticut, USA: Cengage Learning.
- FHWA. (2003). *Hydrolic Criteria and Drainage Design Manual*. Washington DC, USA: Federal Highway Administration.
- Albayati, A. H., & Alani, A. F. (2025). Influence of Temperature on Mechanical Properties of Asphalt Concrete Mixture. *Second International Conference on Geotechnical Engineering* (pp. DOI 10.1088/1755-1315/856/1/012025). Iraq: IOP Publishing.
- Mushtaq, M., Corradi, M., & Sikdar, S. (2024). Climate Adaption of Roads to Flooding Hazards - A Review. *Journal of Construction Materials (MDPI)*, <https://doi.org/10.3390/constrmater4040041>.
- BSN. (2017). *SNI ISO 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik dan Kegempaan untuk Jalan dan Jembatan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Febriarta, E., Susanto, D., Wicaksono, A. P., & Larasati, A. (2022). Kajian Metode Deterministik untuk Zonasi Kerawanan Gerakan Tanah di Labuan Bajo, Nusa Tenggara Timur. *Majalah Geografi Indonesia (MGI)*, DOI: 10.22146/mgi.71839.
- AASHTO. (2011). *A Policy on Geometric Design of Highway and Streets* (6th ed.). Washington DC: American Association of State Highway (AASHTO).
- Rivaldo, R. (2023). *Analisis Pertumbuhan Lalu Lintas terhadap Umur Rencana Perkerasan Lentur (Studi Kasus: Ruas Jalan Muara Tembesi)*. Jambi: Program

Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Jambi.

- Zhao, Y., Ying, X., & Li, J. (2022). Research on Geometric Design Standards for Freeways Under a Fully Autonomous driving Environment. *Applied Sciences* (MDPI), doi.org/10.3390/app12147109.
- Allahyari, S., & Nourzad, S. H. (2025). Designing Highway Horizontal Alignment Considering Construction Cost and Land Use Sustainability Using the Envision Rating System and NSGA-II. *Innovative Infrastructure Solutions*, DOI: 10.1007/s41062-025-01933-y.
- Chang, Y., Jo, S., Lee, Y.-T., & Lee, Y. (2021). Population Density or Population Size. Which Factor Determines Urban Traffic Congestion? *Sustainability* (MDPI), doi.org/10.3390/su13084280.
- ITE. (2009). *Transportation Planning Handbook*. Washington DC, USA: Institute of Transportation Engineers (ITE).
- Priyambodo, Buditiawan, K., Irawan, A., Setyawan, D., Rinawati, H., Afriyani, . . . Dananjaya, I. (2022). Mitigation of Social Impacts of Alternative Road Development Plans Based on Local Wisdom in West Sumatra, Indonesia. *The Scientific World Journal* (Hindawi), DOI: 10.1155/2022/6895084.
- Ramirez, J. C., Lopez, I. N., Gomez, L. G., & Alcaraz, M. M. (2023). Main Guidelines in Road Safety Audits: A Literature Review. *Frontiers in Built Environment* , DOI: 10.3389/fbuil.2023.1282251.

Profil Penulis



Dewa Ayu Nyoman Ardi Utami, ST., MT.

Penulis di lahirkan di Denpasar, Bali, pada tanggal 06 Nopember 1985. Ketertarikan penulis terhadap ilmu sipil dimulai pada tahun 2012 silam. Hal tersebut membuat penulis memilih untuk melanjutkan studi S2 ke Universitas Indonesia dengan memilih Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil dan berhasil lulus pada tahun 2014. Penulis sebelumnya mengenyam pendidikan S1 Teknik Arsitektur Universitas Udayana. Saat ini penulis sedang melanjutkan pendidikan Doktorat di Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada prodi Teknik Sipil. Penulis saat ini bekerja sebagai dosen tetap di Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Pendidikan Nasional, Denpasar-Bali.

Email Penulis: arditutami@undiknas.ac.id

DESAIN GEOMETRIK JALAN RAYA

Ir. Muhammad Taufiq Yuda Saputra, S.T., M.T.
Universitas Khairun

Desain Geometrik Jalan Raya

Desain geometrik jalan merupakan langkah perencanaan ukuran dan susunan fisik dari unsur-unsur jalan (seperti jarak pandang, alinyemen horizontal, dan alinyemen vertikal) untuk memastikan jalan dapat dipakai dengan aman, nyaman, dan efisien. Elemen-elemen tersebut dikembangkan berdasarkan kecepatan rencana, jumlah lalu lintas, tipe kendaraan, serta kondisi geografis dan lingkungan sekitar.

Tujuan Desain Geometrik Jalan Raya

Tujuan pokok dari desain geometrik jalan ialah:

1. Memastikan keselamatan pengguna jalan dengan menyediakan jarak pandang yang memadai, pengaturan kemiringan yang tepat, serta geometri tikungan yang aman.
2. Meningkatkan efisiensi arus lalu lintas, dengan mengurangi hambatan aliran dan merancang kapasitas yang memadai.
3. Menyediakan kenyamanan saat berkendara dengan permukaan yang mulus, perubahan alinyemen yang gradual, dan pengendalian terhadap gaya sentrifugal.

Elemen Perencanaan

Elemen perencanaan terbagi atas dua parameter, yaitu parameter utama dan parameter pendukung. Parameter utama antara lain : kecepatan dasar (V_D), kelas jalan dan Sistem Jaringan Jalan (SJJ) sedangkan bagian pendukung antara lain : jenis perkerasan, tipe jalan, Spesifikasi Penyedia Prasarana Jalan (SPPJ), ruang jalan, dimensi jalan, geometrik bangunan pelengkap dan perlengkapan jalan.

Tabel 4.1. Hubungan antar Pembagian Jalan berdasarkan Fungsi, SJJ, Kelas, Status, dan tipe jalan serta SPPJ dan V_D

SJJ	Peran meng- hubungkan	Pengelompokan fungsi Jalan	Status dan Penyelenggara a jalan	Kelas jalan			SPPJ	Tipe jalan (paling kecil	Rentang V_D , Km/Jam			Keterangan
				I	II	III			Datar	Bukit	Gunung	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
SJJ Primer (Jalan Antarkota)	Jalan Tol		Jalan Nasional	x	-	-	JBH	4/2-T	80 - 120	70-110	60-100	-IKN=Ibu Kota Negara -IKP=Ibu Kota Provinsi -IKK=Ibu Kota Kabupaten
	IKP - IKN	Jalan Arteri Primer	(Pemerintah Pusat)	x	x	x	JRY	4/2-T	60-100	50-90	40-80	-KT=Kota
	IKP - IKP			x	x	x	JRY	4/2-T				-IKC=Ibu Kota Kecamatan -PD=Pusat Desa (di pulau Jawa seperti kelurahan)
	IKP - IKP		(Jalan Perintis dan Ex jalan daerah)	-	-	x	JLR	2/2-TT	15-60	15-50	15-40	-DS=Desa (di pulau Jawa seperti Dukuh) -KP=Kawasan Primer
	IKP - IKP	Jalan Kolektor	Jalan Nasional	x	x	x	JRY	4/2-T	40-80	30-70	20-60	-KS1=Kawasan Sekunder1 -KS2=Kawasan Sekunder2

	IKP - IKP	Primer	(Jalan perintis dan Ex	-	-	x	JLR	2/2-TT	15-40	15-40	15-40	-KS3=Kawasan Sekunder3 -KS_n=Kawasan Sekunder ke-n; -Prm=Perumahan/Persil -Semua jalan Antarkota yang masuk ke dalam kota, pengelompokannya dari SJJ primer berubah menjadi SJJ sekunder, adapun jalan-jalan lainnya yang sudah ada di dalam
	IKP - IKK/KT		Jalan Provinsi	x	x	x	JSD	2/2-TT				
	IKK - IKK		(Pemerintah	x	x	x	JSD	2/2-TT	40 - 80	30 - 70	20 - 60	
	KT - KT		Provinsi)	x	x	x	JSD	2/2-TT				
	IKK - IKC	Jalan Lokal		-	x	x	JSD	2/2-TT				
	IKK - PD	Primer	Jalan Kabupaten	-	x	x	JSD	2/2-TT				
	IKC - IKC			-	-	x	JKC	2/2-TT	20 - 60	20 - 50	20 - 40	
	IKC - PD			-	-	x	JKC	2/2-TT				
	PD - PD		Kabupaten)	-	-	x	JLR	2/2-TT				
	PD - DS			-	-	x	JLR	1/2				
	DS - DS	Jalan Lingkungan Primer		-	-	x	JLR	1/2	15 - 30	15 - 30	15 - 30	
SJJ	Peran menghubungkan	Pengelompokan fungsi Jalan	Status dan Penyelenggara ra jalan	Kelas jalan			SPP J	Tipe jalan (paling	Rentang V_D , Km/Jam			Keterangan
				I	II	III			Datar	Bukit	Gunung	

								kecil)				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
SJJ Sekunder <i>(Jalan Perkotatan)</i>	Jalan Tol	Jalan Arteri Sekunder	Jalan Nasional (Pemerintah Pusat)	x	-	-	JBH	4/2-T	60 - 100			kota masuk ke dalam SJJ sekunder dan klasifikasi fungsinya ditetapkan sesuai perannya. - Khusus untuk keluarga Jalan Nasional, Jalan Provinsi, dan Jalan Kabupaten yang dipersiapkan sebagai calon Jalan Nasional, calon Jalan Provinsi, dan calon Jalan Kabupaten dikategorikan masing-masing dengan sebutan Jalan
	KP – KS1	Jalan Arteri Sekunder	Jalan Kota (Pemerintah Kota)	x	x	x	JSD	2/2-TT	30 - 60			
	KS1 – KS1			x	x	x	JSD	2/2-TT				
	KS1 – KS2			-	x	x	JSD	2/2-TT				
	KS2 – KS2	Jalan Kolektor		-	x	x	JSD	2/2-TT	20 - 40			
	KS2 – KS3	Jalan Sekunder		-	x	x	JSD	2/2-TT				
	KS1 – Prm	Jalan Lokal Sekunder		-	-	x	JKC	2/2-TT	10 - 30			
	KS2 – Prm			-	-	x	JKC	2/2-TT				
	KS3 – Prm			-	-	x	JKC	2/2-TT				
	KS _n – Prm			-	-	x	JLR	2/2-TT				
	Prm - Prm	Jalan Lingkungan Sekunder		-	-	x	JLR	2/2-TT	10 - 20			

											<i>Strategis Nasional, Jalan Strategis Provinsi, dan Jalan Strategis Kabupaten.</i>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Kecepatan Rencana

Penetapan kecepatan dasar (V_D) menjadi langkah awal dalam menentukan parameter geometrik lainnya, sehingga V_D dianggap sebagai bagian utama dalam desain geometrik jalan.

Tabel 4.2. Bagian utama

Elemen Kriteria desain utama		JBH	Jalan Antarkota					Jalan Perkotaan
Rentang V_D , lihat Tabel 1, Km/Jam	Datar	80 - 120	15 - 100					10 - 60
	Bukit	70 - 110	15 - 90					
	Gunung	60 - 100	15 - 80					
Kelas penggunaan jalan		I	I	II	III	JLR	I, II, III	
Kelandaian memanjang, G, paling tinggi, %	Datar	4	6	6	6	6	5	
	Bukit	5	8	8	8	10		
	Gunung	6	8	10	12	15		
Superelevasi (e), %, paling tinggi		8						
Kekesatan melintang, paling tinggi, (f_{maks})		Lihat diagram faktor kekesatan melintang sebagai fungsi dari kecepatan di SE Kemenpu ^r Pedoman Geometrik Jalan Tahun 2021						
Kekesatan memanjang		0,35 untuk MP dan 0,29 untuk Truk						
R_{min} lengkung Horizontal		$R_{min} = \frac{V^2}{127 (e_{maks} + f_{maks})}$						
R_{min} lengkung Vertikal Cembung		R_{min} = f { V_D ; K}; nilai K dapat dilihat di SE Kemenpu ^r Pedoman Geometrik Jalan Tahun 2021						
R_{min} lengkung vertikal cekung								

Keterangan : K = nilai kontrol lengkung vertikal cekung atau lengkung vertikal cembung

Kendaraan Rencana

Ada dua karakteristik utama kendaraan rencana.

1. Pada kendaraan ringan, ketinggian mata pengemudi lebih rendah, sehingga kecepatannya tidak terlalu terganggu oleh kemiringan jalan, dan dapat melakukan akselerasi lebih cepat, serta jarak pengereman menjadi menjadi lebih pendek.
2. Pada kendaraan berat, ketinggian mata dari pengemudi lebih tinggi, sehingga kecepatan kendaraan dipengaruhi langsung oleh kemiringan jalan, dan kekuatan percepatannya lebih rendah dengan jarak pengereman lebih panjang), membutuhkan jalan dan radius belok yang agak lebar, lebar jalan yang lebih luas di tikungan bagi jalur roda dan bagi ruang bebas vertikal kendaraan.

Tabel 4.3. Dimensi dan Radius putar kendaraan desain sesuai Kelas Penggunaan Jalan

No	Jenis-jenis Kendaraan	Dimensi kendaraan			Jarak Antar Sumbu	Julur		RPM	RPK	R _{maks}	R _{min} , pada sudut belok kendaraan					
		Panjang	Lebar	Tinggi		Depan	Belakang				25°	45°	90°	135°	180°	
		m	m	m		m	m				m	m	m	m	m	
Jenis-jenis kendaraan, berdasarkan dimensi, yang dapat beroperasi pada jalan kelas 1, 2, dan 3																
1	Toyota Avanza	4,19	1,66	1,69	2,65	0,75	0,79	5,49	4,72	5,82	3,58	3,40	3,28	3,19	3,10	
2	Toyota Hiace	5,38	1,88	2,29	3,11	1,07	1,20	6,44	5,61	6,95	4,30	4,09	3,91	3,91	3,70	
3	Isuzu ELF NLR 55 BLX	6,17	1,84	2,17	3,36	1,11	1,70	7,41	6,72	7,92	5,44	5,26	5,07	5,07	4,94	
4	Truk Pemadam Kebakaran 2*	7,73	2,40	-	4,28	1,25	2,20	7,77	6,66	8,31	4,90	4,60	4,32	4,19	3,95	
5	Bus Angkutan Masal Sedang*	7,30	2,15	3,15	3,74	1,24	2,33	6,80	5,81	7,35	4,28	3,98	3,65	3,55	3,41	
6	Bus Mitsubishi Kecil	7,05	2,10	3,30	3,78	1,48	2,00	6,86	5,88	7,52	4,37	4,07	3,76	3,64	3,50	
7	Bus Sedang Mitsubishi FE84GBC(4x2)*	7,68	2,10	3,05	3,85	1,48	2,35	7,00	5,99	7,73	4,44	4,16	3,82	3,71	3,59	
8	Truk Hino 500 Cargo FG 260 JM (T1.2)	8,85	2,49	2,75	5,08	1,28	2,49	9,08	7,90	9,60	5,99	5,62	5,23	5,06	4,86	
9	Truk Isuzu Giga FVR 34 S 245 PS (T1.2)	7,60	2,49	2,97	4,30	1,25	2,05	7,69	6,69	8,38	4,89	4,59	4,25	4,10	3,92	
Jenis-jenis kendaraan, berdasarkan dimensi, yang dapat beroperasi pada jalan kelas 1 dan 2																
10	Truk Pemadam Kebakaran 1*	9,93	2,49	-	4,60	1,40	2,48	9,31	8,17	9,93	6,24	5,89	5,46	5,36	5,08	
11	Bus angkutan massal ukuran besar*	11,95	2,50	3,50	6,00	2,46	3,48	10,53	9,33	11,65	7,36	6,89	6,30	6,20	5,99	
12	Truk Hino 500 Cargo FL 245 JW (T1.22)	11,95	2,49	2,78	5,83+1,35	1,28	3,49	11,11	10,06	11,83	8,03	7,60	7,08	6,83	6,59	
13	Truk Isuzu Giga FVR 34 U (T1.2)	11,95	2,49	2,93	6,60	1,25	4,10	11,49	10,27	11,95	8,16	7,75	7,17	6,97	6,69	
Jenis-jenis kendaraan, berdasarkan dimensi, yang dapat beroperasi pada jalan kelas 1																
14	Bus Besar	12,10	2,50	3,40	5,80	2,90	3,40	10,23	9,03	11,57	7,05	6,61	6,13	5,95	5,74	
15	Truk Gandengan Hino 5 sumbu (T1.22+2.2)	16,80	2,50	2,50	3,20-7,50-1,40-1,40	1,70	3,70	11,37	10,13	11,75	7,53	6,70	5,79	4,54	3,89	
16	Truk Gandengan Hino 4 sumbu (T1.2+2.2)	16,20	2,51	3,10	4,30-5,20-1,30	1,20	2,40	11,04	9,81	11,64	7,52	6,94	6,48	5,84	5,37	
17	Truk Tempelan Hino 6 sumbu (T1.22+222)	16,40	2,50	3,20	3,40-1,20-6,70-1,30-1,30	1,20	1,40	11,47	10,24	11,84	7,64	6,86	6,02	4,70	4,01	
Sumber: Lawalata dan Rahman, 2020																
Catatan: RPM - Radius putar minimum ban kendaraan pada sumbu depan terluar																
R _{min} - Radius putar minimum ban kendaraan pada sumbu paling belakang sebelah dalam																
RPK - Radius putar pusat sumbu depan kendaraan																
R _{maks} - Radius putar badan kendaraan depan terluar																

Jarak Pandang

Jarak pandang adalah jarak tempat pengendara bisa melihat jalan di depannya. Jarak pandang yang diperlukan di jalan adalah cukup buat kendaraan melaju dengan kecepatan yang ditentukan dan berhenti tepat sebelum menabrak benda atau halangan yang berada di jalur kendaraannya. Jarak Pandang dibedakan atas empat jarak pandang yaitu :

1. Jarak pandang henti (JPH)

JPH adalah jarak antara posisi pengendara dan objek halangan di depannya, yang cukup untuk menghentikan kendaraan tepat sebelum mengenai objek tersebut. Aturan pada JPH menyatakan untuk jalan perkotaan, jalan antarkota, dan jalan berkelok, sepanjang semua bagian lurus dan tikungan harus memenuhi persyaratan JPH.

2. Jarak pandang mendahului (JPM)

JPM adalah jarak yang dilihat oleh pengendara di depannya dan cukup panjang untuk bisa melewati kendaraan di depan dengan aman. Aturan untuk JPM adalah bahwa JPM diterapkan untuk jalan dua lajur dua arah tanpa median (2/2-TT) di jalan antarkota, dan porsi JPM harus setidaknya 20% dari seluruh panjang jalan yang direncanakan.

3. Jarak pandang aman (JPA)

JPA adalah jarak yang dibutuhkan pengendara untuk melihat dan mengetahui hal-hal yang rumit, informasi penting, atau kondisi yang tidak biasa dan berpotensi berbahaya. Dalam berkendara, JPA digunakan untuk memilih kecepatan dan lajur yang tepat, serta melakukan manuver dengan aman dan efisien. JPA perlu perhatian khusus dari biasanya, maka jarak ini lebih panjang dibandingkan JPH. Aturan untuk

menerapkan JPA adalah bahwa jarak ini harus dipenuhi di tempat-tempat yang sering menyebabkan manuver kendaraan yang tidak umum atau sulit diprediksi, seperti persimpangan, perubahan bentuk jalan, atau area yang memerlukan perhatian pengemudi lebih banyak, seperti kepadatan lalu lintas, alat pengatur lalu lintas yang banyak, dan ruang iklan.

4. Jarak pandang bebas di tikungan (JPB)

JPB adalah jarak yang harus dilihat pengemudi agar bisa melihat kendaraan di seberang belokan. JPB ini sama kecilnya dengan JPH. Aturan untuk JPB adalah area di belokan harus bebas dari benda atau bangunan lain yang bisa mengganggu penglihatan pengemudi selama JPB. Tujuannya agar pengemudi bisa melihat dan melewati belokan dengan aman.

Jarak Ruang Bebas di Tikungan

Jarak kosong di samping tikungan harus tersedia agar pengemudi dapat melihat dengan jelas objek di jalan atau kendaraan yang berada di sisi lain tikungan.

Tabel 4.4. Jarak kosong Samping (M) di tikungan agar memenuhi JPH

VD (Km/Jam)		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
JPH (m)		19	32	48	65	86	108	133	161	190	223	257
Radius (m)	5000										1,24	2,75
	3000									1,50	2,07	2,75
	2000								1,62	2,26	3,11	4,13
	1500							1,47	2,16	3,01	4,14	5,50
	1200							1,84	2,70	3,76	5,18	6,87

1000						1,46	2,21	3,24	4,51	6,21	8,25
800						1,82	2,76	4,05	5,63	7,76	10,30
600					1,54	2,43	3,68	5,39	7,51	10,33	13,71
500					1,85	2,91	4,42	6,47	9,00	12,38	
400					2,31	3,64	5,52	8,07	11,23		
300				1,76	3,08	4,85	7,34				
250				2,11	3,69	5,81	8,79				
200			1,44	2,64	4,61	7,25					
175			1,64	3,01	5,26	8,27					
150			1,92	3,51	6,12						
140			2,05	3,76	6,55						
130			2,21	4,04	7,05						
120			2,39	4,37	7,62						
110			2,61	4,77	8,30						
100		1,28	2,87	5,24							
90		1,42	3,18	5,81							
80		1,59	3,57	6,51							
70		1,82	4,07	7,41							
60		2,12	4,74								
50		2,54	5,65								
40	1,12	3,16									
30	1,49	4,17									
20	2,21										

Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal jalan umumnya terdiri dari beberapa bagian jalan lurus dan bagian melengkung berbentuk busur yang terhubung oleh lengkung peralihan atau tanpa lengkung peralihan. Kecepatan kendaraan yang dipakai pengendara saat melintas di jalan

dipengaruhi oleh cara pengendara memahami parameter alinyemen horizontal tersebut, selain faktor lain seperti tanda batas kecepatan. Apabila arah jalur desain alinyemen perlu diubah karena suatu alasan atau disesuaikan dengan kondisi permukaan tanah, maka dipakai kurva horizontal. Jari-jari lengkung tersebut perlu cukup besar supaya kecepatan kendaraan saat melewati lengkungan sesuai dengan kecepatan di bagian jalan lurus atau sepanjang ruas jalan yang sedang direncanakan.

Perencanaan alinyemen horizontal sebaiknya menetapkan dalam bentuk lurus sepanjang mungkin, dengan radius tikungan yang cukup besar, tetapi panjangnya harus dibatasi agar tidak terasa membosankan bagi pengendara, sehingga tidak membuatnya lalai dalam berkendara.

Tahapan Perencanaan

Berikut adalah tahapan dalam melakukan perencanaan alinyemen horizontal:

1. Merujuk standar desain, identifikasi semua Persyaratan Teknis Jalan (PTJ) yang akan digunakan di jalur alinyemen.
2. Tetapkan kecepatan rencana sesuai dengan kelas jalan, klasifikasi medan jalan, dan ambil radius minimum untuk digunakan.
3. Persiapkan alinyemen percobaan dengan menggunakan garis lengkung dan lurus. Penentuan lengkung harus tetap sama sepanjang alinyemen tersebut. Lengkung di ujung pada bagian garis lurus yang panjang agar diperhatikan, terutama dengan radius kecil, karena dapat menyebabkan kecelakaan.

4. Menyiapkan kerangka alinyemen vertikal dengan memperhitungkan persyaratan teknis jalan untuk rancangan alinyemen vertikal, sinkronisasi antara alinyemen vertikal dan horizontal, beserta drainase.
5. Untuk daerah turunan terutama yang tajam, dipertimbangkan penggunaan lengkung horizontal, dengan memperbesar radiusnya.
6. Mengatur alinyemen horizontal dengan tepat agar semua persyaratan teknis jalan dipenuhi, khususnya radius lengkung yang wajib memenuhi kecepatan rencana, jarak antara persimpangan dan akses yang harus sesuai dengan persyaratan teknis jalan, jarak pandang minimum yang harus tersedia di setiap bagian alinyemen jalan, jarak pandang mendahului yang perlu diperhitungkan di semua ruas jalan, kemiringan melintang dan memanjang jalan yang seluruhnya harus sesuai persyaratan teknis jalan, dan mengurangi pekerjaan tanah.
7. Hasil dari uji coba ini (point 3 hingga 6), kemudian dilanjutkan dengan memeriksa untuk menilai kesesuaian dari perspektif teknis, lingkungan dan ekonomi,. Apabila dibutuhkan, budaya, politik, aspek sosial, pertahanan, serta keamanan juga perlu diperiksa. Alinyemen yang paling tepat atau sesuai dengan kriteria pemilihan yang telah ditetapkan akan menjadi alinyemen rencana yang digunakan.

Perencanaan Tikungan

Jenis tikungan dalam perencanaan, yaitu:

1. *Full Circle* (F-C);

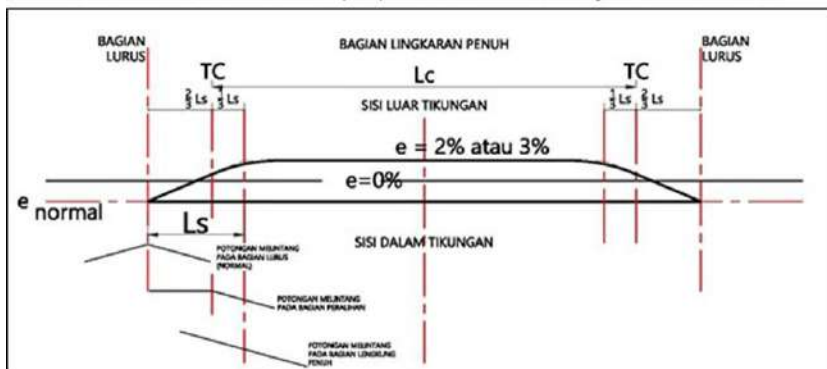
Ada 3 keadaan pada tikungan F-C, seperti yang dijelaskan dalam Gambar 4.1.

2. *Spiral- Circle-Spiral* (S-C-S).

Terdapat dua tipe tikungan S-C-S,

- a. Tikungan S-C-S yang mengalami modifikasi kemiringan melintang normal menjadi superelevasi penuh yang berlangsung sepanjang lengkung peralihan (Gambar 4.2. atas)
- b. Tikungan S-C-S yang mengalami perubahan kemiringan melintang dari normal menuju superelevasi penuh yang dimulai di bagian lurus (Gambar 4. 2. bawah)

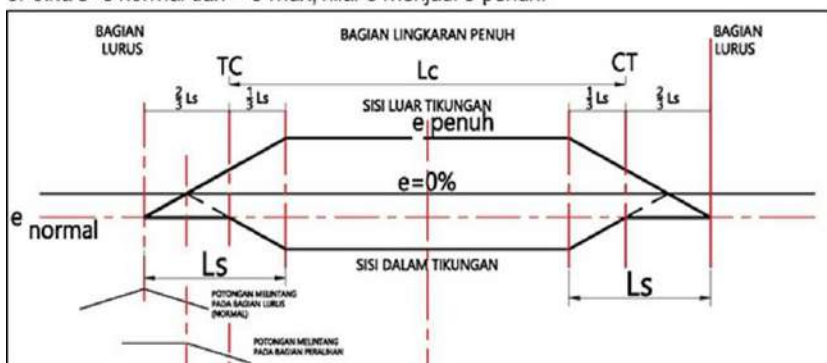
1. Jika $e > 1\%$ dan $< +2\%$ atau $+3\%$ (RC) nilai e dibulatkan menjadi $+2\%$ atau $+3\%$.



2. Jika $e < 1\%$ dan $> -2\%$ atau -3% (NC) nilai e dibulatkan menjadi -2% atau -3% .

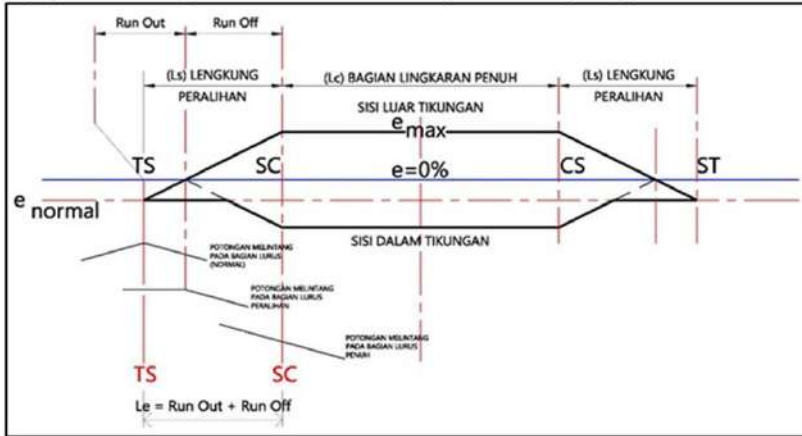


3. Jika $e > e_{\text{normal}}$ dan $< e_{\text{max}}$, nilai e menjadi e_{penuh} .

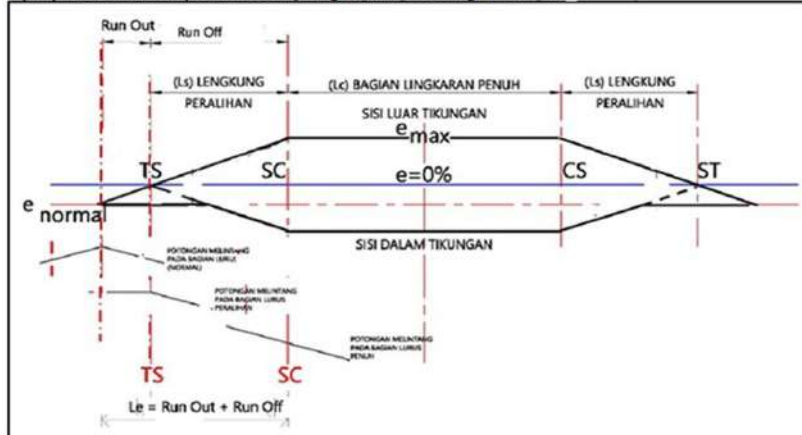


Gambar 4.1. Diagram Superelevasi Full-Circle (FC)

Tipe perubahan superelevasi berada seluruhnya dalam lengkung peralihan:



Tipe perubahan superelevasi yang diawali di bagian lurus:



Gambar 4.2. Diagram Superelevasi Spiral-Circle-Spiral (S-C-S).

Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah bentuk profil yang mengikuti panjang jalur tengah jalan, yang terdiri dari beberapa bagian dengan kemiringan lurus dan lengkungan vertikal. Bentuk profil ini dipengaruhi oleh kondisi topografi, rencana alinyemen horizontal, standar rencana, pekerjaan tanah, kondisi geologi, serta aspek-aspek ekonomi. Bentuk permukaan tanah (kondisi medan) terdapat tiga kondisi, yaitu: kondisi datar, bukit, dan gunung. Bentuk

permukaan tanah datar, penglihatan jarak akan mudah dicapai, dan pembangunannya tidak terlalu sulit atau mahal. Di medan bukit, tanahnya miring naik dan turun secara teratur sepanjang jalan. Terkadang, kemiringan yang curam dapat membatasi desain pada bagian vertikal dan horizontal yang biasa digunakan.

Untuk kondisi medan gunung, tinggi permukaan tanah yang berubah secara tiba-tiba pada ukuran panjang maupun lebar di sepanjang jalur jalan sering terjadi, sehingga sering kali memerlukan penggalian yang curam dan pembuatan tangga tanah (*benching*) agar dapat mencapai tingkat ketinggian horizontal dan vertikal yang memadai.

Dalam perencanaan alinyemen vertical, hal-hal yang diperhatikan antara lain:

1. Kondisi geoteknis.
2. Topografi eksisting.
3. *Overpass* (ruang bebas vertikal, jarak pandang, dan *overlay*).
4. Persimpangan eksisting.
5. Jalur masuk.
6. Jalan bawah tanah.
7. Jalur pejalan kaki.
8. Buka median.
9. Jalur pelayanan utilitas dan persyaratan perlindungannya.

Dalam perencanaan perlu memperhatikan dampak bentuk melintang tubuh jalan yang terletak di batas atau memotong jalan yang dapat memengaruhi bentuk geometris vertikal, khususnya saat mempertimbangkan

drainase, serta variasi dalam profil melintang atau superelevasi, yaitu:

1. Sudut antara objek dan jalan
2. Pengurangan dan penambahan lajur lalu lintas
3. Posisi puncak kemiringan melintang jalan

Daftar Pustaka

- AASHTO 2004,"Geometric Design Of Highways And Street".
- American Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTO (2018). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (7th ed.). Washington, D.C.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (Revisi 2). Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- Direktorat Jenderal Bina Marga). (2020). Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan (No. 01/BM/2020). Jakarta: Kementerian PUPR
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, (2021). Surat Edaran No. 20/SE/Db/2021. Tentang Pedoman desain Geomterik Jalan.
- Lawalata, G.M., Faisal R., Ida R.S., Vera G., S. Amelia, Harlan P, Parbowo, 2019. Kendaraan Desain untuk Perancangan Geometrik Jalan di Indonesia. Jurnal Jalan-Jembatan,Volume 36 No. 2 Juli-Desember 2019: 117-131. Bandung
- Lawalata, G.M., Faisal R. 2020. Kendaraan Desain dan Radius Putar untuk Desain Geometrik Jalan di Indonesia. Jurnal Jalan-Jembatan,Volume 37 No. 1 Januari-Juni 2020: 46-60. Bandung
- Oglesby, Clarkson H, dan R. Gary Hicks. (1998). Teknik Jalan Raya. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Saodang, Hamirhan (2004). Konstruksi Jalan Raya Buku 1 Geometrik Jalan. Penerbit Nova, Bandung
- Undang-Undang No. 38 Tahun 2004, Tentang Jalan.

Profil Penulis



Ir. Muhammad Taufiq Yuda Saputra, S.T., M.T.

Penulis di lahirkan di Makassar pada tanggal 15 Juli 1975 Ketertarikan penulis terhadap ilmu teknik sipil dimulai pada tahun 1994 silam. Hal tersebut membuat penulis memilih untuk melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan studi S1 di prodi Teknik Sipil Universitas Hasanuddin pada tahun 2000. Tahun 2010, penulis menyelesaikan studi S2 di prodi Manajemen Rekayasa Transportasi Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen tetap di Program Studi S1 Teknik Sipil FT Universitas Khairun Kota Ternate Provinsi Maluku Utara. Penulis pernah menjabat sebagai Kepala Laboratorium Jalan dan Aspal, Kepala Laboratorium Ilmu Ukur Tanah, dan sekarang menjabat sebagai Koordinator Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik di Universitas Khairun. Penulis juga aktif dalam kegiatan ilmiah dan organisasi keprofesian yaitu Masyarakat transportasi Indonesia (MTI) dan Forum Studi Transportasi Perguruan Tinggi (FSTPT). Sehari-harinya bekerja sebagai dosen pengampu mata kuliah Prasarana Transportasi Antar Moda, Rekayasa Geometrik Jalan dan Manajemen Transportasi. Selain itu penulis juga aktif dalam menulis jurnal serta aktif menulis modul ajar dan book chapter.

Email Penulis: taufiqys@unkhair.ac.id

DIMENSI DAN KAPASITAS JALAN

Risky Aprianti Azis, S.T., M.T

Institut Kesehatan dan Teknologi Graha Medika

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia

Pedoman kapasitas Jalan Indonesia 2014 merupakan pedoman untuk perencanaan, perancangan dan operasi fasilitas lalu lintas yang memadai (PKJI,2014). Nilai kapasitas dan hubungan kecepatan arus digunakan untuk perencanaan, perancangan, dan operasional jalan raya di Indonesia, dalam upaya memutakhirkan MKJI1997 diharapkan dapat memandu dan menjadi acuan teknis bagi para penyelenggara jalan, penyelenggara lalu lintas dan angkutan jalan, pengajar, praktisi baik ditingkat pusat maupun di daerah dalam melakukan perencanaan dan evaluasi kapasitas jalan perkotaan dan jalan persimpangan (PKJI, 2014).

Pengertian Tentang Kapasitas Jalan

Kapasitas didalam Manual Kapasitas Jalan Idonesia didefinisikan sebagai arus maksimum yang melewati suatu titik pada jalan bebas hambatan yang dapat dipertahankan persatuan jam dalam kondisi yang berlaku. Untuk jalan bebas hambatan tak terbagi, kapasitas adalah arus maksimum dua-arah (kombinasi kedua arah), untuk jalan bebas hambatan terbagi kapasitas adalah arus maksimum perlajur.

Pada saat arus rendah kecepatan lalu lintas kendaraan bebas tidak ada gangguan dari kendaraan lain, semakin banyak kendaraan yang melewati ruas jalan, kecepatan akan semakin turun sampai suatu saat tidak bisa lagi arus/volume lalu lintas bertambah, di sinilah kapasitas terjadi. Setelah itu arus akan berkurang terus dalam kondisi arus yang dipaksakan sampai suatu saat kondisi macet total, arus tidak bergerak dan kepadatan tinggi.

Di dalam pembahasan mengenai kapasitas jalan, kecepatan, volume dan kepadatan saling berhubungan. Semakin banyak kendaraan yang ada di jalan, berarti bahwa kecepatan rata-rata kendaraan berkurang. Kurva hubungan antara kecepatan dan volume arus lalu lintas dapat di definisikan sebagai berikut:

1. Arus bebas terjadi pada arus lalu lintas rendah, dimana kendaraan dengan bebas memilih kecepatan.
2. Arus stabil terjadi pada volume yang meningkat dan kecepatan berkurang karena pengemudi tidak bebas lagi memilih kecepatannya mengingat kendaraan sudah saling menghalangi.
3. Arus tidak stabil terjadi pada saat volume mencapai kapasitasnya, pertambahan volume lalu-lintas dapat mengurangi kecepatan rata-rata yang besar.
4. Arus dipaksakan terjadi pada saat lebih banyak kendaraan yang mencoba memakai jalan.

Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Jalan

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas yaitu:

1. Kondisi ideal

Kondisi ideal dapat dinyatakan sebagai kondisi yang mana peningkatan jalan lebih lanjut dan perubahan kondisi cuaca tidak akan menghasilkan nilai pertambahan kapasitas

2. Kondisi jalan

Kondisi jalan yang mempengaruhi kapasitas meliputi :

- a. Tipe fasilitas atau kelas jalan
- b. Lingkungan sekitar misalnya antar kota atau perkotaan
- c. Lebar lajur
- d. Lebar bahu jalan
- e. Kebebasan lateral dan fasilitas pelengkap lalu lintas
- f. Alinemen horizontal dan vertical
- g. Kondisi permukaan jalan dan cuaca

3. Kondisi medan

Tiga kategor dari kondisi medan umumnya dikenal :

- a. Medan datar, semua kombinasi dari alinemen horizontal dan vertical dan kelandaian yang tidak menyebabkan kendaraan barang kehilangan kecepatan dan dapat mempertahankan kecepatan seperti kecepatan mobil penumpang
- b. Medan bukit, semua kombinasi dan alimen horizontal dan vertikal dan kelandaian yang menyebabkan kendaraan barang kehilangan kecepatan jauh di bawah kecepatan mobil penumpang tetapi tidak menyebabkan mereka merayap untuk periode waktu yang Panjang
- c. Medan gunung, semua kombinasi dari alinemen horizontal dan vertical dan kelandaian yang menyebabkan kendaraan angkutan barang merayap untuk periode waktu yang cukup Panjang dengan interval yang sering

4. Kondisi lalu lintas

Tiga kategori dari lalu lintas jalan yang umumnya dikenal adalah:

- a. Mobil penumpang : van, pick-up, jepp, dll
- b. Kendaraan barang
- c. Bis

5. Populasi pengemudi

Karakteristik arus lalu lintas sering dihubungkan dengan kondisi lalu lintas pada hari kerja yang teratur, misalnya komuter dan pemakai jalan lainnya yang rutin

6. Kondisi pengendalian lalu lintas

Kondisi pengendalian lalu lintas mempunyai pengaruh yang nyata pada kapasitas jalan, tingkat pelayanan dan arus jenuh. Bentuk pengendalian lalu lintas adalah:

- a. Lampu lalu lintas
- b. Rambu/marka jalan
- c. Rambu/ marka beri jalan
- d. Bundaran.

Kapasitas jalan kota

Faktor yang memengaruhi kapasitas jalan kota adalah lebar jalur atau lajur, ada tidaknya pemisah/median jalan, hambatan bahu/kerb jalan, gradient jalan, didaerah perkotaan atau luar kota. Rumus di wilayah perkotaan ditunjukkan berikut ini :

$$C = C_o \times F_{cw} \times F_{csp} \times F_{csf} \times F_{ccs}$$

Dimana:

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam), biasanya digunakan angka 2300 smp/jam

F_{cw} = Faktor penyesuaian lebar jalan

F_{csp} = Faktor penyesuaian pemisah arah

F_{csf} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kreb

F_{ccs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar didefinisikan sebagai volume maksimum perjam yang dapat lewat suatu potongan lajur jalan (untuk jalan multi lajur) atau suatu potongan jalan (untuk jalan dua lajur) pada kondisi jalan dan arus lalu lintas ideal.

Kapasitas dasar yang digunakan sebagai acuan adalah sebagai berikut:

Jenis jalan	Kapasitas jalan (smp/jam)	Keterangan
Jalan empat lajur terbagi atau jalan satu arah	1650	perlajur
Jalan empat lajur tidak terbagi	1500	perlajur
Jalan dua lajur tidak terbagi	2900	Total untuk kedua arah

Faktor Penyesuaian Lebar Jalan

Semakin lebar lajur jalan semakin tinggi kapasitas demikian sebaliknya semakin sempit semakin rendah kapasitas, karena pengemudi harus lebih waspada pada lebar lajur yang lebih sempit. Lebar standar lajur yang digunakan adalah 3,5 m dengan perincian kalau lebar maksimum kendaraan adalah 2,5 m maka masih ada ruang besar di kiri kanan kendaraan sebesar masing-masing 0,5 m. Pada table berikut ditunjukkan factor penyesuaian lebar jalan untuk berbagai kondisi :

Tipe jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (Wc) (m)	FCw
Empat-lajurterbagi atau jalan satu arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
Empat-lajur tak terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
Dua lajur tak terbagi	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00

	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Faktor Penyesuaian Pemisah Arah

Untuk jalan tak terbagi, peluang terjadinya kecelakaan depan lawan depan atau lebih dikenal dengan laga kambing lebih tinggi sehingga menambah kehati-hatian pengemudi sehingga dapat mengurangi kapasitas seperti ditunjukkan dalam table berikut :

Pemisah arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	Dua lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Tingkat pelayanan pada ruas jalan diklasifikasikan atas:

1. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi:
 - a. Arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan tinggi
 - b. Kepadatan lalu lintas sangat rendah dengan kecepatan yang dapat dikendalikan oleh pengemudi berdasarkan batasan kecepatan maksimum/minimum dan kondisi fisik jalan
 - c. Pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkan tanpa atau dengan sedikit tundaan.

2. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi:
 - a. Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas
 - b. Kepadatan lalu lintas rendah hambatan internal lalu lintas belum mempengaruhi kecepatan
 - c. Pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan.
3. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi:
 - a. Arus stabil tetapi kecepatan dan pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi
 - b. Kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat.

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) adalah rasio dari volume arus lalu lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam) pada bagian jalan tertentu, biasanya dihitung dalam per jam. Rumus yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$DS = Q / C$$

Keterangan:

DS = Derajat kejenuhan (per jam)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

Simpang Bersinyal

Pengaturan lampu lalu lintas pada simpang merupakan hal yang paling kritis dalam pergerakan lalu lintas. Pada simpang dengan arus lalu lintas yang besar telah diperlukan pengaturan dengan menggunakan lampu

lalulintas. Pengaturan lampu lalulintas ini diharapkan mampu mengurangi tundaan yang dialami oleh kendaraan dibandingkan jika tidak menggunakan lampu lalu lintas. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam memilih suatu sistem pengendalian simpang bersinyal yang akan digunakan antara lain adalah Volume lalulintas dan jumlah kendaraan, Tipe kendaraan yang menggunakan simpang, Tata guna lahan disekitar simpang, Kecepatan kendaraan, Pertumbuhan lalulintas, Keselamatan lalulintas, Biaya pemasangan dan pemeliharaan lampu lalulintas. Dari kriteria tersebut di atas akan ditentukan jenis sistem pengendalian simpang yang akan digunakan terdapat lima jenis sistem pengendalian simpang 33 yaitu Simpang tanpa prioritas (*Non Priority Junction*). Simpang dengan prioritas (*Priority Junction*), Bundaran (*Roundabout*), Simpang dengan lampu lalulintas (*Signalized junction*), Simpang Susun (*Grade Separate Junction*).

Arus Jenuh Lalu Lintas

Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 adalah sebagai berikut:

Menentukan arus jenuh dasar (S_o) untuk setiap pendekat.
untuk pendekat tipe P (arus terlindung)

$$S_o = 600 \times W_e \text{ (smp/jam hijau)}$$

Keterangan :

S_o = arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

W_e = lebar efektif (m)

Menghitung nilai arus jenuh S_y yang disesuaikan dengan rumus :

$$s = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_{FG} \times F_p \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ (smp/jam hijau)}$$

Keterangan:

S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam hijau)

So = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

FCS = Faktor penyesuaian ukuran kota

FSF = Faktor penyesuaian untuk hambatan sampling

Fo = Faktor penyesuaian untuk kelandaian

Fp = Faktor penyesuaian parkir

Frt = Faktor penyesuaian belok kanan

Flt = Faktor penyesuaian belok kiri

Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Penduduk kota (juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)
>3,0	1,05
1,0 - 3,0	1,00
0,5 - 1,0	0,94
0,1 - 0,5	0,83
<0,1	0,82

Kinerja Ruas Jalan dan Simpang

1. Kinerja Ruas Jalan

Kinerja ruas jalan menurut Panduan Kapasitas Jalan Indonesia 2014 didefinisikan sebagai ukuran kuantitatif yang menerangkan kondisi operasional fasilitas ruas jalan (PKJI,2014). Kinerja suatu ruas jalan dapat diukur sebagai berikut:

- a. Kapasitas (C) Kapasitas didefinisikan sebagai arus lalu lintas maksimum dalam satuan ekr/jam yang dapat dipertahankan sepanjang segmen jalan

tertentu dalam kondisi tertentu, yaitu meliputi geometrik, lingkungan dan lalu lintas (PKJI,2014).

- b. Derajat Kejenuhan (DJ) Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio antara arus lalu lintas terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja ruas jalan (PKJI,2014).
- c. Kecepatan Tempuh (VT). Kecepatan tempuh merupakan kecepatan rata-rata ruang (space mean speed) kendaraan sepanjang segmen jalan (PKJI, 2014).
- d. Kecepatan Arus Bebas (VB) Kecepatan arus bebas didefinisikan sebagai kecepatan suatu kendaraan yang tidak terpengaruh oleh kehadiran kendaraan lain, yaitu kecepatan dimana pengemudi merasa nyaman untuk bergerak pada kondisi geometrik, lingkungan dan pengendalian lalu lintas yang ada pada suatu segmen jalan tanpa lalu lintas lain (PKJI, 2014).
- e. Kecepatan Tempuh (VT). Kecepatan tempuh merupakan kecepatan rata-rata ruang (space mean speed) kendaraan sepanjang segmen jalan (PKJI, 2014).
- f. Hambatan Samping. Hambatan samping merupakan kegiatan di samping segmen jalan yang berpengaruh terhadap kinerja lalu lintas (PKJI, 2014).

Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpang. Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometri (DG). Tundaan lalu lintas (DT) adalah waktu menunggu yang

disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Tundaan geometri (DG) disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok disimpang yang dipengaruhi oleh geometri jalan.

Kondisi Lingkungan

1. Kondisi Lingkungan Ruas Jalan. Kondisi lingkungan ruas jalan perkotaan pada kedua sisinya memiliki perkembangan menerus didominasi rumah makan, perkantoran, industri, atau perkampungan (kios kecil dan kedai di sisi jalan tidak dianggap sebagai perkembangan yang permanen).
2. Kondisi Lingkungan Simpang. Pengkategorian tipe lingkungan jalan ditetapkan menjadi 3 yaitu: komersil, pemukiman, dan akses terbatas. Pengkategorian tersebut berdasarkan fungsi tata guna lahan dan aksesibilitas jalan dari aktivitas yang ada disekitar simpang. Kategori tersebut ditetapkan berdasarkan penilaian teknis dan kriteria sebagaimana diuraikan berikut ini:
 - a. Komersil yaitu lahan yang digunakan untuk kepentingan komersial, misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran, dengan akses masuk langsung baik bagi pejalan kaki maupun kendaraan (PKJI,2014).
 - b. Pemukiman yaitu lahan yang digunakan untuk tempat tinggal dengan jalan masuk langsung baik bagi pejalan kaki maupun kendaraan (PKJI,2014).
 - c. Akses terbatas yaitu lahan tanpa jalan masuk langsung atau sangat terbatas, misalnya karena adanya penghalang fisik akses harus melalui jalan samping (PKJI,2014).

Manajemen Lalu Lintas

Manajemen lalu lintas adalah Pengelolaan dan pengendalian arus lalu lintas dengan melakukan optimasi penggunaan prasarana yang ada. Hal ini menyangkut kondisi arus lalu lintas dan juga sarana penunjangnya, baik pada saat sekarang maupun yang akan direncanakan (Iskandar Abubakar, 1995). Sasaran yang diterapkan sesuai dengan tujuan manajemen lalu lintas adalah untuk mengatur dan menyederhanakan lalu lintas dengan melakukan pemisahan terhadap tipe, kecepatan dan pemakai jalan. Yang berbeda untuk meminimumkan gangguan terhadap lalu lintas. Disamping itu juga sasaran yang ingin dicapai adalah untuk mengurangi tingkat kemacetan lalu lintas dengan menaikkan kapasitas atau mengurangi volume lalu lintas pada suatu jalan. Melakukan optimasi ruas jalan dengan menentukan fungsi dari jalan dan control terhadap aktivitas - aktivitas yang tidak cocok dengan fungsi jalan.

Strategi dan Teknik Manajemen Lalu lintas

Strategi - strategi dan teknik yang dapat dilakukan dalam manajemen lalu lintas antara lain:

1. Manajemen kapasitas Tujuan manajemen kapasitas adalah membuat penggunaan dan ruas jalan seefektif mungkin. Teknik yang dapat dilakukan dalam manajemen kapasitas antara lain adalah dengan perbaikan persimpangan dengan penggunaan kontrol dan geometri secara optimum, manajemen ruas jalan dengan melakukan pemisahan tipe kendaraan, kontrol waktu dan tempat parkir, dan pelebaran jalan. Strategi yang lain adalah dengan pembatasan tempat membelok, system jalan satu arah, dan koordinasi lampu lalu lintas.

2. Manajemen prioritas Beberapa pilihan yang dapat digunakan dalam manajemen prioritas adalah prioritas bagi kendaraan umum yang menggunakan angkutan massal karena kendaraan tersebut bergerak dengan jumlah penumpang yang banyak. Efisiensi penggunaan ruas jalan dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa teknik, ayang antara lain adalah penggunaan jalur khusus bus, prioritas persimpangan, jalur bus, jalur khusus sepeda, dan prioritas bagi angkutan barang.
3. Manajemen Demand (Permintaan) Strategi yang dipakai dalam manajemen permintaan antara lain adalah merubah rute kendaraan pada jaringan dengan tujuan memindahkan kendaraan dari daerah macet ke daerah yang tidak macet, merubah moda perjalanan dari angkutan pribadi ke angkutan umum pada jam sibuk yang berarti penyediaan prioritas bagi angkutan umum, dan control terhadap tata guna lahan. Adapun tekniknya adalah dengan kebijakannnya parkir, penutupan jalan, dan Batasan fisik.

Penerapan Manajemen Lalu Lintas

Penerapan manajemen lalu lintas pada ruas jalan berkaitan dengan skala waktu. Strategi yang dapat dipakai adalah dengan memperbaiki arus lalu lintas dengan mengontrol adanya gangguan yang dapat diatasi dengan menentukan jaringan jalan arteri dan kebijaksanaan untuk menghubungkan seluruh arus lalu lintas pada jaringan jalan.

Daftar Pustaka

- Anita, D., Paransa, M. J., & Elisabeth, L. (2015). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan 17 Agustus – Jalan Babe Palar Kota Manado. *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan 17 Agustus – Jalan Babe Palar Kota Manado Jurnal Sipil Statik*, 3(9).
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Gowa. 2021. *Berita Resmi Statistik*. Kabupaten Gowa.
- Budi, S., Sihite, G., Indriastuti, A. K., & Priyono, Y. (2017). Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal Berdasarkan Pkji 2014 dan Pengamatan Langsung (Studi Kasus: Simpang Jl. Brigjend Sudiarto/ Jl. Gajah Raya/ Jl. Lamper Tengah Kota Semarang). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(2), 180–193.
- Chisty, C. J., & Lall, B. K. 2003. *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2014. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*. Jakarta.
- Ismanto, A. 2021. *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Untuk Peningkatan Pelayanan Lalu Lintas : Studi Kasus Simpang Patangpuluhan, Yogyakarta*. Skripsi S1, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
- Nasution, T. R P. 2020. *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Program SIDRA Dan MKJI 1997 (Studi Kasus : Persimpangan Jalan Ir. H. Juanda– Brigjen Katamso, Medan)*. Skripsi S1, Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara Medan.
- Tamin, O. Z. 1997. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Edisi Kedua*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Sukiman, S. 1999. *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova.

Vanidi, M. 2021. Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal Glugur Darat Medan Timur Sampai Tahun 2031. Skripsi S1, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan.

Profil Penulis



Risky Aprianti Azis, S.T., M.T

Penulis di lahirkan di Bulu-bulu pada tanggal 08 April 1998 Ketertarikan penulis terhadap ilmu sipil dimulai pada tahun 2016 silam. Hal tersebut membuat penulis memilih untuk masuk ke Universitas Muslim Indonesia di Makassar dengan memilih Jurusan Teknik Sipil dan berhasil lulus pada tahun 2020. Dua tahun kemudian, penulis menyelesaikan studi S2 di prodi Teknik Sipil Program Pasca Sarjana Universitas Muslim Indonesia Makassar. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen tetap di Program Studi S1 Teknik Sipil Kotamobagu. Penulis pernah menjabat sebagai asisten laboratorium transportasi Penulis juga aktif dalam kegiatan konstruksi pengawasan maupun perencanaan infrastruktur di Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. Selain itu penulis juga aktif dalam menulis jurnal serta aktif menulis buku ajar dan book chapter.

Email Penulis: riskyapriantiazis@gmail.com

PERENCANAAN LALU LINTAS

Ir. Riduan R. Amin, ST, M.T
Universitas Tompotika Luwuk

Latar Belakang

Jalan raya merupakan sarana atau tempat untuk dilalui kendaraan baik itu kendaraan bermotor ataupun sejenisnya yang melalui jalan tersebut. karena jalan raya merupakan sarana yang sangat penting yang sangat berpengaruh dalam segala aspek kehidupan. Sehingga dari segi manapun jalan raya merupakan penggerak suatu ekonomi dan kemajuan dari suatu negara.

Menurut Undang-Undang Nomor: 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan bahwa Lalu lintas di definisikan sebagai gerak Kendaraan dan orang di ruang Lalu Lintas jalan, sedang yang dimaksud dengan ruang Lalu Lintas jalan adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah Kendaraan, orang, dan/atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung. Menurut Warpani S, (2002:1) Angkutan (transport) adalah kegiatan pemindahan orang dan barang dari suatu tempat(asal) ke tempat lain (tujuan) dengan menggunakan sarana (kendaraan). Oleh karena itu yang harus diperhatikan adalah keseimbangan antara kapasitas moda angkutan (armada) dengan jumlah (volume) barang maupun orang yang memerlukan angkutan.

Pada perencanaan lalu lintas penulis mengambil contoh studi penelitian pada wilayah Kecamatan Luwuk ibu kota Kabupaten Banggai yang sekaligus menjadi pusat

pemerintahan. Sebuah kecamatan di Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah. Kota Luwuk berjarak 610 kilometer dari kota Palu, ibu kota provinsi Sulawesi Tengah, Seperti diperlihatkan pada Peta dibawah ini (Gambar 6.1). Setelah pemekaran kecamatan Luwuk Utara, Luwuk Timur dan Luwuk Selatan, kecamatan Luwuk memiliki wilayah seluas 72,82 km² dengan kondisi geografi berbatasan dengan laut dan dikelilingi perbukitan dengan ketinggian mencapai 170 mdpl. Berdasarkan data dari kementerian dalam negeri tahun 2020, kota Luwuk memiliki jumlah penduduk sebanyak 35.074 jiwa.

(Dikutip dari https://id.wikipedia.org/wiki/Luwuk,_Banggai)



Gambar 6.1 Contoh Peta Kabupaten Banggai, Lingkaran Merah adalah Kota Luwuk Kab, Banggai, 2024



Gambar 6.2 Google Maps, Jalan Dr. Moh, Hatta
Sumber: Penulis, 2024

Kota Luwuk merupakan daerah yang pendidikannya cukup baik terutama perguruan tinggi, sehingga banyak pendatang dari kalangan mahasiswa dari luar kota untuk menuntut ilmu di beberapa perguruan tinggi yang ada di Kota Luwuk yaitu Universitas Tompotika Luwuk dan Universitas Muhammadiyah Luwuk dan beberapa perguruan tinggi lainnya. Bukan hanya dari segi pendidikan, banyak juga pendatang dari kalangan karyawan, pedagang, serta dalam bidang pekerjaan lainnya seperti halnya para karyawan di bidang pertambangan energi dan mineral yaitu PT Pertamina EP dan JOB Pertamina-Medco E&P Tomori serta DSLNG Sinorang.

Hal inilah menyebabkan pertumbuhan perekonomian dan pariwisata yang terus meningkat serta mendorong peningkatan jumlah kebutuhan masyarakat akan alat transportasi seperti angkutan udara, angkutan laut dan angkutan darat berupa mobil, sepeda motor sebagai alat transportasi untuk menunjang kegiatan sehari-hari.

Kondisi lalu lintas di Kota Luwuk saat ini rawan terjadinya masalah-masalah lalu lintas seperti kemacetan di beberapa ruas jalan dalam kota Luwuk. Oleh karena itu, dalam perencanaan lalu lintas beberapa survei yang perlu dilaksanakan antara lain adalah:

1. Survei LHR
2. Survei Kecepatan, dan
3. Survei Tingkat Kepadatan Lalu lintas.

Tujuan Survey

Tujuan pengumpulan data pada survey lalu lintas kali ini yaitu:

1. Untuk mengetahui tingkat kepadatan lalu lintas seperti dicontohkan pada Ruas Jalan Dr. Moh, Hatta

Kecamatan Luwuk Selatan (Gambar 6.2) berdasarkan volume lalu lintas yang mencakup jenis kendaraan dan arah gerakan kendaraan, dengan melakukan pengamatan dan pencacahan langsung di lapangan dalam periode waktu yang telah ditentukan.

2. Untuk mengetahui Kecepatan lalu lintas pada ruas jalan berdasarkan volume lalu lintas, arah arus lalu lintas, jenis kendaraan dalam satu satuan waktu tertentu yang dilakukan dengan pengamatan dan pencacahan langsung di lapangan.

Manfaat Penelitian

1. Sebagai dasar Perencanaan dan Perancangan Lalu Lintas di dalam Kota.
2. Sebagai dasar untuk menentukan Manajemen Lalu Lintas di dalam Kota.

Perhitungan Lalu Lintas (*Traffic Counting*)

Perhitungan lalu lintas merupakan suatu metode perhitungan kendaraan dalam survei lalu lintas. Perhitungan lalu lintas atau *Traffic Counting* dapat dilakukan dengan dua acara yaitu Perhitungan Tangan (Manual) dan Perhitungan *Computer* dengan menggunakan aplikasi *Microsof Axel*.

Volume / *Flow*

Volume adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik atau pada suatu ruas jalan dalam waktu yang lama (minimal 12 jam) tanpa membedakan arah dan lajur. Definisi volume Arus lalu lintas menurut Rusdiyanto,(2014:10) adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik/garis khayal pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kend/jam (Q_{kend}), smp/jam (Q_{smp}) atau arus harian dalam bentuk LHRT (Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan).

Menurut Saodang H, (2005:3-4), bahwa waktu pelaksanaan Survei lalu Lintas tergantung ketelitian yang diinginkan dan target perancangan, dan umumnya dibagi menjadi 3 kelompok yaitu:

1. Kategori A
2. Kategori B dan
3. Kategori C

Survai lalu lintas **kategori A** dilakukan selama 72 Jam, dengan 3 X 4 periode sebagai berikut:

1. Periode 1 : Jam 24.00 – 06.00
2. Periode 2 : Jam 06.00 – 12.00
3. Periode 3 : Jam 12.00 – 18.00

Survai lalu lintas **kategori B** dilakukan selama 36 Jam, dengan 2 X 3 periode sebagai berikut:

1. Periode 1 : Jam 06.00 – 12.00
2. Periode 2 : Jam 12.00 – 18.00
3. Periode 3 : Jam 18.00 – 24.00

Survai lalu lintas **kategori C** dilakukan selama 24 Jam, dengan 2 X 2 periode sebagai berikut:

1. Periode 1 : Jam 06.00 – 12.00
2. Periode 2 : Jam 12.00 – 18.00

Catatan: Untuk jalan-jalan strategis dapat saja dilaksanakan waktu pelaksanaan 7 X 24 dengan kategori A.

Untuk Tim Survai mengambil Survai "kategori C"

Segmen jalan selama selang waktu tertentu yang dapat diekspresikan dalam, harian (LHR), jam-jaman atau sub jam. *Rate of Flow* atau Nilai Arus adalah Volume lalu-

lintas yang biasanya kurang dari satu jam tetapi diekspresikan dalam satu jam.

Oleh karena itu, dalam perencanaan ini dimana untuk mendapatkan nilai arus suatu segmen jalan yang terdiri dari banyak tipe kendaraan maka semua tipe-tipe kendaraan tersebut harus dikonversi kedalam satuan mobil penumpang (smp). Konversi kendaraan kedalam satuan SMP (Satuan Mobil Penumpang) diperlukan adanya angka faktor angka ekivalen untuk berbagai jenis kendaraan.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, Angka ekivalensi mobil penumpang (emp) pada simpang tidak bersinyal berdasarkan penelitian di 275 kota di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 6.1 di bawah ini sebagai angka-angka analisis perhitungan selanjutnya.

Tabel 6.1 Nilai emp menurut MKJI (1997)

Tipe Kendaraan	Nilai emp
Kendaraan ringan (LV)	1,0
Kendaraan berat (HV)	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,5

Sumber: MKJI (1997)

Spot Speed

Kecepatan setempat (*Spot Speed*), yaitu kecepatan kendaraan pada suatu saat diukur dari suatu tempat yang ditentukan. Dalam suatu aliran lalu lintas yang bergerak setiap kendaraan mempunyai kecepatan yang berbeda sehingga aliran lalu lintas tidak mempunyai sifat kecepatan yang tunggal akan tetapi dalam bentuk distribusi kecepatan kendaraan individual. Dari distribusi kecepatan kendaraan secara diskrit, suatu nilai rata-rata

atau tipikal digunakan untuk mengidentifikasikan aliran lalu lintas secara menyeluruh. Ada dua jenis analisis kecepatan yang dipakai pada studi kecepatan arus lalu-lintas yaitu:

1. *Time Mean Speed* (TMS), yaitu rata-rata kecepatan dari seluruh kendaraan yang melewati suatu titik pada jalan selama periode waktu tertentu. Kecepatan terdistribusi dalam waktu, sedangkan lokasinya tetap.
2. *Space Mean Speed* (SMS), yaitu rata-rata kecepatan kendaraan yang menempati suatu segmen atau bagian jalan pada interval waktu tertentu.
3. Perbedaan analisis dari kedua jenis kecepatan di atas adalah bahwa TMS adalah pengukuran titik, sementara SMS pengukuran berkenaan dengan panjang jalan atau lajur.

Kerapatan/ *Density*

Kerapatan adalah jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang jalan atau lajur dalam kendaraan per-km atau kendaraan per-km per lajur. Nilai kerapatan dihitung berdasarkan nilai kecepatan dan arus, karena sulit diukur di lapangan.

Ketiga unsur karakteristik dasar lalu lintas merupakan unsur pembentuk aliran lalu lintas yang akan mendapatkan pola hubungan:

1. Kecepatan dengan Kerapatan
2. Volume dengan Kecepatan
3. Volume dengan Kerapatan

Oleh karena itu, hubungan antara volume dan kerapatan memperlihatkan bahwa kerapatan akan bertambah apabila volumenya juga bertambah. Volume maksimum terjadi pada saat kerapatan mencapai titik dimana

(kapasitas jalur jalan sudah tercapai). Setelah mencapai titik ini volume akan menurun walaupun kerapatan bertambah sampai terjadi kemacetan.

Data Geometrik Ruas Jalan Dr. Moh, Hatta

Data Geometrik jalan adalah data yang dibutuhkan untuk mengetahui kondisi jalan itu sendiri secara nyata di lapangan. Data geometrik jalan ini berupa tipe daerah, tipe jalan, jenis perkerasan, lebar efektif jalan, lebar jalur, lebar lajur, serta lebar bahu jalan. Gambar geomerik jalan pada lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel 6.2 di bawah ini.

Tabel 6.2 Contoh Data Geometrik Ruas Jalan Dr, Moh, Hatta

Data	Keterangan
Type Jalan	Dua lajur, dua arah tak terbagi
Lebar Jalur	8,0 Meter
Lebar Per-Lajur	4,0 Meter
Bahu Jalan	0,0 Meter
Fungsi Jalan	Jalan Kota
Kondisi	Baik

Sumber: Hasil Pengamatan Tim Survei,(2024)

Contoh Tim Survei

Tabel 6.3 Surveyor Pengumpulan data Survai

No	NAMA	TUGAS
1	Sela Felsandi	Koordinator lapangan serta bertanggung jawab atas seluruh hasil survey
2.	Rifaldo	Menghitung jumlah kendaraan ringan dari arah Dr. Moh, Hatta ke Arah Pulau Sulawesi
3	Muh, Aldrian	Menghitung kendaraan ringan dari arah Pulau Sulawesi ke Arah Dr, Moh, Hatta

4	Rizqi Novi Wulandari	Menghitung Hambatan samping kiri dan kanan ruas jalan.
5	Andi Rifai Kasim	Menghitung kendaraan berat serta kendaraan tak bermotor untuk kedua arah
6.	Jeremi Luis	Menghitung Hambatan samping kiri dan kanan ruas jalan.
7.	Alan Miuk	Menghitung kendaraan sepeda motor dari kedua arah Jl, Dr, Moh, Hatta

Sumber: Tim Survei, (2024)

Peralatan

Yang perlu dipersiapkan dalam pelaksanaan survey antara lain:

1. Formulir
2. Papan Alas Tulis
3. Alat Tulis
4. Jam
5. Air minum
6. Hand Tally Counter (Alat utk penghitung kendaraan, yang lewat)
7. Speed Gun (Alat Mengukur Kecepatan Kendaraan,)
8. Walking Measure (Alat Mengukur Geometrik Jalan)
9. Stopwatch Alat (mengukur waktu pencacahan Kendaraan,)
10. Camera/Hp, Menggunakan Apl. GPS Map Camera
11. *Handy Talky*
12. APD (Alat Pelindung Diri).

Langkah-langkah Pengamatan pada pengumpulan data arus lalu lintas di Ruas Jalan Dr. Moh. Hatta

1. Pengamat menempati titik Pengamatan/(Pos) yang telah ditentukan yaitu pada tepi jalan.
2. Pandangan pengamat ke arah jalur pengamatan dan menghadap arah datangnya kendaraan.
3. Setiap pengamat menghitung jumlah kendaraan disetiap titik jalur pengamatan yang telah ditentukan dengan jenis kendaraan yang telah ditentukan.
4. Pengamatan dilakukan dengan interval pencatatan 60 menit sepanjang waktu pengumpulan data dalam hal ini 1 jam, dan jam-jaman berikutnya.
5. Hasil pengamatan dicatat dalam formulir yang telah disediakan dengan cara menggunakan *Hand Tally Counter*.



Gambar 6.3 Ilustrasi keadaan di Lapangan
Sumber: Tim Survej, (2024)

Penjelasan Arus Lalu Lintas Jalan Dr. Moh, Hatta

Berdasarkan Gambar 6.3 terdapat 2 jalur dengan 2 lajur. **Jl. Dr. Moh, Hatta**, dapat dilalui semua jenis kendaraan termasuk kendaraan berat(HV) yang mengangkut barang seperti *Truck Container, dump truck*, dan Bus. Selain dari itu semua kendaraan diizinkan seperti jenis kendaraan ringan (LV) mobil penumpang, jenis kendaraan sepeda

motor (MC) dan kendaraan tidak bermotor dengan arah pergerakan menuju Arah ke Jalan Pulau Sulawesi dan begitu pula sebaliknya pada satu jalur.

Hasil Pencatatan

Dari hasil pengamatan, didapatkan data Sebagai berikut :

1. Data LHR

Data survai kendaraan sebagaimana dapat dijlaskan bahwa jumlah keseluruhan kendaraan yang disurvey selama 2 hari diambil total kendaraan ringan (LV) =4.545 Kend./jam hal ini dilakukan untuk menentukan jumlah sampel kendaraan yang akan di survey yaitu survey kecepatan yang melewati ruas jalan tersebut.

2. Kecepatan arus bebas

Menurut Firdaus, (2020) dalam menggunakan rumus *Slovin* – Ketika hendak melakukan sebuah penelitian, terutama dengan menggunakan populasi dan sampel, maka rumus *slovin* ini biasanya digunakan untuk menghitung dan menentukan sampel secara tepat ketika melakukan penelitian di bidang apapun, dalam hal ini melakukan Survai pencacahan Lalu Lintas Harian Rata- Rata (LHR) pada suatu ruas jalan. Oleh karena itu, dengan banyaknya Populasi kendaraan dalam melewati rentang waktu satu hari pada suatu ruas jalan, maka perlu dilakukan perhitungan Sampel, hal ini dimaksudkan agar kendaraan yang mewakili dari Populasi yang ada dapat terwakili sesuai dengan hasil perhitungannya. Berikut ini dapat dijelaskan rumus *Slovin* sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Dimana : n : Jumlah Sampel

 N: Populasi Sampel

 e: *Error Margin (30%)*

- a. Perhitungan Sampel untuk Kend, Ringan (LV)
diambil penjumlahan survay kend, ringan pada
hari kamis dan jumat (25 dan 26 Juli 2024 dengan
total adalah) 4.545 kend,/jam

$$= \frac{4.545}{1+4.545 \cdot (0.3)^2}$$

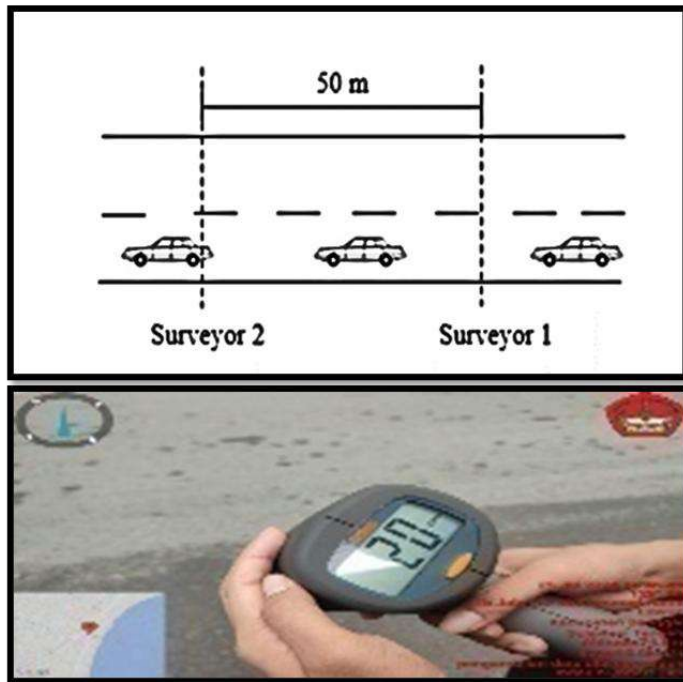
$$= \frac{4.545}{409,14} = 11,11$$

= Dibulatkan 11 Sampel

Dengan Cara perhitungan yang sama diperoleh:

- 1) Perhitungan Sampel untuk Kend, Berat (HV)
= 11 Sampel
- 2) Perhitungan Sampel untuk Sepeda Motor (MC)
= 11 Sampel

Untuk sampel kecepatan arus bebas di ambil
sesuai hasil perhitungan yaitu sebanyak 11
kendaraan dengan jarak tempuh yang dihitung
sepanjang 50 meter/0.05 Km. Dapat dilihat pada
Gambar 6.5. di bawah ini.



Gambar 6.4 Jarak Pengamatan dengan alat *Speed Gun*

Selanjutnya hasil perhitungan kecepatan arus bebas di sajikan kedalam bentuk tabel berikut ini.

Tabel 6.4 Data Survei Kecepatan dengan alat *Speed Gun*

Hari/Tgl: Kamis, 25 Juli 2024

Interval Waktu	Sampel (n)	Jarak (M)	Kend, Ringan (LV)	Kecepatan <i>Speed Gun</i> (KPH)	Kecepatan (m/det)	TMS
08.00 – 16.00	9		DN 1225 NO	28	7,78	

		50	DN 1713 CU	33	9,17	7,27
			DN 8537 CY	27	7,50	
			DN 1852 CB	24	6,67	
			DN 8409 NG	23	6,39	
			DN 9431 CY	27	7,50	
			DN 1849 CK	22	6,11	
			DN 1307 CY	25	6,94	
			DN 1933 CC	27	7,50	
			Jumlah		65,48	

Hari/Tgl: Jum'at, 26 Juli 2024

Interval Waktu	Sampel (n)	Jarak (M)	Jenis Kend, Ringan (LV)	Kecepatan Speed Gun (KPH)	Kecepatan (m/det)	TMS
08.00 – 19.00	11	50	DN 1592 CB	21	5,83	5,91
			DN 1336 CU	17	4,72	

			DN 1022 RR	24	6,67	
			DN 1369 CCG	24	6,67	
			DN 1052 CA	17	4,72	
			DN 1528 CD	29	8,05	
			DN 1586 EF	20	5,56	
			DN 1263 CG	22	6,11	
			DN 8819 IY	23	6,39	
			DN 8891 IN	20	5,56	
			DN 1325 CK	19	5,28	
			Jumlah		56,03	

Keterangan: Time Mean Speed (TMS), yaitu rata-rata kecepatan dari seluruh kendaraan yang melewati suatu titik pada jalan selama periode waktu tertentu. Kecepatan terdistribusi dalam waktu, sedangkan lokasinya tetap. Satuan KPH yang ada dalam tabel 6.4 adalah Satuan kecepatan yang digunakan untuk mengukur kecepatan kendaraan yang dikonversi ke dalam kilometer per-jam.

Sumber: Hasil Survy Tim,(2024)

Menentukan Kapasitas dan Tingkat Pelayanan Jalan (level of Service)

Permasalahan lalu lintas tidak terlepas dari kapasitas dan tingkat pelayanan jalan karena kedua faktor tersebut merupakan karakteristik utama dari arus kendaraan yang melalui jalan.

1. Kapasitas jalan

Kapasitas jalan adalah arus maksimum yang dapat dipertahankan persatuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada atau dengan kata lain kapasitas jalan adalah jumlah lalu lintas kendaraan maksimum yang dapat ditampung pada ruas jalan selama kondisi tertentu (desain geometri, lingkungan dan komposisi lalu lintas) yang dilakukan dalam massa satuan penumpang (SMP/jam).

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam penentuan kapasitas jalan (DPU,1997) adalah:

a. Kondisi geometrik

Faktor ini berupa penyesuaian dimensi geometrik jalan terhadap geometrik standar jalan kota, yaitu tipe jalan, lebar efektif lapisan keras yang termanfaatkan, lebar efektif bahu jalan, lebar efektif median jalan dan alinyemen jalan.

b. Kondisi lalu lintas

Faktor ini meliputi karakteristik kendaraan yang lewat yaitu faktor arah (perbandingan volume per arah dari jumlah dua arah pergerakan), gangguan samping dari badan jalan, termasuk banyaknya kendaraan yang berhenti di sepanjang jalan, jumlah pejalan kaki, dan akses keluar masuk.

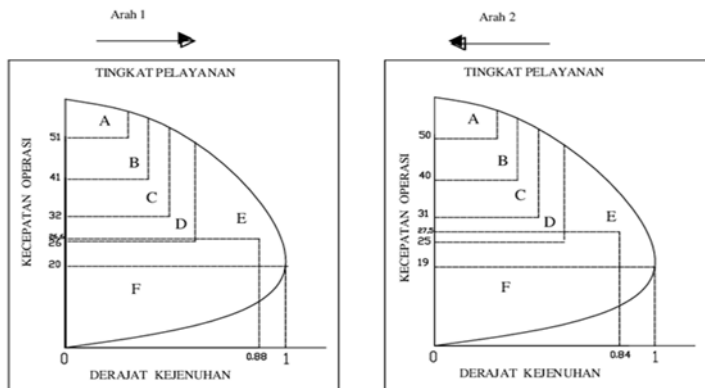
c. Kondisi lingkungan

Faktor kondisi lingkungan yang mempengaruhi adalah faktor penyesuaian ukuran kota yang dinyatakan dalam jumlah penduduk kota.

2. Tingkat pelayanan jalan

Tingkat pelayanan jalan (*level of service*) merupakan suatu ukuran kualitatif yang menggambarkan kondisi operasi lalu lintas pada suatu potongan jalan. Jika arus lalu lintas mendekati kapasitas, kemacetan mulai terjadi. Kemacetan semakin meningkat apabila arus begitu besar sehingga kendaraan sangat berdekatan satu sama lain. Kemacetan terjadi apabila kendaraan harus berhenti atau bergerak sangat lambat (Tamin Ofyar,Z, 2008:85). Menurut *Highway Capacity Manual* (Amerika) menjelaskan ada 6 (enam) buah tingkat pelayanan (*level of service*) yaitu:

- a. Tingkat Pelayanan **A** - Arus bebas (Q/C) = **0,00 – 0,19**
- b. Tingkat Pelayanan **B** - Arus stabil (untuk merancang jalan antar kota) (Q/C) = **0,20 – 0,44**
- c. Tingkat Pelayanan **C** - Arus stabil (untuk merancang jalan perkotaan) (Q/C) = **0,45 – 0,69**
- d. Tingkat Pelayanan **D** - Arus mulai tidak stabil (Q/C) = **0,70 – 0,84**
- e. Tingkat Pelayanan **E** - Arus tidak stabil (tersendat-sendat) (Q/C) = **0,85 – 1,0**
- f. Tingkat Pelayanan **F** - Arus terhambat (berhenti, antrian, macet) (Q/C) = **> 1,0**



Gambar 6.5 Diagram Tingkat Pelayanan Jalan
(Level of Service)

Sumber: Tamin OZ,(2008:85-86)

Ilustrasi dari Gambar 6.5 memperlihatkan Grafik Tingkat Pelayanan Pada ruas jalan Dr. Moh. Hatta, Hasil Analisis berdasarkan data menunjukkan bahwa kecepatan kendaraan rata-rata 20 km/jam. Maka berdasarkan grafik tingkat pelayanan serta perpotongan garis kecepatan operasional kendaraan dengan nilai volume per kapasitas, didapat nilai volume per kapasitas, maka Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) jalan Dr. Moh, Hatta per- 200 m adalah termasuk dalam katagori Tingkat Pelayanan “D” yaitu kondisi arus lalu lintas sudah mendekati kapasitas ruas jalan, kecepatan kira-kira lebih rendah dari 21,45 km/jam. Pergerakan lalu lintas kadang terhambat.

Penjelasan selanjutnya bahwa kapasitas adalah volume maksimum yang dapat ditampung oleh ruas jalan atau persimpangannya pada periode waktu tertentu untuk kondisi tertentu. “**Kapasitas**” lebih dikenal dengan “**daya tampung maksimal**” suatu ruas jalan terhadap volume lalu lintas yang melintas. Kapasitas jalan dinyatakan dalam satuan massa penumpang (smp/jam). Persamaan untuk menghitung kapasitas jalan utama seperti

dicontohkan pada **Ruas Jalan Dr, Moh, Hatta** berdasarkan Metode *Indonesia Highway Capacity Manual* (IHCM, 1997, dalam Tamin O.Z, 2008:107) untuk daerah perkotaan sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FCW \times FCSP \times FCSF \times FCCS \text{ (smp/jam)}$$

Keterangan:

C : kapasitas jalan (smp/jam)

C₀ : kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w : faktor penyesuaian untuk lebar jalan

FC_{SP} : faktor penyesuaian pemisahan arah

FC_{sf} : faktor penyesuaian hambatan samping

FC_{cs} : faktor penyesuaian ukuran kota (jumlah penduduk)

Dalam Menentukan kelas hambatan samping pada suatu ruas jalan dapat mempengaruhi beberapa faktor, yaitu:

- a. Gerakan pejalan kaki.
- b. Pemberhentian angkutan pada jalur jalan.
- c. Kendaraan berputar.

Daftar Pustaka

- Departemen Pekerjaan Umum (1997). Manual Kapasitas Jalan. Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Direktur Jenderal Bina Marga, (2012). Manual Desain Perkerasan Jalan, Nomor : 22.2 /KPTS/Db/2012.
- Firdaus,(2020), Metodologi Penelitian Kualitatif, Penerbit, PT. Firyan Pratama-Bekasi.
https://id.wikipedia.org/wiki/Luwuk,_Banggai.
- Keputusan Bupati Banggai Nomor: 620 / 1861 / Disbimair, Tentang Ruas- Ruas Jalan Menurut Status Sebagai Jalan Kabupaten di Daerah Kabupaten Banggai.
- MKJI, (1997), Manual Kapasitas Jalan Indonesia.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 34 Tahun 2006, Tentang Jalan.
- Perencanaan Geomtrik untuk Jalan Antar Kota Nomor: 038/T/BM/1997.
- Rusdiyanto,(2014), Rekayasa dan Manajemen lalu Lintas Teori dan Aplikasi, Penerbit Leotikaprio-Yogyakarta, Cetakan Pertama 2014.
- Saodang H,(2005), Konstruksi Jalan Raya, Penerbit, Nova Bandung.
- Shirley, L.H., (2000). Perencanaan Teknik Jalan Raya, Cetakan Pertama, Politeknik Negeri Bandung.
- Sukirman,S (1999), Dasar-dasar Perencanaan Geomtrik Jalan, Penerbit Nova Bandung.
- Tamin Ofyar,Z,(2008), Perencanaan Permodelan & Rekayasa Transportasi, Penerbit ITB, Bandung 40132.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009, Tentang: Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- Warpani SP,(2002),Pengelolaan Lalulintas dan Angkutan Jalan, Penerbit ITB, 2002, Jl. Ganesa 10, Bandung 40132.

Profil Penulis



Ir. Riduan R. Amin, ST, M.T.

Lahir di Luwuk Banggai Provinsi Sulawesi Tengah 31 Desember 1965. Menyelesaikan Pendidikan S1 Teknik Sipil di Universitas Muslim Indonesia (UMI) Makassar (1991), dan S2 Teknik Perencanaan Prasarana (TPP) di Universitas Hasanuddin Makassar (2013). Karier ASN di Pemerintah Kabupten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah dimulai tahun (2000) – hingga (2021), dengan jabatan terakhir sebagai Kepala Bidang Sumber Daya Air pada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah. Sejak 2022 Riduan beralih ke dunia akademik sebagai Dosen ASN Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Riset dan Teknologi, ditempatkan di LLDIKTI Wilayah XVI Provinsi Gorontalo, dan bertugas di Universitas Tompotika Luwuk. Saat ini, ia menjabat sebagai Wakil Dekan Bidang Akademik di Fakultas Teknik Universitas Tompotika Luwuk mengampuh mata kuliah terkait Rekayasa Lalu Lintas, Pengembangan Sumber Daya Air, Riduan juga telah menulis beberapa buku dalam bidang keahliannya.

Email Penulis: ridwanamin1965@gmail.com

PENYUSUNAN RENCANA SALURAN DRAINASE

Dr. Ir. Setiyawan, ST, MT
Universitas Tadulako

Saluran drainase merupakan komponen vital dalam perencanaan jalan raya karena berfungsi mengalirkan air permukaan guna mencegah genangan yang dapat merusak struktur jalan dan membahayakan pengguna (AASHTO, 2018), (Suripin, 2004).

Pendahuluan

1. Latar Belakang Pentingnya Drainase dalam Perencanaan Jalan

Saluran drainase merupakan komponen kritis dalam infrastruktur jalan raya yang berfungsi untuk mengendalikan aliran air permukaan, mencegah genangan, dan mengurangi risiko kerusakan struktur jalan (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2020). Tanpa sistem drainase yang memadai, air hujan dapat mengakibatkan disajikan dalam Gambar 7.1:

- a. Erosi pada bahu jalan dan lapisan perkerasan.
- b. Penurunan daya dukung tanah (subgrade) akibat air yang meresap.
- c. Banjir lokal yang mengganggu kelancaran lalu lintas.

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2020), lebih dari 30% kerusakan jalan di Indonesia disebabkan oleh drainase yang tidak berfungsi optimal. Oleh karena itu, perencanaan saluran drainase harus mempertimbangkan faktor hidrologi, topografi, dan lingkungan disajikan dalam Tabel 7.1 (American Society of Civil Engineers, 2021).

2. Permasalahan Umum Drainase Jalan Raya

Beberapa masalah teknis yang sering muncul dalam sistem drainase jalan (Asdak, C., 2010):

- a. Kapasitas Tidak Memadai: Saluran tidak mampu menampung debit air saat hujan deras.
- b. Penyumbatan: Akumulasi sampah atau sedimentasi.
- c. Lokasi Outlet Tidak Tepat: Air tidak teralirkan ke badan air penerima.
- d. Material Tidak Tahan Lama: Saluran cepat rusak akibat abrasi atau korosi.



Gambar 7.1. Dampak Drainase Buruk pada Jalan
(Sumber: Bina Marga, 2020)

Tabel 7.1. Penyebab dan Solusi Masalah Drainase

Masalah	Penyebab	Solusi
Genangan air	Dimensi saluran terlalu kecil	Analisis debit hujan rencana
Erosi saluran	Kecepatan aliran terlalu tinggi	Gunakan material beton atau bronjong
Penyumbatan	Kurangnya perawatan	Pasang saringan (<i>grate</i>) di inlet

Dasar Teori dan Prinsip Drainase Jalan

1. Fungsi Saluran Drainase dalam Infrastruktur Jalan

Saluran drainase pada jalan raya memiliki beberapa fungsi utama yang krusial disajikan dalam Gambar 7.2 (Asdak, C., 2014):

a. Pengendalian Aliran Air Permukaan:

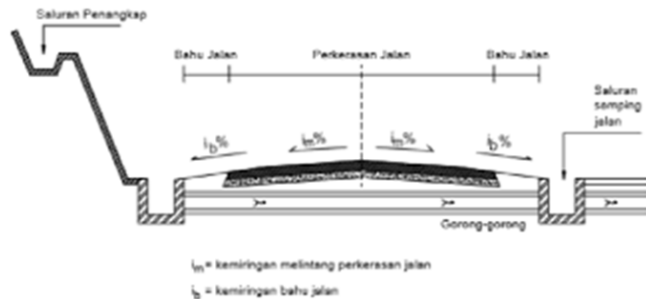
- 1) Mencegah akumulasi air pada permukaan jalan
- 2) Mengurangi risiko aquaplaning kendaraan

b. Proteksi Struktur Jalan:

- 1) Mempertahankan kekuatan tanah dasar (subgrade)
- 2) Mencegah penurunan daya dukung tanah

c. Pengendalian Erosi:

- 1) Mengurangi erosi pada bahu jalan dan badan jalan
- 2) Menjaga stabilitas lereng jalan



Gambar 7.2. Sistem Drainase Jalan yang Ideal
(Sumber: Manual Drainase Jalan, Ditjen Bina Marga, 2022)

2. Jenis-Jenis Sistem Drainase

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2022), pemilihan sistem harus mempertimbangkan faktor topografi, intensitas hujan, dan karakteristik tanah, sementara Chow (2013) menekankan pentingnya analisis hidrologi untuk menentukan kapasitas sistem. Sistem modern juga mulai mengadopsi konsep Drainase Berkelanjutan (SuDS) dengan elemen resapan biopori dan rain garden untuk mengurangi beban sistem konvensional (SNI 8066:2015) disajikan dalam Tabel 7.2 dan Gambar 7.3.

Tabel 7.2. Klasifikasi Sistem Drainase Jalan

Jenis Drainase	Karakteristik	Kelebihan	Kekurangan	Aplikasi
Permukaan	Saluran terbuka di sisi jalan	Biaya rendah, perawatan mudah	Rentan penyumbatan	Jalan perkotaan
Bawah Permukaan	Pipa drainase tertutup	Tidak mengganggu estetika	Biaya tinggi	Jalan tol
Campuran	Kombinasi terbuka dan tertutup	Fleksibel	Kompleksitas desain	Jalan arteri



Gambar 7.3. Penggunaan Jenis Drainase di Indonesia

3. Standar dan Regulasi Terkait

Sistem drainase yang baik harus memenuhi standar teknis dan regulasi yang ditetapkan agar dapat mengendalikan limpasan air hujan secara efektif dan mencegah genangan maupun banjir (Badan Standardisasi Nasional, 2011). Di Indonesia, perencanaan dan pelaksanaan sistem drainase mengacu pada beberapa pedoman teknis diantaranya Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) No. 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, serta SNI 7509:2011 tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Drainase Perkotaan.

a. Standar Nasional Indonesia (SNI):

- 1) SNI 03-3424-1994: Spesifikasi saluran drainase beton
- 2) SNI 8066:2015: Tata cara perencanaan drainase permukaan

b. Bina Marga:

- 1) Manual Drainase Jalan (2022)

- 2) Spesifikasi Umum 2018 untuk pekerjaan drainase

c. AASHTO:

- 1) AASHTO LRFD *Bridge Design Specifications* (2020)
- 2) *Roadside Drainage Design Guide*

Regulasi ini mengatur aspek teknis seperti kapasitas saluran, tata letak jaringan, perhitungan debit rencana berdasarkan curah hujan, dan pengelolaan limpasan permukaan berbasis prinsip pembangunan berkelanjutan (Badan Standardisasi Nasional, 2015). Standar tersebut juga menekankan pentingnya integrasi drainase dengan tata ruang serta pengendalian pencemaran air hujan sebelum dialirkan ke badan air penerima disajikan dalam Gambar 7.4.



Gambar 7.4. Contoh Penerapan Standar Drainase

Analisis Hidrologi untuk Drainase Jalan

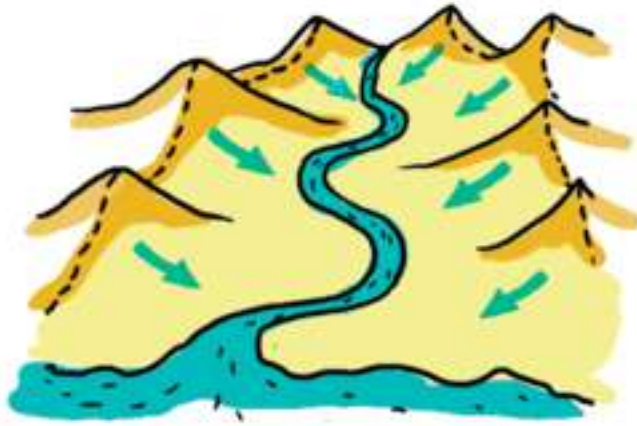
Analisis hidrologi untuk drainase jalan bertujuan untuk menentukan besarnya debit air hujan yang harus ditampung dan dialirkan oleh sistem drainase guna mencegah terjadinya genangan atau kerusakan infrastruktur jalan (Badan Standardisasi Nasional, 2020). Analisis ini melibatkan identifikasi karakteristik daerah tangkapan air (*catchment area*), perhitungan curah hujan rancangan berdasarkan periode ulang tertentu, serta penentuan debit puncak menggunakan metode seperti Rasional, HSS (Hidrograf Satuan Sintetik), atau metode empiris lainnya (Bappeda Kota Semarang, 2022).

1. Pengumpulan Data Curah Hujan dan Karakteristik Daerah Aliran

Dalam konteks drainase jalan, metode Rasional sering digunakan karena kesederhanaannya, dengan rumus $Q=C \cdot I \cdot A$, di mana Q adalah debit puncak, C adalah koefisien limpasan, I adalah intensitas hujan, dan A adalah luas daerah tangkapan. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam perencanaan dimensi saluran, kemiringan, serta penempatan inlet dan outlet drainase disajikan dalam Tabel 7.3 dan Gambar 7.5 (BMKG, 2023).

Tabel 7.3. Sumber Data Hidrologi untuk Perencanaan Drainase

Jenis Data	Sumber	Periode Minimal	Kegunaan
Data curah hujan harian	BMKG	10 tahun	Analisis frekuensi hujan
Peta topografi	BIG	-	Delineasi DAS
Data tanah	Kementan	-	Infiltrasi
Tata guna lahan	BAPPEDA	-	Koefisien runoff



Gambar 7.5. Proses Delineasi Daerah Aliran Sungai (DAS)
Metode pengumpulan data:

- a. Data primer: Pengukuran lapangan menggunakan ombrometer
 - b. Data sekunder: BMKG, pusat penelitian, laporan proyek
2. Perhitungan Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan merupakan langkah penting dalam analisis hidrologi, terutama untuk menentukan debit rencana dalam sistem drainase. Intensitas hujan biasanya dihitung berdasarkan data curah hujan historis dan dikaitkan dengan periode ulang (*return period*) tertentu menggunakan analisis frekuensi (Chen, H., 2018). Salah satu metode umum yang digunakan adalah Metode Mononobe atau metode distribusi probabilitas (seperti Gumbel, Log Pearson III), yang menghasilkan rumus hubungan antara intensitas hujan (I), durasi hujan (t), dan periode ulang (T) (Chow, V.T., 1959).

Metode Mononobe:

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24} \right) \times \left(\frac{24}{t} \right)^{(2/3)}$$

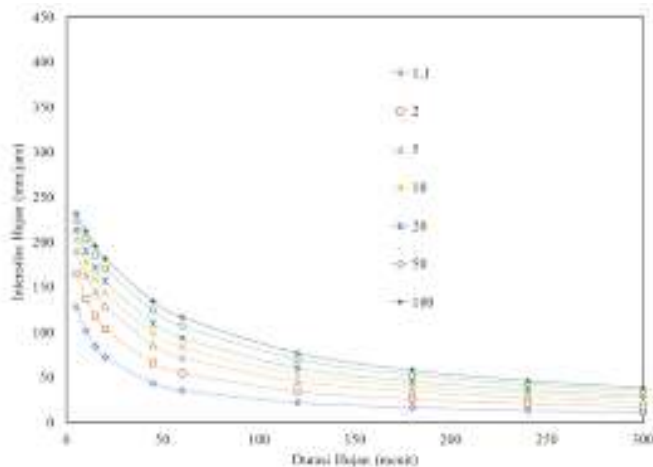
dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum 24 jam (mm)

t = durasi hujan (jam)

Hasilnya sering disajikan dalam bentuk kurva IDF (*Intensitas-Durasi-Frekuensi*) yang menjadi dasar dalam menentukan curah hujan rancangan untuk infrastruktur drainase. Ketelitian dalam menentukan intensitas hujan sangat krusial, karena berdampak langsung terhadap kapasitas sistem drainase dan mitigasi risiko banjir disajikan dalam Gambar 7.6 dan Tabel 7.4 (Direktorat Jenderal SDA, 2021).



Grafik 7.6. Kurva Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF)

Tabel 7.4. Perbandingan Metode Perhitungan Intensitas

Metode	Kelebihan	Keterbatasan	Aplikasi
Mononobe	Sederhana	Butuh data R24	Area terbatas
Rasional	Akurat	Data panjang	Perkotaan
Sherman	Multi durasi	Kompleks	Bendungan

3. Penentuan Debit Rencana

Penentuan debit rencana adalah proses penting dalam perencanaan sistem drainase, irigasi, pengendalian banjir, dan bangunan air lainnya, yang bertujuan untuk mengetahui besarnya aliran air maksimum yang harus dapat ditampung atau dialirkan oleh sistem dalam periode ulang tertentu (Kementerian PUPR, 2021). Debit rencana dihitung berdasarkan data curah hujan historis, intensitas hujan, luas daerah tangkapan, dan karakteristik permukaan lahan seperti jenis tanah dan tingkat kedapannya. Metode yang umum digunakan dalam penentuan debit rencana adalah metode Rasional, metode hidrograf satuan, dan metode empiris lainnya (Kementerian PUPR, 2023).

Metode Rasional: $Q = 0,278 \times C \times I \times A$

dimana:

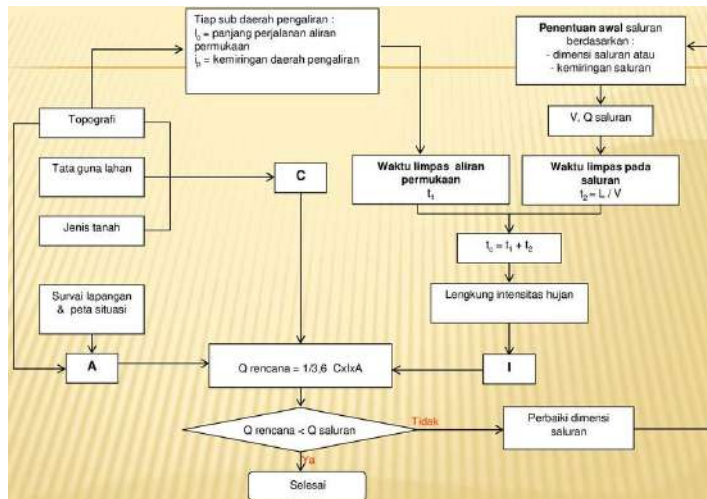
Q = debit (m^3/detik)

C = koefisien runoff

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas catchment (km^2)

Akurasi dalam penentuan debit rencana sangat penting agar sistem dapat berfungsi optimal dalam mengurangi risiko genangan atau banjir disajikan dalam Gambar 7.7 dan Tabel 7.5 (Kementerian PUPR, 2023).



Gambar 7.7. Diagram Alir Perhitungan Debit Rencana

Tabel 7.5. Koefisien Runoff (C)
Berdasarkan Tata Guna Lahan

Tata Guna Lahan	C
Perkerasan aspal	0,90
Area hijau	0,20
Permukiman	0,60

Metode Nakayasu adalah salah satu metode empiris yang digunakan untuk membentuk hidrograf satuan sintetis (HSS) berdasarkan data curah hujan dan karakteristik daerah aliran sungai (DAS), terutama digunakan di wilayah tropis seperti Indonesia. Metode ini dikembangkan oleh Nakayasu (1951) dan banyak diterapkan karena kesederhanaannya serta kecocokannya dengan kondisi hidrologi di daerah dengan data terbatas. Hidrograf satuan yang dihasilkan oleh metode ini menggambarkan respons debit aliran terhadap satu satuan hujan efektif selama satu jam (Mulyono, T., 2004), (Novak, P., 2018).

Metode Nakayasu (untuk DAS > 100 km²):

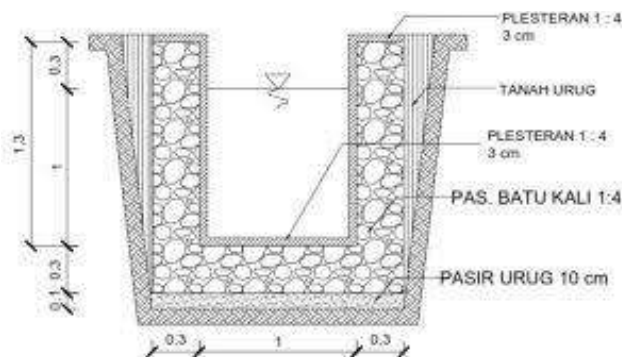
$$Q_p = \frac{(\alpha \times \beta \times \gamma \times R \times A)}{3,6} \times (0,3 \times T_p + T_{0,3})$$

Desain Saluran Drainase

Desain saluran drainase bertujuan untuk mengalirkan air hujan secara cepat dan aman dari area tangkapan menuju titik pembuangan akhir, guna mencegah genangan dan kerusakan infrastruktur. Proses desain meliputi penentuan debit rencana, pemilihan tipe saluran (tertutup atau terbuka), dimensi penampang saluran, kemiringan dasar, serta material saluran (PT. Jasa Marga, 2021).

1. Kriteria Desain

Kriteria desain saluran drainase mencakup sejumlah parameter teknis dan lingkungan yang harus dipenuhi agar sistem dapat berfungsi optimal dalam mengalirkan air permukaan serta mencegah banjir dan genangan. Kriteria utama meliputi kapasitas saluran yang harus mampu menampung debit rencana berdasarkan periode ulang tertentu disajikan dalam Gambar 7.8 dan Tabel 7.6.



Gambar 7.8. Parameter Desain Saluran Drainase

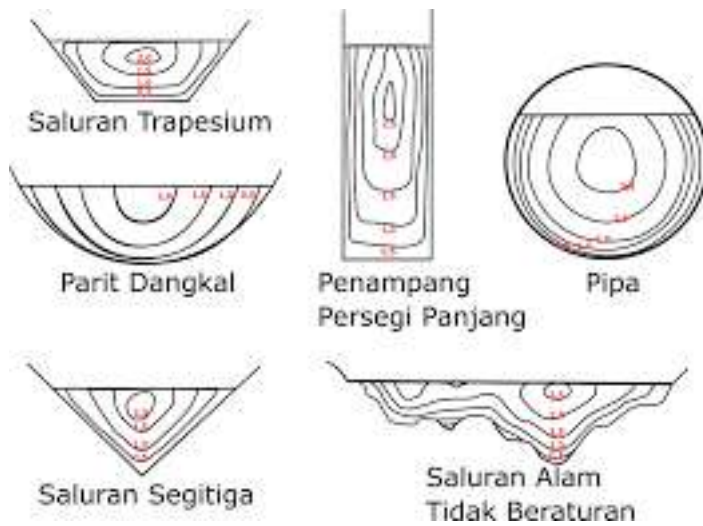
Tabel 7.6. Standar Kriteria Desain Drainase Jalan

Parameter	Nilai Standar	Sumber Referensi
Kecepatan aliran min	0,6 m/detik	SNI 2415:2016
Kecepatan aliran max	3,0 m/detik	Bina Marga 2022
Kemiringan saluran	0,5-3%	AASHTO 2020
<i>Freeboard</i>	15-20% kedalaman	Manual Drainase

Pertimbangan Desain:

- a. Kapasitas: Harus mampu menampung debit rencana (Q_{20} - Q_{50})
 - b. Kecepatan:
 - 1) Minimum untuk hindari sedimentasi (0,6 m/detik)
 - 2) Maksimum untuk hindari erosi (3,0 m/detik)
 - c. Kemiringan: Disesuaikan dengan topografi dan kebutuhan aliran
2. Pemilihan Bentuk Saluran

Pemilihan bentuk saluran dalam perencanaan drainase sangat penting karena mempengaruhi efisiensi hidrolis, kestabilan struktur, serta kemudahan dalam konstruksi dan pemeliharaan. Bentuk saluran yang umum digunakan antara lain persegi, trapesium, lingkaran, dan parabola, yang dipilih berdasarkan pertimbangan teknis seperti debit aliran, kecepatan aliran yang diizinkan, serta kondisi lahan disajikan dalam Gambar 7.9 dan Tabel 7.7 (PT. Jasa Marga, 2022).



Gambar 7.9. Jenis-jenis Penampang Saluran

Tabel 7.7. Perbandingan Bentuk Saluran

Bentuk	Kelebihan	Kekurangan	Aplikasi
Trapesium	Stabil terhadap erosi	Butuh ruang lebih luas	Jalan luar kota
Persegi	Efisiensi ruang	Konsentrasi tegangan	Perkotaan
Lingkaran	Kuat struktural	Biaya tinggi	Bawah tanah

Faktor Pemilihan:

- Debit rencana
- Kondisi topografi
- Ketersediaan ruang
- Biaya konstruksi

3. Perhitungan Dimensi Saluran

Perhitungan hidrolis umumnya menggunakan Persamaan Manning untuk menghitung kapasitas aliran, dengan mempertimbangkan faktor-faktor disajikan dalam Gambar 7.10 dan Tabel 7.8 (Soemarto, C.D., 2017).

$$\text{Rumus Manning: } Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times A \times R^{(2/3)} \times S^{(1/2)}$$

Dimana:

Q = Debit (m^3/detik)

n = Koefisien kekasaran

A = Luas penampang basah (m^2)

R = Jari-jari hidrolik (m)

S = Kemiringan saluran



Gambar 7.10. Diagram Alir Perhitungan Dimensi

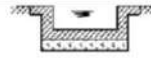
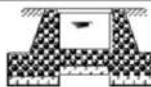
Tabel 7.8. Contoh Perhitungan Dimensi Saluran Trapesium

Parameter	Nilai	Satuan
Debit (Q)	2,5	m ³ /detik
Kemiringan (S)	0,01	-
Koefisien Manning (n)	0,013	-
Lebar dasar (b)	1,2	m
Kedalaman (y)	0,8	m
Kemiringan sisi (z)	1	-

4. Material Konstruksi

Material konstruksi saluran drainase memegang peranan penting dalam menentukan kekuatan, daya tahan, biaya, serta kemudahan pelaksanaan dan pemeliharaan sistem drainase. Pemilihan material harus mempertimbangkan kondisi lingkungan setempat, karakteristik tanah, debit aliran, dan jenis air buangan (bersih atau tercemar) (Soemarto, C.D., 2019). Umumnya, material yang digunakan meliputi beton (baik bertulang maupun tidak), pasangan batu, PVC, HDPE, baja, dan tanah yang distabilisasi. Beton banyak digunakan karena kekuatan tinggi, umur panjang, dan cocok untuk saluran tertutup di daerah perkotaan. Pasangan batu lebih sering digunakan di daerah pedesaan atau lereng karena fleksibilitas dan kemampuannya menyesuaikan bentuk lahan. Sementara itu, pipa plastik seperti HDPE dan PVC digunakan untuk saluran kecil tertutup karena ringan, tahan korosi, dan mudah dipasang disajikan Tabel 7.9 dan 7.10 (World Road Association, 2022).

Tabel 7.9. Jenis Material dan Bahan yang Dipakai

Tabel 1. Jenis Saluran dan Bahan material yang dipakai			
No	Tipe Selokan Samping	Potongan Melintang	Bahan yang dipakai
1.	Bentuk trapesium		Tanah asli
2.	Bentuk segitiga		Pasangan batu kali atau tanah asli
3.	Bentuk trapesium		Pasangan batu kali
4.	Bentuk segi empat		Pasangan batu kali
5.	Bentuk segi empat		Beton bertulang pada bagian dasar diberi lapisan pasir ± 10 cm
6.	Bentuk segi empat		Beton bertulang pada bagian dasar diberi lapisan pasir ± 10 cm pada bagian atas ditutup dengan plat beton bertulang
7.	Bentuk segi empat		Pasangan batu kali pada bagian dasar diberi lapisan pasir ± 10 cm pada bagian atas ditutup dengan plat beton bertulang.

Tabel 7.10. Spesifikasi Material Drainase

Material	Kekuatan	Durabilitas	Biaya	Aplikasi
Beton	Tinggi	>20 tahun	Mahal	Jalan tol
Pasangan batu	Sedang	10-15 tahun	Sedang	Jalan provinsi
PVC	Rendah	5-8 tahun	Murah	Perumahan

Daftar Pustaka

- AASHTO (2018). Guidelines for Geometric Design of Drainage Systems.
- AASHTO LRFD 2020 - Bridge Hydraulic Design.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2020). AASHTO Drainage Guidelines.
- American Society of Civil Engineers (2021). Infrastructure Report Card.
- Asdak, C. (2010). Hydrology and Watershed Management. Gadjah Mada University Press.
- Asdak, C. (2014). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. UGM Press.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 7509:2011 Tata Cara Perencanaan Teknik Drainase Perkotaan.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 8066:2015 tentang Drainase Permukaan.
- Badan Standardisasi Nasional (2020). SNI 8066 tentang Drainase Berkelanjutan.
- Bappeda Kota Semarang (2022). Masterplan Drainase Perkotaan.
- BMKG. (2023). Standar Pengolahan Data Curah Hujan.
- Chen, H. (2018) - Urban Drainage Systems, 2nd Edition.
- Chow, V.T. (1959). Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill.
- Chow, V.T., et al. (2013). Applied Hydrology in Civil Engineering. McGraw-Hill.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2018). Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Drainase Jalan.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2020). Manual Drainase Jalan.
- Direktorat Jenderal SDA. (2021). Pedoman Perhitungan Debit Banjir.

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2022). Manual Drainase Jalan Edisi Terbaru. Kementerian PUPR.
- Ditjen Bina Marga (2022) - Panduan Integrasi Utilitas Jalan.
- Kementerian PUPR. (2021). Laporan Evaluasi Kerusakan Jalan Nasional.
- Kementerian PUPR (2023). Laporan Evaluasi Drainase Jalan Nasional.
- Kementerian PUPR (2023). Pedoman Pemeliharaan Drainase Jalan.
- Mulyono, T. (2004). Teknologi Bahan Konstruksi. Erlangga.
- Novak, P. (2018). Hydraulic Structures 5th Edition
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) No. 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan
- Peraturan Menteri PUPR No. 10/2021 tentang Penyelenggaraan Jalan.
- PT. Jasa Marga (2021). Studi Kasus Drainase Tol Jakarta-Cikampek.
- PT. Jasa Marga (2022). Buku Panduan Operasi dan Pemeliharaan.
- SNI 7509:2011 tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Drainase Perkotaan
- SNI 03-3424-1994 tentang Spesifikasi Gorong-Gorong Beton.
- SNI 03-3424-1994: Spesifikasi saluran drainase beton.
- SNI 8066:2015 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan.
- SNI 2415:2016 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir.
- Soemarto, C.D. (2017). Hidrologi Teknik. Erlangga.
- Soemarto, C.D. (2019). Hidrologi Teknik Edisi Terbaru. Erlangga.

- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. ANDI Yogyakarta.
- World Road Association (2022). Sustainable Drainage Practices.

Profil Penulis



Dr. Ir. Setiyawan, S.T., M.T.

Penulis di lahirkan di Surabaya pada tanggal 17 Desember 1976 Ketertarikan penulis terhadap ilmu Teknik sipil bidang sumber daya air dimulai pada tahun 1996 silam. Hal tersebut membuat penulis memilih untuk masuk ke Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Nganjuk dengan memilih Minat Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan berhasil lulus pada tahun 1995. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan studi S1 di Prodi Teknik Sipil UNIVERSITAS TADULAKO Palu pada tahun 2000. Enam tahun kemudian, penulis menyelesaikan studi S2 di prodi Pengembangan Sumber Daya Air Program Pasca Sarjana INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG (ITB). Kemudian Penulis menyelesaikan program doktoral di Prodi Teknik Sipil ITB pada tahun 2013. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen tetap di Program Studi S1 Teknik Sipil UNIVERSITAS TADULAKO Palu. Penulis pernah menjabat sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil periode (2016-2020) kemudian Ketua Unit Pengembangan Sumber daya Pembelajaran (UPSP) periode (2020-2023), dan sekarang menjabat sebagai Ketua Program Studi S1 Teknik Lingkungan di Fakultas Teknik. Penulis juga aktif dalam kegiatan ilmiah dan organisasi keprofesian yaitu Asosiasi Tenaga Teknik Indonesia (ASTTI). Sehari-harinya bekerja sebagai dosen pengampu mata kuliah Mekanika Fluida, Hidrolika, Hidrologi, Teknik Pantai, Pelabuhan, Tsunami, Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pantai, Pengembangan Sumber Daya Air, Perencanaan Bangunan Limbah Cair. Selain itu penulis juga aktif dalam menulis jurnal serta aktif menulis buku ajar dan *book chapter*.

Email Penulis: setiyawan_sipil@untad.ac.id

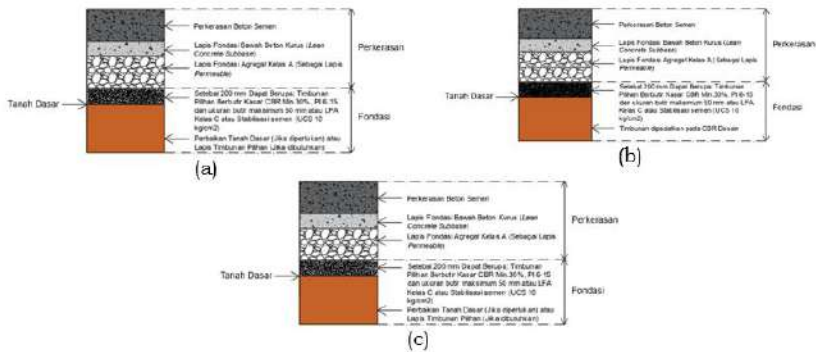
MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2024

Heriadi, S.T., M.Sc.
Universitas Kristen Immanuel

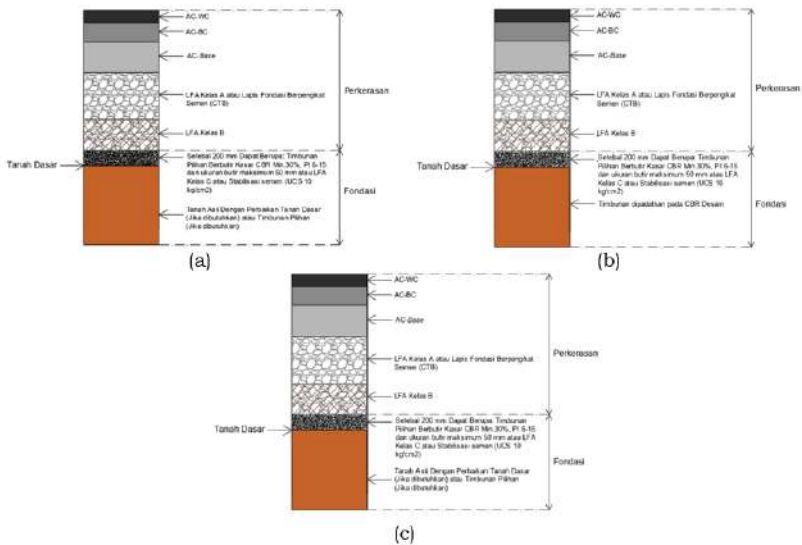
Pendahuluan

Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024 muncul untuk mengganti MDPJ 2017 yang sebelumnya meneruskan MDPJ 2013. MDPJ Bagian I membahas Struktur Perkerasan Baru dan Bagian II Membahas Rehabilitas Perkerasan. Bab ini hanya membahas Bagian I saja. Edisi sebelumnya perkerasan kaku masih diarahkan pada Pd T-14-2003. Farhan et al. (2025) memberitahu bahwa MDPJ 2024 mengacu kepada Austroads 2017 milik Australia dan AASHTO 1993 milik Amerika Serikat.

Manual Desain Perkerasan Jalan (2013, 2017, 2024) membagi struktur perkerasan menjadi perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan perkerasan jalan kerikil atau perkerasan berpenutup tipis. Struktur perkerasan jalan dapat berada di permukaan tanah asli (*at grade*), pada timbunan, dan pada galian seperti ditunjukkan Gambar 8.1 untuk perkerasan kaku dan Gambar 8.2 untuk perkerasan lentur. Struktur perkerasan yang berada di permukaan tanah asli, pada timbunan, dan pada galian memiliki perbedaan di bagian yang berada pada tanah dasar (*subgrade*) saja.



Gambar 8.1 Perkerasan kaku pada permukaan tanah asli (a), pada timbunan (b), dan pada galian (c)



Gambar 8.2 Perkerasan lentur pada permukaan tanah asli (a), pada timbunan (b), dan pada galian (c)

Umur Rencana

Umur rencana dapat didefinisikan periode waktu yang direncanakan agar perkerasan dapat melayani kendaraan sebelum memerlukan rehabilitasi besar atau rekonstruksi. Umur rencana perkerasan dapat berbeda-

beda tergantung jenis perkerasan yang digunakan seperti ditunjukkan dalam Tabel 8.1.

Tabel 8.1 Umur rencana perkerasan

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir.	20
	Lapis fondasi jalan.	40
	Semua perkerasan untuk di lokasi yang tidak memungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, dan terowongan.	
	Lapis Fondasi Berpengikat Semen, <i>Cement Trated Based (CTB)</i>	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan	10
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	

Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas adalah persen dalam tahun kenaikan jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan. Banyak faktor yang memengaruhi laju pertumbuhan lalu lintas aktual misalnya pengembangan tata guna lahan lokal dan wilayah, perubahan demografis, kondisi ekonomi, serta perubahan teknologi dalam armada kendaraan (Austroads, 2021; Nainggolan & Santosa, 2025). Namun jika tidak ada data pertumbuhan lalu lintas yang tersedia, MDPJ (2013, 2017, 2024) menyarankan menggunakan Tabel 8.2 untuk Pulau Jawa, Sumatera, dan Kalimantan.

Tabel 8.2 Faktor pertumbuhan lalu lintas (i)

Klasifikasi Jalan	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-Rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Pertumbuhan lalu lintas tiap tahun berbeda, sehingga mencari faktor pertumbuhan lalu lintas kumulatif (*cumulative growth factor*) digunakan persamaan 8.1.

$$R = \frac{(1 + 0,01.i)^{UR} - 1}{0,01.i} \quad (8.1)$$

Dengan:

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

Lalu Lintas pada Lajur Rencana

Manual Desain Perkerasan Jalan (2013, 2017, 2024) mendefinisikan lajur rencana adalah lajur lalu lintas pada ruas jalan yang menerima volume kendaraan niaga (truk dan bus) terbesar yang dihitung dalam bentuk kumulatif Beban Gandar Standar Ekuivalen atau *Equivalent Standard Axle Load* (ESAL), dengan mempertimbangkan arah pergerakan kendaraan yang disebut dengan faktor distribusi arah atau DD serta penyebaran kendaraan niaga pada lajur yang tersedia yang disebut dengan faktor distribusi lajur atau DL. Nilai DD diambil 0,5 untuk jalur dua arah karena distribusi kendaraan cenderung sama tiap arah, kecuali pada kasus jumlah kendaraan lebih banyak pada jalur yang lain. Sedangkan nilai DL dapat berbeda-beda tergantung banyaknya lajur tiap arah seperti ditunjukkan dalam Tabel 8.3.

Tabel 8.3 Faktor distribusi lajur, DL

Jumlah Lajur Tiap Arah	Kendaraan Niaga pada Lajur Desain (% Terhadap Populasi Kendaraan Niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

VDF

Vehicle Damage Factor disingkat VDF adalah jumlah nilai beban ESA dari semua kelompok sumbu kendaraan dari berbagai kelas dengan beragam konfigurasi beban. Definisi lain VDF adalah angka untuk menunjukkan kerusakan jalan oleh beban kendaraan dibandingkan dengan beban kendaraan standar, yaitu 8,16 ton. Nilai VDF sudah ditetapkan oleh MDPJ 2024 pada Lampiran H.

CESA dan JSKN

Cumulative Equivalent Standard Axle atau CESA adalah jumlah beban kendaraan yang dikonversikan dalam beban kendaraan standar. Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) merupakan jumlah sumbu kendaraan niaga yang melewati ruas jalan dalam waktu yang ditentukan. Secara matematis, CESA dicari menggunakan persamaan 8.2 dan JSKN dicari dengan menggunakan persamaan 8.3.

$$CESA = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (8.2)$$

$$JSKN = (\sum LHR_{JK} \times JSKN_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (8.3)$$

Dengan:

CESA = komulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana

JSKN = jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana umur

LHR_{JK} = lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan (kendaraan/hari)

VDF_{JK} = faktor ekuivalen beban/VDF, lampiran H MDPJ (2024)

DD = faktor distribusi arah

DL = faktor distribusi lajur, Tabel 8.3

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas komulatif

Dalam analisis terdapat CESA4 dan CESA5. CESA4 digunakan untuk perkerasan beton aspal < 100 mm berfondasi material berbutir dan untuk desain lapis tambah dengan kriteria deformasi permanen, sedangkan CESA5 untuk lapis permukaan beton aspal > 100 mm berfondasi berbutir dan untuk desain tebal lapis tambah dengan kriteria retak lelah (Tjan, 2020). Perbedaan antara CESA dan JSKN adalah CESA digunakan menganalisis lalu lintas untuk perkerasan lentur dan JSKN digunakan menganalisis lalu lintas untuk perkerasan kaku. Distribusi JSKN secara detail dapat dilihat dalam MDPJ 2024 pada Lampiran D.

Fondasi Perkerasan

Fondasi perkerasan adalah lapisan bawah yang menopang dan meneruskan beban lalu lintas dari lapisan di atasnya. Tebal lapis fondasi perkerasan MDPJ 2024 menyarankan menggunakan Tabel 8.4.

Tabel 8.4 Bagan desain fondasi jalan minimum

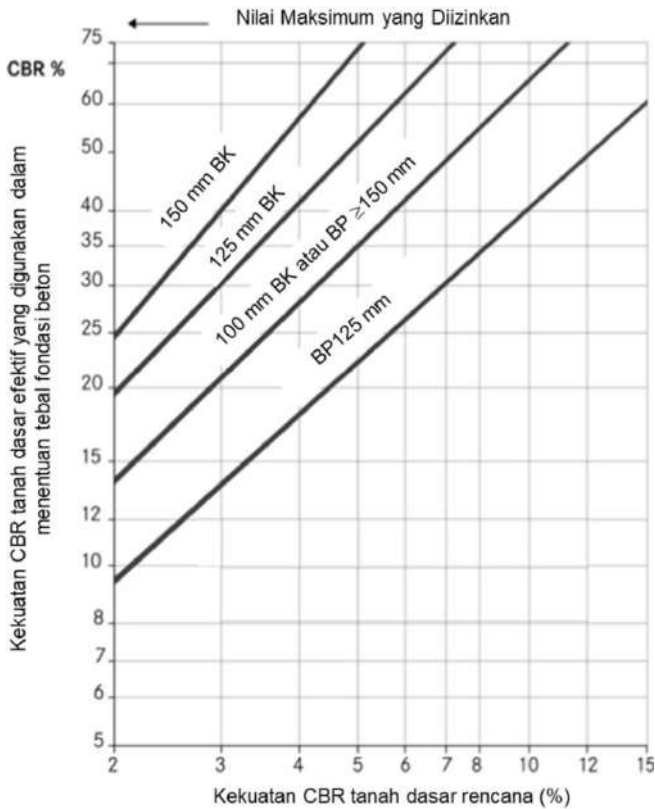
CBR Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur		Perkerasan Kaku
			Beban Lalu Lintas Jalur Rencana Umur Rencana 40 Tahun (Juta ESA5)		
			< 10	> 10	
			Tebal Minimum Perbaikan Tanah Dasar (mm)		
5	SG5	Perbaikan tanah	200	200	200
4	SG4	dengan material	200	200	200
3	SG3	timbunan pilihan	300	400	400
2,5	SG2,5	(CBR ≥ 10%)	300	600	600
Kekuatan tanah dasar < 2,5% atau tanah lunak			Untuk tebal tanah lunak > 1 m harus ditangani dengan penanganan geoteknik, sedangkan untuk ketebalan ≤ 1 m dapat diganti tanah timbunan dengan tebal minimum yang sama dengan ketentuan dan berlaku untuk tanah SG2,5 Bagan Desain ini.		
Tanah ekspansif			Penanganan sesuai dengan kajian geoteknik terhadap besaran potensi pemuaian dengan ketebalan penutup tidak kurang dari 600 mm berupa material dengan potensi pemuaian tidak lebih besar dari 1,5%. Di atas lapis penutup harus ditambahkan lapis perbaikan SG2,5		

Khusus untuk perkerasan beton semen bersambung tanpa ruji MDPJ 2024 menganjurkan lapis fondasi bawah dirancang menggunakan campuran beton kurus dengan persyaratan seperti dalam Tabel 8.5.

Tabel 8.5 Tebal Fondasi Bawah Minimum
Perkerasan Beton Semen

Lalu Lintas Desain (JSKN)	Jenis Lapis Fondasi Bahan Berpengikat (BP), Beton Kurus (BK)
$\leq 10^6$	BP 125 mm
10^6 s.d 5×10^6	BK 100 mm atau BP 150 mm
5×10^6 s.d 10^7	BK 125 mm
$> 10^7$	BK 150 mm

Sehingga kekuatan CBR tanah dasar efektif yang digunakan dalam menentukan tebal fondasi beton dapat dicari dengan menggunakan Gambar 8.3 dengan terlebih dahulu mengetahui kekuatan CBR tanah dasar rencana.



Gambar 8.3 CBR tanah dasar efektif dan tebal fondasi bawah

Perancangan Perkerasan Lentur

Perancangan perkerasan lentur berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 diuraikan secara singkat sebagai berikut:

1. Menentukan umur rencana perkerasan berdasarkan Tabel 8.1.
2. Menentukan nilai ESA4 dan ESA5 dengan persamaan 8.2. Contoh hitungan mengapatkan ESA4 dan ESA5 dapat dilihat pada Tabel 8.6.
3. Menentukan tipe perkerasan dengan tabel halaman 3-1 dalam MDPJ 2024 untuk menentukan jenis struktur perkerasan.
4. Menentukan segmen tanah dasar dengan daya dukung yang seragam.
5. Menentukan struktur fondasi perkerasan dengan Tabel 8.4.
6. Menentukan struktur perkerasan dengan bagan desain pada Tabel 8.7 s.d 8.16.
7. Menentukan standar drainase bawah permukaan yang dibutuhkan.
8. Menetapkan kebutuhan daya dukung tepi perkerasan.
9. Menentukan kebutuhan pelapisan (*sealing*) bahu jalan.
10. Langkah a s.d i dapat diulangi untuk setiap segmen yang seragam.

Tabel 8.6 Contoh hitungan mendapatkan ESA4 dan ESA5

Golongan Kerdasan	LHR 2024	LHR 2025	LHR 2026	VDF4 Faktual	VDF4 Normal	VDF3 Faktual	VDF3 Normal	Distribusi Anal. DD	Distribusi Lajur, DD	R(L = 0.5%)		CESA4		CESA5	
										(1 tahun) 2025-2026	(17 tahun) 2008-2044	Faktual 2023-2024	Normal 2023-2044	Faktual 2025-2028	Normal 2026-2044
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1	11.197	11.734	13.507	-	-	-	-	0.5	0.8	3.15	25.39	-	-	-	-
2	2.193	2.298	2.645	-	-	-	-	0.5	0.8	3.15	25.39	-	-	-	-
3	1.951	2.045	2.353	-	-	-	-	0.5	0.8	3.15	25.39	-	-	-	-
4	1.468	1.538	1.771	-	-	-	-	0.5	0.8	3.15	25.39	-	-	-	-
5A	317	332	382	-	-	-	-	0.5	0.8	3.15	25.39	-	-	-	-
5B	262	275	316	1.2	1.2	1.3	1.3	0.5	0.8	3.15	25.39	151.355	1.406.095	163.968	1.523.270
6A	322	337	388	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.8	3.15	25.39	77.507	720.042	62.006	576.034
6B	2.505	2.625	3.022	3.8	0.8	5.5	0.7	0.5	0.8	3.15	25.39	4.582.539	8.962.516	6.637.622	7.842.202
7A1	753	789	908	7.8	2.8	12.3	3.2	0.5	0.8	3.15	25.39	2.827.412	9.439.426	4.458.708	10.770.487
7A2	416	436	502	16.3	4.6	33.6	6.3	0.5	0.8	3.15	25.39	3.264.343	8.558.219	6.728.952	11.721.039
7A3	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.8	3.15	25.39	-	-	-	-
7B1	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.8	3.15	25.39	-	-	-	-
7B2	52	54	63	12.0	5.0	18.9	6.9	0.5	0.8	3.15	25.39	322.930	1.372.106	473.129	1.604.656
7B3	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.8	3.15	25.39	-	-	-	-
7C1	269	282	324	6.7	4.5	9.6	5.7	0.5	0.8	3.15	25.39	867.645	5.413.736	1.243.192	6.857.398
7C2A	103	108	124	12.8	6.6	21.5	8.6	0.5	0.8	3.15	25.39	634.691	3.040.279	1.066.082	3.961.575
7C2B	93	97	112	14.8	6.4	26.8	8.9	0.5	0.8	3.15	25.39	662.612	2.661.921	1.199.865	3.701.734
7C3	59	62	71	20.8	7	44.2	9.6	0.5	0.8	3.15	25.39	990.786	1.847.065	3.255.420	2.531.118
7C4	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.8	3.15	25.39	-	-	-	-
8	539	565	650	-	-	-	-	0.5	0.8	3.15	25.39	-	-	-	-
Jumlah ESA											13.981.918	43.411.406	21.284.005	51.097.524	
ESA											57.393.324			74.381.529	
												CESA4		CESA5	

Tabel 8.7 Bagan desain perkerasan lentur dengan 150 mm CTB

	Struktur Perkerasan									
	F(1) 1	F(1) 2	F(1) 3	F(1) 4	F(1) 5	F(1) 6	F(1) 7	F(1) 8	F(1) 9	F(1) 10
	Untuk beban rencana < 30 juta ESA5 menggunakan Aspal Pen 60-70				Untuk beban rencana ≥ 30 juta ESA5 direkomendasikan menggunakan Aspal PG70					
Beban rencana 20 tahun (10 ⁶ ESA5)	> 1 - 6	> 6 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 40	> 40 - 50	> 50 - 80	> 80 - 100	> 100 - 150	> 150 - 200
Jenis permukaan berpengikat	AC									
Jenis lapis fondasi	Cement Treated Base (CBT)									
	Tebal Perkerasan (mm)									
AC WC	40	40	50	40	40	40	40	50	40	40
AC BC	60	75	80	65	60	60	80	80	60	60
	-	-	-	70	-	-	-	-	-	-
AC Base	-	-	-	-	90	100	100	100	75	80
	-	-	-	-	-	-	-	-	75	90
CBT	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Lapis Fondasi Agregat Kelas B	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Timbunan Pilihan Berbutir Kasar atau LFA Kelas C atau Stabilisasi Semen	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

Tabel 8.8 Bagan desain perkerasan lentur dengan 200 mm CTB

	Struktur Perkerasan							
	F(1) 1	F(1) 2	F(1) 3	F(1) 4	F(1) 5	F(1) 6	F(1) 7	F(1) 8
	Untuk beban rencana < 30 juta ESA5 menggunakan Aspal Pen 60-70			Untuk beban rencana ≥ 30 juta ESA5 direkomendasikan menggunakan Aspal PG70				
Beban rencana 20 tahun (10 ⁶ ESA5)	> 1 - 8	> 8 - 15	> 15 - 30	> 30 - 50	> 50 - 75	> 75 - 95	> 95 - 150	> 150 - 200
Jenis permukaan berpengikat	AC							
Jenis lapis fondasi	Cement Treated Base (CBT)							
	Tebal Perkerasan (mm)							
AC WC	40	50	50	40	40	40	50	40
AC BC	60	70	80	70	60	70	80	60
	-	-	-	70	-	-	-	-
AC Base	-	-	-	-	100	100	100	75
	-	-	-	-	-	-	-	75
CBT	200	200	200	200	200	200	200	200
Lapis Fondasi Agregat Kelas B	150	150	150	150	150	150	150	150
Timbunan Pilihan Berbutir Kasar atau LFA Kelas C atau Stabilisasi Semen	200	200	200	200	200	200	200	200

Tabel 8.9 Bagan desain perkerasan lentur dengan 250 mm CTB

	Struktur Perkerasan						
	F(1) 1	F(1) 2	F(1) 3	F(1) 4	F(1) 5	F(1) 6	F(1) 7
	Untuk beban rencana < 30 juta ESA5 menggunakan Aspal Pen 60-70			Untuk beban rencana ≥ 30 juta ESA5 direkomendasikan menggunakan Aspal PG70			
Beban rencana 20 tahun (10 ⁶ ESA5)	> 1 - 9	> 9 - 15	> 15 - 30	> 30 - 50	> 50 - 75	> 75 - 110	> 110 - 200
Jenis permukaan berpengikat	AC						
Jenis lapis fondasi	Cement Treated Base (CBT)						
	Tebal Perkerasan (mm)						
AC WC	40	40	50	40	40	40	40
AC BC	60	70	80	60	70	65	80
	-	-	-	70	-	-	-
AC Base	-	-	-	-	80	100	100
CBT	-	-	-	-	-	-	-
Lapis Fondasi Agregat Kelas B	250	250	250	250	250	250	250
Timbunan Pilihan Berbutir Kasar atau LFA Kelas C atau Stabilisasi Semen	150	150	150	150	150	150	150
	200	200	200	200	200	200	200

Tabel 8.10 Bagan desain perkerasan lentur dengan 300 mm CTB

	Struktur Perkerasan						
	F(1) 1	F(1) 2	F(1) 3	F(1) 4	F(1) 5	F(1) 6	F(1) 7
	Untuk beban rencana < 30 juta ESA5 menggunakan Aspal Pen 60-70			Untuk beban rencana ≥ 30 juta ESA5 direkomendasikan menggunakan Aspal PG70			
Beban rencana 20 tahun (10 ⁶ ESA5)	> 1 - 10	> 10 - 17	> 17 - 30	> 30 - 40	> 40 - 60	> 60 - 90	> 90 - 150
Jenis permukaan berpengikat	AC						
Jenis lapis fondasi	Cement Treated Base (CBT)						
	Tebal Perkerasan (mm)						
AC WC	40	40	50	50	40	50	50
AC BC	60	70	75	80	60	60	75
	-	-	-	-	70	-	-
AC Base	-	-	-	-	-	80	100
CBT	-	-	-	-	-	-	-
Lapis Fondasi Agregat Kelas B	300	300	300	300	300	300	300
Timbunan Pilihan Berbutir Kasar atau LFA Kelas C atau Stabilisasi Semen	150	150	150	150	150	150	150
	200	200	200	200	200	200	200

Tabel 8.11 Bagan desain perkerasan lentur – aspal dengan lapis fondasi agregat

	Struktur Perkerasan								
	FFF(1) 1	FFF(1) 2	FFF(1) 3	FFF(1) 4	FFF(1) 5	FFF(1) 6	FFF(1) 7	FFF(1) 8	FFF(1) 9
	Untuk beban rencana < 30 juta menggunakan Aspal Pen 60-70					Untuk beban rencana ≥ 30 juta ESA5 direkomendasikan menggunakan Aspal PG70			
Beban rencana 20 tahun (10 ⁶ ESA5)	< 2	> 2 - 5	> 5 - 10	> 10 - 15	> 15 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 150	> 150 - 200
	Tebal Perkerasan (mm)								
AC WC	60	40	40	40	40	40	40	50	40
AC BC	-	65	75	75	60	60	75	80	60
	-	80	80	-	-	-	-	-	-
AC Base	-	-	-	100	80	85	100	100	80
	-	-	-	-	80	100	100	100	80
	-	-	-	-	-	-	-	-	90
Lapis Fondasi Agregat Kelas A	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Lapis Fondasi Agregat Kelas B	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Timbunan Pilihan Berbutir Kasar atau LFA Kelas C atau Stabilisasi Semen	-	-	200	200	200	200	200	200	200

Tabel 8.12 Bagan desain penyesuaian tebal lapis timbunan pilihan berbutir kasar atau LFA kelas C atau stabilisasi semen (hanya untuk Tabel 8.11) beban rencana 20 tahun > 5 juta ESA5

		Total (mm)
Subgrade $6 < \text{CBR} < 10$	Timbunan Pilihan Berbutir Kasar / LFA Kelas C / Stabilisasi Semen	200
Subgrade $10 \leq \text{CBR} < 30$	Timbunan Pilihan Berbutir Kasar / LFA Kelas C / Stabilisasi Semen	150
Subgrade $\text{CBR} \geq 30$	Timbunan Pilihan Berbutir Kasar / LFA Kelas C / Stabilisasi Semen	-

Tabel 8.13 Bagan desain perkerasan lentur dengan HRS

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 CESA5)	$\text{FF1} < 0,5$	$0,5 \leq \text{FF2} \leq 4,0$
Jenis Permukaan	HRS atau Penetrasi Makadam	HRS
Struktur perkerasan	Tebal lapisan (mm)	
HRS-WC	50	30
HRS-Base	-	35
LFA Kelas A	150	250
LFA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan $\text{CBR} > 10\%$	150	150

Tabel 8.14 Bagan desain perkerasan dengan stabilisasi tanah semen (*soil cement*)

	Struktur Perkerasan		
	SC1	SC2	SC3
	Beban Sumbu 20 tahun pada lajur desain ($\text{ESA4} \times 10^6$)		
	$< 0,1$	$0,1 - 0,5$	$> 0,5 - 4$
	Ketebalan Lapis Perkerasan (mm)		
HRS WC, AC WC	50		
Lapis Fondasi Tanah Semen Target UCS 2,4 MPa	160	220	300

Tabel 8.15 Bagan desain perkerasan berbutir dengan laburan

	Struktur Perkerasan		
	SD1	SD2	SD3
	Kumulatif Beban Rencana ($\text{ESA4} \times 10^6$)		
	$< 0,1$	$0,1 - 0,5$	$> 0,5 - 4$
	Ketebalan Lapis Perkerasan (mm)		
Burda			
Lapis Fondasi Agregat Kelas A	200	250	300
Lapis Fondasi Agregat Kelas B, atau kerikil alam, atau stabilisasi dengan $\text{CBR} > 10\%$, pada subgrade dengan $\text{CBR} \geq 5\%$	100	110	140

Tabel 8.16 Bagan desain perkerasan dengan
improve subgrade stabilisasi semen

	Struktur Perkerasan		
	SC1	SC2	SC3
	Beban Sumbu 20 tahun pada lajur desain ($ESA4 \times 10^6$)		
	< 0,1	0,1 – 0,5	> 0,5 – 4
	Ketebalan Lapis Perkerasan (mm)		
HRS WC, AC WC	50		
Lapis Fondasi Agregat Kelas A	160	220	300
Lapis Fondasi Agregat Kelas B	110	150	200
Stabilisasi tanah asli hingga mencapai CBR ekuivalen 6%	160	200	260

Perancangan Perkerasan Kaku

Prosedur desain perkerasan kaku berdasarkan arahan MDPJ 2024 dijabarkan sebagai berikut:

1. Jenis perkerasan kaku dipilih terlebih dahulu, misalnya bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji atau menerus dengan tulangan.
2. Jenis dan tebal fondasi bawah ditentukan menggunakan Tabel 8.5.
3. Nilai CBR tanah dasar efektif bisa diperoleh menggunakan CBR rencana dan tebal fondasi bawah dengan Gambar 8.3.
4. Mutu beton ditentukan yang dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur atau *flexural strength* (f_{cf}) pada umur 28 hari, dengan persamaan 8.4.

$$f_{cf} = K. (f_c')^{0,5} \quad (8.4)$$

Dengan:

f_{cf} = kuat tarik lentur beton umur 28 hari (kg/cm^2)

K = konstanta 0,75, agregat pecah

f_c' = kuat tekan beton umur 28 hari (kg/cm^2)

5. Faktor keamanan beban lalu lintas (L_{SF}) ditentukan. Reliabilitas yang ditetapkan 90%, nilai L_{SF} adalah 1,2 untuk perkerasan kaku bertipe JPCP dan 1,1 untuk CRCP (Farhan et al., 2025).
6. Tebal pelat beton minimum dapat ditentukan berdasarkan Tabel 8.17. JPCP kepanjangan dari *Jointed Plain Concrete Pavements* atau perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan. JRCP kependekan dari *Jointed Reinforced Concrete Pavements* atau perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan. CRCP adalah *Continuously Reinforced Concrete Pavements* atau perkerasan beton semen menerus dengan tulangan.

Tabel 8.17 Ketebalan beton minimum

Jenis Perkerasan	Lalu Lintas Rencana		
	$1 \times 10^6 \leq \text{JSKN} < 1 \times 10^7$	$1 \times 10^7 \leq \text{JSKN} < 5 \times 10^7$	$\text{JSKN} \geq 5 \times 10^7$
JPCP	150 mm	200 mm	250 mm
JRCP	150 mm	180 mm	230 mm
CRCP	150 mm	180 mm	230 mm

7. Menentukan taksiran tebal plat beton desain, lebih tebal dari plat beton minimum.
8. Menentukan retak lelah (fatigue) tegangan ekuivalen (S_e) dan faktor erosi (F_3) untuk sumbu tunggal roda tunggal (STRT) menggunakan persamaan 8.5 s.d 8.8.

$$\begin{aligned}
 S_e \text{ atau } F_3 = a + \frac{b}{D} + c \cdot \ln(E_f) + \frac{d}{D^2} + e \cdot [\ln(E_f)]^2 \\
 + f \cdot \frac{\ln(E_f)}{D} + \frac{g}{D^3} + h \cdot [\ln(E_f)]^3 \\
 + i \cdot \frac{[\ln(E_f)]^2}{D} + j \cdot \frac{\ln(E_f)}{D^2}
 \end{aligned} \quad (8.5)$$

$$\text{Log}_{10} N_f = \left(\frac{0,9719 - S_r}{0,0828} \right) \text{ jika } S_r > 0,55 \quad (8.6)$$

$$N_f = \left(\frac{4,258}{S_r - 0,4325} \right)^{3,268} \text{ jika } 0,45 \leq S_r \leq 0,55 \quad (8.7)$$

$$S_r = \frac{S_e}{0,944 \cdot f_{cf}} \cdot \left(\frac{P \cdot L_{sf}}{4,45 \cdot F_1} \right)^{0,94} \quad (8.8)$$

Dengan:

S_e = tegangan ekuivalen beton (MPa)

f_{cf} = kuat lentur karakteristik beton umur 28 hari (MPa)

P = beban kelompok sumbu (kN)

L_{SF} = faktor keamanan beban lalu lintas

F_1 = 9 untuk sumbu tunggal dengan roda tunggal (STRT)

= 18 untuk sumbu tunggal dengan roda ganda (STRG)

= 18 untuk sumbu tandem dengan roda tunggal (STdRT)

= 36 untuk sumbu tandem dengan roda ganda (STdRG)

= 54 untuk sumbu tridem dengan roda ganda (STrRG)

= 72 untuk sumbu empat dengan roda ganda (SQdRG)

N_f = tak terhingga jika nilai $S_r < 0,45$

D = tebal plat beton (mm)

E_f = CBR tanah dasar efektif (%)

F_3 = faktor erosi

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j adalah koefisien dalam tabel halaman 8-9 MDPJ 2024

9. Menentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan beban (LSF) untuk menentukan beban rencana per roda setiap rentang beban kelompok sumbu.
10. Menentukan repetisi izin untuk fatigue dari persamaan 8.6 atau 8.7 yang dimulai dari beban roda tertinggi dari jenis sumbu STRT.
11. Menghitung persentase repetisi fatigue yang direncanakan terhadap jumlah repetisi izin.
12. Menentukan jumlah repetisi izin untuk erosi menggunakan persamaan 8.9.

$$\begin{aligned}
 & \log_{10}(F_2 \cdot N_e) \\
 & = 14,524 \\
 & - 6,777 \cdot \left[\max \left(0 \text{ atau } \left(\frac{P \cdot L_{sf}}{4,45 \cdot F_4} \right)^2 \cdot \frac{10^{F_3}}{41,35} - 9,0 \right) \right]^{0,103} \quad (8.9)
 \end{aligned}$$

Dengan:

- F_2 = penyesuaian untuk efek pada sisi pelat
 = 0,06 untuk pelat dengan bahu bukan beton
 = 0,94 untuk pelat dengan bahu beton
- F_4 = penyesuaian beban untuk erosi karena kelompok sumbu
 = 9 untuk sumbu tunggal dengan roda tunggal (STRT)
 = 18 untuk sumbu tunggal dengan roda ganda (STRG)
 = 18 untuk sumbu tandem dengan roda tunggal (STdRT)
 = 36 untuk sumbu tandem dengan roda ganda (STdRG)
 = 54 untuk sumbu tridem dengan roda ganda (STrRG)
 = 54 untuk sumbu empat dengan roda ganda (SQdRG)

13. Menghitung persentase dari erosi yang direncanakan terhadap jumlah repitisi izin.
14. Menghitung jumlah total fatigue dengan menjumlahkan persentase fatigue dari setiap beban roda pada STRT.
15. Menghitung jumlah total erosi dari setiap beban roda pada STRT.
16. Langkah h diulangi sampai dengan langkah o untuk tiap jenis kelompok sumbu lainnya.
17. Menghitung jumlah total kerusakan akibat fatigue dan erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.
18. Mengulangi langkah g sampai dengan q hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatigue dan atau erosi $\leq 100\%$.

Khusus untuk perencanaan tulangan, sambungan, pola sambungan, dan penutup sambungan tidak dijelaskan pada Bab ini, sehingga detailnya dapat dilihat dalam Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 pada halaman 8-11 s.d 8-20. Untuk lalu lintas rendah, bagan desain perkerasan kaku ditunjukkan Tabel 8.18.

Tabel 8.18 Bagan desain perkerasan kaku
untuk lalu lintas rendah

		Kriteria Jalan	
		Jalan Lokal	Jalan Kolektor
Lalu Lintas Harian Rata-Rata, LHR_N		< 50	50 – 500
Beban Muatan Sumbu Terberat, MST		Maks. 5 ton	Maks. 8 ton
Tebal beton		150 mm	200 mm
Kuat lentur minimum, S_c		3,5 MPa	3,8 MPa
Tebal beton kurus		100 mm	100 mm
Tebal lapis fondasi agregat	Tanah dasar:		
	$4\% \leq CBR < 6\%$	250 mm	250 mm
	$CBR > 6\%$		
Jarak sambungan melintang		4,0 m	4,0 m
Batang pengikat (<i>tie bars</i>)	Mutu baja minimal	BjTS 30	BjTS 30
	Diameter, ϕ	13 mm	16 mm
	Panjang, L	600 mm	700 mm
	Spasi, S	750 mm	750 mm
Ruji (<i>dowel</i>)	Mutu baja minimal	Tanpa ruji	BjTP 30
	Diameter, ϕ		25 mm
	Panjang, L		450 mm
	Spasi, S		300 mm

Daftar Pustaka

- AASHTO. (1993). Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Austrroads. (2017). Guide to Pavement Technology Part 2: Pavement Structural Design (4.3). Austrroads Ltd. www.austrroads.com.au
- Austrroads. (2021). Guide to Road Design Part 1: Objectives of Road Design (5.1). Austrroads Ltd. www.austrroads.com.au
- Pd T-14. (2003). Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen.
- Farhan, A. M., Amrozi, M. R. F., & Siswosukarto, S. (2025). Perancangan Tebal Perkerasan Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 Studi Kasus Jalan Yogyakarta-Bakulan. Simposium Nasional Teknologi Infrastruktur, 1–9.
- MDPJ. (2013). Manual Desain Perkerasan Jalan. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
- MDPJ. (2017). Manual Desain Perkerasan Jalan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jendral Bina Marga.
- MDPJ. (2024). Manual Desain Perkerasan Jalan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jendral Bina Marga.
- Nainggolan, F. F., & Santosa, W. (2025). Pengaruh Pengembangan Kawasan Terhadap Proyeksi Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata Jalan Tol Ruas Kayu Agung-Palembang-Betung. Jurnal HPJI (Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia), 11(2), 149–158. <https://doi.org/10.26593/jhpji.v11i2.9519.149-158>
- Tjan, A. (2020). Angka Ekvivalen MDP-2017 (MDP-2017 Load Equivalency Factors). Jurnal Jalan-Jembatan, 37(2), 61–71.

Profil Penulis



Heriadi, S.T., M.Sc

Penulis lahir dan besar di Kalimantan Barat. Ketertarikan penulis terhadap dunia teknik sipil dimulai pada tahun 2014 silam, ketika menyelesaikan pendidikan menengah atas. Hal tersebut membuat penulis memilih masuk ke Universitas Kristen Immanuel atau UKRIM dengan mengambil Jurusan Teknik Sipil dan berhasil lulus pada tahun 2018 dengan predikat Cumlaude. Tidak hanya berhenti di S1, penulis kemudian melanjutkan pendidikan magister di Universitas Gadjah Mada dan berhasil menyelesaikan S2 di prodi Magister Sistem dan Teknik Transportasi pada tahun 2023 dengan predikat Cumlaude. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen tetap di Program Studi Teknik Sipil UKRIM. Dari 2023-2028 penulis menjabat sebagai Wakil Dekan III Bagian Kemahasiswaan, Admisi dan Alumni di Fakultas Teknik UKRIM. Sehari-harinya bekerja sebagai dosen pengampu mata kuliah Pengantar Teknik Transportasi, Teknik Lalu Lintas, dan Perancangan Jalan Raya. Penulis juga aktif dalam melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat serta menulis jurnal, buku ajar, dan book chapter.

Email Penulis: heriyadi@ukrimuniversity.ac.id

PENYUSUNAN ANGGARAN DAN BIAYA KONSTRUKSI

Ir. I Nyoman Indra Kumara, S.T., M.T.
Universitas Pendidikan Nasional

Pentingnya Estimasi Biaya dalam Perencanaan Jalan

Estimasi biaya memiliki peranan strategis dalam setiap tahap perencanaan pembangunan jalan. Tidak hanya berfungsi sebagai prediksi kebutuhan dana, melainkan juga menjadi landasan utama dalam pengambilan keputusan proyek, mulai dari evaluasi kelayakan, desain teknis, hingga pelaksanaan dan pengawasan. Menurut Latifah (2020), tanpa perhitungan biaya yang tepat, proyek rawan menghadapi tantangan seperti kekurangan anggaran, keterlambatan pelaksanaan, atau bahkan kegagalan operasional.

Tujuan dari estimasi ini adalah untuk menyediakan gambaran terkait kebutuhan dana untuk masing-masing komponen pekerjaan serta pengelolaan proyek secara keseluruhan (Jawat & Suwitanujaya, 2018). Adanya informasi tersebut membuat perencana dapat menyusun strategi kerja yang lebih efisien dan menyesuaikan rencana dengan kondisi anggaran yang tersedia.

Selain menjadi instrumen teknis, estimasi biaya juga berperan sebagai alat komunikasi penting antara pihak-pihak yang terlibat dalam proyek (Wedagama, 2025). Dokumen anggaran yang disusun dengan baik akan mempermudah proses tender, meminimalkan konflik, dan

memperkuat transparansi pelaksanaan proyek, terutama dalam proyek-proyek yang didanai oleh anggaran publik. Oleh sebab itu, kualitas estimasi biaya sangat mempengaruhi efisiensi pelaksanaan, pengelolaan risiko, serta keberhasilan akhir dari proyek jalan yang direncanakan.

Hubungan antara Biaya Konstruksi, Efisiensi, dan Kelayakan Proyek

Biaya konstruksi merupakan indikator utama dalam menilai apakah suatu proyek jalan layak untuk dilaksanakan. Penentuan besarnya biaya akan memengaruhi efisiensi penggunaan sumber daya dan keberlanjutan proyek dalam jangka panjang. Sebuah proyek yang dirancang dengan estimasi biaya berlebihan tanpa memperhatikan efisiensi teknis dapat menyebabkan pemborosan anggaran, sedangkan perencanaan yang terlalu minim bisa mengorbankan kualitas dan keselamatan jalan.

Efisiensi dalam proyek konstruksi berarti mengoptimalkan waktu, tenaga kerja, peralatan, dan bahan bangunan agar dapat menghasilkan hasil maksimal dengan biaya serendah mungkin tanpa mengurangi mutu. Biaya konstruksi yang efisien akan membantu menjaga jadwal proyek tetap tepat waktu dan menghindari potensi pembengkakan anggaran yang kerap terjadi akibat perubahan desain atau kondisi lapangan yang tidak terduga (Ngantung et. al., 2021).

Sementara itu, kelayakan proyek berkaitan erat dengan perbandingan antara biaya yang dikeluarkan dan manfaat sosial maupun ekonomi yang akan diperoleh masyarakat. Sebuah proyek jalan dinyatakan layak apabila manfaat jangka panjangnya, seperti peningkatan konektivitas, penghematan waktu tempuh, dan mendorong pertumbuhan wilayah, lebih besar daripada investasi yang

diperlukan. Oleh sebab itu, biaya konstruksi yang realistis dan efisien menjadi prasyarat agar proyek tersebut dapat dinilai layak secara finansial dan fungsional.

Komponen Biaya Konstruksi Jalan Raya

Dalam pelaksanaan proyek pembangunan jalan, struktur biaya yang disusun mencerminkan berbagai kebutuhan yang muncul sepanjang proses konstruksi. Biaya tersebut tidak hanya terbatas pada material dan tenaga kerja, tetapi juga mencakup berbagai elemen pendukung yang secara langsung maupun tidak langsung memengaruhi kelangsungan proyek. Secara umum, menurut Nabila (2023) biaya konstruksi jalan dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama:

1. Biaya Langsung

Merupakan jenis biaya yang berkaitan langsung dengan pelaksanaan fisik pekerjaan di lapangan. Contohnya termasuk penggalian dan penimbunan tanah, pembangunan lapis pondasi dan perkerasan jalan, serta pekerjaan struktur seperti jembatan dan gorong-gorong. Biaya ini mudah diidentifikasi dan dihitung karena berasal dari kuantitas pekerjaan yang terukur.

2. Biaya Tidak Langsung

Merupakan biaya yang tidak berhubungan langsung dengan item pekerjaan fisik, tetapi tetap penting untuk mendukung kelancaran proyek. Termasuk dalam kategori ini adalah biaya mobilisasi dan demobilisasi alat berat, biaya administrasi dan manajemen proyek, gaji staf lapangan, serta biaya untuk kegiatan pengawasan dan keselamatan kerja.

3. Biaya Tak Terduga (*Contingency Cost*)

Komponen ini disiapkan untuk mengantisipasi potensi perubahan yang tidak dapat diprediksi sejak awal. Misalnya perubahan harga material, kondisi tanah yang tidak sesuai perencanaan, atau keterlambatan akibat cuaca buruk. Biasanya dialokasikan dalam persentase tertentu dari total anggaran, misalnya 5–10%, untuk menjaga fleksibilitas anggaran terhadap risiko yang muncul.

Pemisahan komponen biaya ini tidak hanya penting untuk perencanaan dan penganggaran, tetapi juga berperan besar dalam pengendalian biaya dan pelaporan keuangan proyek jalan secara keseluruhan.

Metode Penyusunan Analisa Harga Satuan

Metode Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) merupakan pendekatan penyusunan anggaran konstruksi dengan memerinci setiap komponen biaya berdasarkan kebutuhan riil proyek. AHSP menguraikan biaya tiap item pekerjaan secara spesifik, mencakup material, tenaga kerja, peralatan, dan biaya tambahan lainnya yang relevan (Novitasari, 2023).

Langkah pertama dalam metode ini adalah menghitung volume masing-masing item pekerjaan berdasarkan gambar desain dan spesifikasi teknis. Setelah itu, volume tersebut dikalikan dengan harga satuan pekerjaan yang diperoleh dari analisis kebutuhan sumber daya seperti jumlah bahan yang digunakan, durasi waktu kerja tenaga, serta operasional alat yang diperlukan.

Keunggulan utama metode analitis adalah tingkat akurasinya yang tinggi, sebab biaya dihitung berdasarkan kondisi aktual di lapangan serta data historis yang valid. Metode ini juga membantu tim perencanaan mengidentifikasi secara jelas komponen mana yang

memiliki potensi biaya tinggi, sehingga pengendalian anggaran lebih terarah dan risiko pembengkakan biaya dapat diminimalkan.

AHSP banyak digunakan di Indonesia dan biasanya merujuk pada standar yang ditetapkan oleh pemerintah, seperti Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Penerapan metode ini memerlukan pemahaman teknis mendalam dan data yang lengkap, menjadikannya sangat efektif untuk perencanaan detail serta pelaksanaan proyek konstruksi berskala besar maupun menengah.

Contoh Penggunaan AHSP Sesuai Peraturan Menteri PUPR No. 1 Tahun 2022 Pada Biaya Langsung

Sebagai ilustrasi, misalnya akan menghitung biaya pekerjaan **Lapis Pondasi Agregat Kelas A** untuk jalan sepanjang 500 meter, lebar 6 meter, dengan tebal 20 cm.

Langkah-langkah Perhitungan AHSP:

1. Hitung Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan dihitung dengan rumus:

$$\text{Volume} = \text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \times \text{Tebal (m)}$$

Maka:

$$\text{Volume} = 500 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 0,20 = 600 \text{ m}^3$$

2. Analisis Harga Satuan (contoh per m³ pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A)

Berdasarkan pedoman Peraturan Menteri PUPR No. 1 Tahun 2022, komponen harga satuan pekerjaan dapat dilihat pada tabel 9.1.

Tabel 9.1 Komponen Harga Satuan Pekerjaan

Komponen	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
Material Agregat A	1,05 m ³	250.000	262.500
Tenaga kerja	0,30 OH	100.000	30.000
Sewa alat (vibro roller, grader, dump truck)	1 Paket	57.500	57.500
Total Harga Satuan			350.000

Catatan: Harga dan koefisien ini adalah contoh dan perlu disesuaikan dengan data aktual sesuai wilayah proyek.

3. Hitung Total Biaya Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Volume pekerjaan dihitung dengan rumus:

Total biaya = Volume × Harga satuan pekerjaan

Total biaya = 600m³ × 350.000 Rp/m³ = Rp 210.000.000

Melalui pendekatan AHSP sesuai dengan Peraturan Menteri PUPR No. 1 Tahun 2022, setiap komponen pekerjaan dihitung secara terperinci berdasarkan kebutuhan sumber daya aktual, sehingga menghasilkan estimasi biaya konstruksi yang akurat, transparan, dan mudah dipertanggungjawabkan secara teknis dan administratif.

Contoh Penggunaan AHSP Sesuai Peraturan Menteri PUPR No. 1 Tahun 2022 Pada Biaya Tak Langsung

Biaya tak langsung dalam proyek konstruksi mencakup berbagai komponen biaya yang tidak berkaitan langsung dengan item pekerjaan fisik, namun diperlukan untuk kelancaran dan pengelolaan proyek secara keseluruhan (Kumara, 2025). Berikut contoh sederhana bagaimana

menghitung biaya tak langsung proyek jalan berdasarkan AHSP pada proyek pembangunan jalan sepanjang 500 meter, lebar 6 meter, dengan tebal 20 cm.

Komponen biaya tak langsung yang dihitung:

1. Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi Alat

Excavator, dump truck, bulldozer, vibro roller:

Rp 50.000.000 (harga *lump sum* sesuai estimasi pasar atau standar alat peraturan PUPR).

2. Biaya Administrasi dan Umum

Administrasi proyek dan manajemen kantor proyek sekitar 2%–3% dari total biaya langsung. Misalnya total biaya langsung proyek Rp1.000.000.000, maka biaya administrasi:

$$2,5\% \times \text{Rp } 1.000.000.000 = \text{Rp } 25.000.000.$$

3. Biaya Pengawasan Lapangan

Gaji tenaga ahli pengawas lapangan selama pelaksanaan proyek selama 4 bulan:

$$1 \text{ tenaga pengawas } \text{Rp } 10.000.000/\text{bulan} \times 4 \text{ bulan} = \text{Rp } 40.000.000.$$

4. Analisis Harga Satuan pada komponen biaya tak langsung dapat dilihat pada tabel 9.2.

Tabel 9.2 Komponen Harga Satuan Biaya Tak Lansung

Komponen	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
Mobilisasi & Demobilisasi Alat	Lump sum	50.000.000	50.000.000
Administrasi & Manajemen Proyek	2,5%	25.000.000	25.000.000

Pengawasan Lapangan	4 Bulan	10.000.000	40.000.000
Total Biaya Tak Langsung			115.000.000

Catatan: Harga ini adalah contoh dan perlu disesuaikan dengan data aktual sesuai wilayah proyek.

Berdasarkan Tabel 9.2, biaya tersebut ditetapkan berdasarkan kebutuhan proyek dengan pendekatan persentase dan harga lump sum sesuai pedoman Peraturan Menteri PUPR. Biaya-biaya tersebut kemudian ditambahkan pada total anggaran proyek yang telah dihitung sebelumnya. Sehingga, penggunaan AHSP dalam perhitungan biaya tak langsung memastikan transparansi, akurasi, serta efisiensi alokasi anggaran untuk aspek-aspek pendukung operasional proyek.

Setelah memahami metode penyusunan analisa harga satuan yang secara rinci menghitung biaya pekerjaan berdasarkan kebutuhan sumber daya, penting juga untuk menyadari bahwa estimasi biaya konstruksi selalu mengandung risiko dan ketidakpastian. Risiko ini dapat muncul dari fluktuasi harga material, perubahan kebijakan pemerintah, kondisi tanah yang tidak terduga, hingga cuaca yang ekstrem. Oleh karena itu, selain analisa harga yang detail, penyusun anggaran juga perlu mempertimbangkan cadangan risiko sebagai bagian integral dari estimasi. Adanya langkah mengidentifikasi dan mengantisipasi potensi risiko sejak awal mengakibatkan perencana proyek dapat menjaga kestabilan anggaran, meminimalisir dampak negatif, serta memastikan kelancaran pelaksanaan proyek konstruksi jalan secara optimal.

Risiko dan Ketidakpastian dalam Estimasi Biaya

Dalam penyusunan anggaran konstruksi, aspek risiko dan ketidakpastian selalu hadir karena proyek tidak sepenuhnya bisa diprediksi secara akurat. Risiko dapat muncul akibat kurangnya informasi, kondisi yang berubah secara tiba-tiba, atau faktor eksternal yang sulit dikontrol oleh perencana proyek. Ketidakpastian ini menuntut perencana untuk membuat estimasi cadangan biaya atau *contingency cost* yang proporsional terhadap besarnya risiko yang diperkirakan. Identifikasi terhadap risiko teknis dan non-teknis serta penyiapan strategi mitigasi menjadi langkah kritis untuk memastikan estimasi biaya tetap realistis, fleksibel, dan mampu merespons berbagai tantangan selama pelaksanaan proyek konstruksi jalan raya.

Risiko teknis

Risiko teknis adalah potensi kendala atau permasalahan yang timbul secara langsung berkaitan dengan aspek teknis pekerjaan konstruksi. Risiko ini meliputi:

1. Kondisi Tanah dan Geoteknik:

Kondisi tanah yang lunak atau tidak stabil dapat menjadi salah satu contoh risiko karena dapat menyebabkan kesulitan dalam pelaksanaan dan meningkatkan biaya.

2. Kesalahan Desain:

Kekeliruan dalam perencanaan teknis yang dapat memicu perubahan pekerjaan di tengah pelaksanaan, sehingga biaya tambahan harus dikeluarkan.

3. Ketersediaan dan Kondisi Alat Berat:

Kerusakan atau keterlambatan mobilisasi alat yang dapat menyebabkan keterlambatan jadwal dan pembengkakan biaya.

4. Kualitas Material:

Risiko akibat kualitas material yang tidak sesuai spesifikasi, sehingga diperlukan penggantian atau perbaikan, yang berimplikasi pada tambahan biaya.

Risiko Non-teknis

Risiko non-teknis merupakan kendala yang bersumber dari faktor-faktor eksternal proyek, tidak langsung terkait dengan pekerjaan konstruksi, namun dapat secara signifikan mempengaruhi kelancaran proyek. Contoh risiko non-teknis meliputi:

1. Fluktuasi Harga Material dan Inflasi: Kenaikan harga bahan konstruksi secara tiba-tiba akibat kondisi pasar atau kebijakan ekonomi.
2. Kebijakan Pemerintah dan Regulasi: Perubahan regulasi yang terjadi selama pelaksanaan proyek, seperti aturan baru mengenai lingkungan atau perpajakan, yang berdampak pada tambahan biaya.
3. Gangguan Sosial dan Lingkungan: Protes masyarakat sekitar atau isu sosial yang memerlukan biaya penyelesaian tambahan atau bahkan penghentian sementara proyek.
4. Kondisi Cuaca Ekstrem: Hujan lebat, banjir, atau bencana alam yang tidak terprediksi dan menyebabkan keterlambatan atau bahkan penghentian pekerjaan.

Memahami risiko teknis dan non-teknis dalam proyek konstruksi jalan merupakan langkah awal penting untuk merancang strategi mitigasi biaya yang efektif. Identifikasi risiko secara jelas memungkinkan tim proyek mengantisipasi potensi kendala sebelum pelaksanaan proyek dimulai. Setelah risiko-risiko tersebut diidentifikasi dan dievaluasi dampaknya, maka tim proyek dapat merumuskan strategi mitigasi biaya yang tepat

guna, terukur, dan sesuai dengan kondisi spesifik proyek. Upaya mitigasi bukan hanya sekedar merespons risiko yang muncul, tetapi juga mampu mencegah dan mengurangi potensi dampak negatif pada anggaran dan pelaksanaan konstruksi secara keseluruhan.

Strategi Mitigasi Biaya dalam Proyek Konstruksi Jalan Raya

Strategi mitigasi biaya merupakan pendekatan yang dilakukan untuk meminimalkan dampak negatif dari berbagai risiko dan ketidakpastian dalam estimasi biaya konstruksi jalan. Mitigasi biaya bukan hanya sekedar mengurangi pengeluaran, tetapi juga melibatkan langkah-langkah preventif yang terstruktur guna memastikan proyek berjalan secara ekonomis dan efisien. Dalam penerapannya, mitigasi biaya mengharuskan tim proyek melakukan identifikasi dini terhadap potensi risiko, baik yang berasal dari aspek teknis maupun non-teknis, serta merancang tindakan pencegahan yang tepat sejak awal perencanaan.

Salah satu strategi mitigasi yang efektif adalah melakukan analisis sensitivitas dan scenario planning di tahap perencanaan proyek. Analisis sensitivitas memungkinkan manajer proyek mengidentifikasi komponen biaya mana saja yang paling rentan terhadap perubahan, sehingga pengendalian anggaran dapat difokuskan pada elemen-elemen tersebut. Scenario planning membantu tim untuk merancang beberapa alternatif rencana jika terjadi perubahan kondisi yang signifikan, seperti lonjakan harga bahan atau gangguan cuaca ekstrem. Pendekatan ini memastikan bahwa proyek tetap berjalan lancar tanpa gangguan yang berarti secara finansial.

Selanjutnya, strategi mitigasi biaya juga mencakup optimalisasi pemilihan metode konstruksi dan manajemen pengadaan (procurement management).

Misalnya, pemilihan metode konstruksi yang lebih sederhana namun tetap memenuhi standar kualitas dapat mengurangi biaya tenaga kerja dan operasional alat berat. Selain itu, penggunaan kontrak berbasis harga tetap (lump-sum contract) dengan kontraktor dapat membatasi risiko lonjakan biaya selama pelaksanaan. Dengan mengintegrasikan semua strategi ini, estimasi biaya proyek menjadi lebih terkontrol, realistis, dan efisien dalam menghadapi berbagai kondisi yang mungkin terjadi.

Studi Kasus Sederhana: Simulasi Penyusunan Anggaran Proyek Jalan Sepanjang 1 km

Guna memperjelas proses penyusunan anggaran biaya konstruksi jalan, berikut adalah studi kasus sederhana simulasi pembangunan jalan sepanjang 1 km, dengan lebar 6 meter. Pekerjaan ini mencakup pekerjaan tanah, lapis pondasi, lapis perkerasan aspal, serta saluran drainase. Tahapan perhitungan ini berdasarkan metode AHSP adalah sebagai berikut:

1. Menghitung Volume Setiap Pekerjaan:

Diketahui volume pekerjaan sebagai berikut:

- a. Pekerjaan tanah (galian dan timbunan): 1.500 m^3
- b. Lapis pondasi agregat kelas A : 1.200 m^3
- c. Lapis perkerasan aspal (*hotmix*) : 600 m^2
- d. Pembangunan saluran drainase : 500 m

2. Menghitung Koefisien Harga Satuan

Sebagai contoh, untuk pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A (misalnya per 1 m^3), koefisien dapat diperoleh dengan memperhitungkan hal berikut:

a. Material

$$\text{Agregat Kelas A} = 1,05 \text{ m}^3$$

Koefisien material sebesar $1,05 \text{ m}^3$ artinya dibutuhkan agregat sebanyak $1,05 \text{ m}^3$ untuk menghasilkan pekerjaan lapis pondasi 1 m^3 .

b. Tenaga Kerja

Pekerja = $0,30 \text{ OH}$ (Orang Hari)

Koefisien tenaga kerja sebesar $0,30 \text{ OH}$ artinya dibutuhkan $0,30$ orang-hari atau sekitar $2,4$ jam kerja untuk menyelesaikan pekerjaan per m^3 .

c. Peralatan

Grader = $0,05 \text{ Jam}$

Vibratory Roller = $0,10 \text{ Jam}$

Dump Truck = $0,15 \text{ Jam}$

Koefisien alat seperti grader sebesar $0,05 \text{ jam}$ artinya penggunaan grader dibutuhkan $0,05 \text{ jam}$ untuk setiap m^3 pekerjaan.

3. Menghitung Harga Satuan

Harga satuan diperoleh dengan rumus:

Harga Satuan = (Koef. Material $\times$ Harga Material) +
(Koef. Tenaga Kerja $\times$ Upah Tenaga Kerja) +
(Koef. Peralatan $\times$ Sewa Peralatan)

Contoh sederhana perhitungan harga satuan pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A per m^3 :

a. Material

Agregat Kelas A = $1,05 \text{ m}^3 \times \text{Rp}200.000/\text{m}^3 = \text{Rp}210.000$

b. Tenaga kerja

Pekerja = $0,30 \text{ OH} \times \text{Rp}100.000/\text{OH} = \text{Rp}30.000$

c. Peralatan:

Grader = $0,05 \text{ jam} \times \text{Rp}300.000/\text{jam} = \text{Rp}15.000$

Vibratory Roller= 0,10 jam×Rp250.000/jam=
Rp25.000

Dump Truck= 0,15 jam × Rp150.000/jam =
Rp22.500

Total Harga Satuan

Rp 210.000 + Rp 30.000 + Rp 15.000 + Rp 25.000
+ Rp 22.500

= Rp302.500 per m³

4. Berikut rincian biaya yang diperoleh dari AHSP:

Tabel 9.3 Estimasi Biaya Pekerjaan Pembangunan Jalan

Komponen	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
Pekerjaan tanah	1.500 m ³	80.000	120.000.000
Lapis pondasi agregat Kelas A	1.200 m ³	302.500	363.000.000
Lapis perkerasan aspal	600 m	250.000	150.000.000
Saluran drainase	500 m	275.000	137.000.000
Biaya tak terduga (8%)	-	-	66.200.000
Total Anggaran			836.200.000

Estimasi yang ditunjukkan pada Tabel 9.3 memberikan gambaran tentang jumlah anggaran yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan konstruksi jalan sepanjang 1 km. Biaya tak terduga dialokasikan sebesar 8% sebagai bentuk antisipasi terhadap perubahan kondisi atau harga selama pelaksanaan proyek.

Penutup

Penyusunan anggaran merupakan tahapan kritis dalam perencanaan jalan raya, karena berdampak langsung terhadap keberhasilan dan keberlanjutan proyek. Estimasi biaya yang akurat membantu mengontrol anggaran, meminimalisir risiko pembengkakan biaya, serta memastikan efisiensi pemanfaatan sumber daya. Anggaran yang disusun secara sistematis dan berbasis data akan menjadi pedoman yang dapat dipercaya oleh semua pemangku kepentingan proyek.

Dalam implementasi perencanaan biaya, sangat penting untuk mengikuti standar resmi, seperti AHSP yang diatur oleh Peraturan Menteri PUPR No. 1 Tahun 2022. Disarankan juga agar tim perencana rutin melakukan analisis sensitivitas terhadap komponen biaya yang rentan terhadap perubahan pasar atau teknis. Strategi mitigasi risiko harus selalu diperbarui secara berkala guna menghadapi perubahan kondisi proyek di lapangan. Selain itu, pemanfaatan teknologi informasi dan perangkat lunak estimasi dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi perhitungan biaya secara signifikan. Dengan menerapkan pendekatan ini, pengelolaan proyek konstruksi jalan raya akan lebih efektif, akuntabel, dan berdampak positif bagi masyarakat.

Daftar Pustaka

- Kumara, I. N. I., Tapa, I. G. F. S., Indrashwara, D. C., Pancane, I. W. D., & Predana, M. A. (2025). Value engineering in enhancing green building innovation. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 10(1).
- Jawat, I. W., & Suwitanujaya, I. N. (2018). Estimasi biaya pencegahan dan pengawasan K3 pada proyek konstruksi. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 7(1), 88–101.
- Latifah, S. (2020). Optimalisasi manajemen waktu dan biaya terhadap pembangunan proyek (Studi kasus penyelesaian pembangunan Puskesmas 1 Batur CV. SENDO HOKAGE). *Journal of Economic, Business and Engineering (JEBE)*, 1(2), 326–334.
- Nabila, F. (2023). A analysis of time and cost optimization in building construction using time cost trade off method. *Journal of Civil Engineering and Planning (JCEP)*, 4(2), 199–210.
- Ngantung, R. K., Manoppo, F. J., & Kandou, C. D. (2021). Penerapan value engineering dalam upaya meningkatkan efisiensi biaya proyek pada pembangunan gedung DPRD Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 11(1).
- Novitasari, R. (2019). Perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan erection girder dengan metode launcher pada pembangunan jembatan proyek jalan tol Krian–Legundi–Bunder–Manyar (KLBM) Sta. 21+800–Sta. 22+278 (Disertasi doktoral, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Wedagama, D. A. T. A., Pramana, I. B. G. A. Y., & Graha, I. M. S. (2025). Implementasi kebijakan Tingkat Kandungan Dalam Negeri (TKDN) pada proyek konstruksi jalan di Kota Denpasar. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 4(2), 466–474.

Profil Penulis

Ir. I Nyoman Indra Kumara, S.T., M.T.



Penulis di lahirkan di Denpasar pada tanggal 12 Desember 1995. Ketertarikan penulis terhadap dunia teknik sipil dan konstruksi mulai tumbuh sejak masa sekolah. Ketertarikan ini mendorong penulis untuk melanjutkan pendidikan di jenjang Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil di Universitas Udayana dan berhasil menyelesaikan studi pada tahun 2018 dengan predikat cumlaude. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan Magister pada Program Studi Teknik Sipil Konsentrasi Manajemen Konstruksi di Universitas Udayana, dan menyelesaikannya pada tahun 2021. Saat ini, penulis aktif sebagai dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Pendidikan Nasional. Penulis juga aktif dalam kegiatan ilmiah dan organisasi profesi seperti Persatuan Insinyur Indonesia (PII). Sehari-harinya, penulis mengampu mata kuliah di bidang teknik sipil. Selain itu, penulis aktif menulis artikel ilmiah pada jurnal nasional dan internasional, serta berkontribusi dalam penulisan buku ajar dan book chapter dalam bidang keahlian teknik sipil dan manajemen konstruksi.

Email Penulis: indrakumara.nyoman@gmail.com

KEAMANAN DAN KENYAMANAN JALAN RAYA

Luh Putu Merta Karunia Putri, S.T., M.T
Universitas Pendidikan Nasional

Pendahuluan

Jalan raya merupakan bagian mendasar dari sistem transportasi darat dan berperan penting dalam menunjang mobilitas manusia dan distribusi barang. Dalam praktik perencanaan dan rekayasa sipil, jalan tidak hanya dipandang sebagai saluran pergerakan fisik, tetapi juga sebagai ruang sosial yang memfasilitasi interaksi antarpengguna (Mehta, 2013). Fungsi jalan mencakup lebih dari sekadar konektivitas antarwilayah. Keberadaannya juga menentukan kualitas kehidupan di kawasan urban maupun rural. Sebagai ruang publik, jalan merepresentasikan hubungan antara struktur fisik dan dinamika sosial (Yang dkk., 2025). Jika jalan adalah raga, maka interaksi sosial adalah rohnya.

Konsepsi jalan sebagai ruang sosial menjadikan keamanan dan kenyamanan sebagai dua komponen yang harus dirancang secara terpadu (Malone dkk., 2017). Keamanan diwujudkan melalui pendekatan teknis dan manajerial, seperti desain geometrik yang responsif, perlengkapan jalan yang tepat, serta sistem pengawasan lalu lintas yang efektif guna menekan risiko kecelakaan akibat kondisi jalan maupun interaksi antar pengguna (Cafiso dkk., 2021). Sementara itu, kenyamanan mencakup kondisi fisik dan psikologis pengguna,

termasuk permukaan jalan yang baik, pencahayaan memadai, minimnya kebisingan, serta orientasi visual yang jelas dan inklusif (Sundling dan Jakobsson, 2023).

Hubungan antara keduanya bersifat saling mendukung. Jalan yang aman belum tentu nyaman, dan kenyamanan tidak akan bermakna jika pengguna tetap berada dalam situasi berisiko tinggi. Keseimbangan antara dua aspek ini menjadi indikator keberhasilan dalam perancangan ruang jalan. Pendekatan yang hanya fokus pada efisiensi teknis berpotensi mengabaikan aspek-aspek kemanusiaan yang justru menentukan kualitas penggunaan jalan dalam jangka panjang.

Rekayasa Keselamatan dan Keamanan Jalan Raya

Pembahasan mengenai kualitas ruang jalan mencakup dua aspek yang saling berkaitan, yaitu keselamatan dan keamanan. Dalam ranah hukum nasional, Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan mendefinisikan keselamatan jalan sebagai kondisi terpenuhinya persyaratan teknis dan kelayakan operasional jalan, kendaraan, pengemudi, serta infrastruktur pendukung lainnya dalam rangka melindungi pengguna jalan dari potensi kecelakaan. Sebaliknya, keamanan jalan merupakan bagian integral dari ruang publik yang adil, inklusif, menjamin perlindungan pengguna dari ancaman fisik maupun psikologis, dan menjamin kebebasan bergerak tanpa rasa takut (UN-Habitat, 2020)

Analisis statistik kecelakaan lalu lintas menjadi titik awal dalam menyusun strategi keselamatan dan keamanan jalan. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mencatat bahwa pada tahun 2021 terdapat sekitar 1,19 juta kematian akibat kecelakaan lalu lintas, atau setara dengan 15 kematian per 100.000 penduduk (WHO, 2023). Di Indonesia, berdasarkan data Badan Pusat Statistik

(BPS), pada tahun 2022 tercatat 139.258 kejadian kecelakaan lalu lintas, dengan jumlah korban meninggal dunia mencapai 28.131 orang (BPS, 2023). Faktor penyebab kecelakaan diklasifikasikan ke dalam empat kategori: manusia, kendaraan, jalan, dan lingkungan (Garber dkk., 2009). Penjabaran lebih lanjut mengenai keempat faktor risiko tersebut disajikan dalam Tabel 10.1.

Struktur fisik jalan memegang peranan esensial dalam menunjang keselamatan. Geometri jalan yang dirancang sesuai dengan kaidah teknis, seperti radius tikungan yang memadai, superelevasi yang proposional, dan jarak pandang henti yang aman merupakan prasyarat penting dalam mendukung pengambilan keputusan pengemudi (Mollashahi dkk., 2017). Drainase permukaan jalan juga harus dirancang secara efektif untuk mencegah terjadinya genangan air yang dapat meningkatkan risiko *aquaplaning*, terutama pada kondisi hujan (Saedi dkk., 2024). Tak kalah penting, perlengkapan keselamatan jalan menjadi bagian integral dari sistem transportasi yang andal. Rambu lalu lintas, marka, *guardrail*, cermin tikungan, *delineator*, serta pembatas akses di lokasi rawan konflik, seluruhnya bekerja sebagai sarana komunikasi antara desain jalan dan perilaku pengguna (Cheng dkk., 2021).

Tabel 10.1 Faktor risiko dalam keselamatan dan keamanan jalan raya

No	Faktor Risiko	Contoh Risiko Spesifik	Dampak
1	Faktor manusia	a. Mengemudi dengan kecepatan tinggi b. Kelelahan saat berkendara c. Distraksi	Meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan akibat kesalahan manusia dan

		d. Mengemudi dalam pengaruh alkohol	keterlambatan reaksi
2	Faktor kendaraan	a. Rem tidak berfungsi dengan baik b. Ban aus atau tekanan tidak sesuai c. Lampu kendaraan mati d. Kurangnya perawatan kendaraan secara berkala	Menyebabkan kegagalan teknis yang membahayakan pengemudi maupun pengguna jalan lain
3	Faktor lingkungan	a. Penerangan jalan yang kurang b. Jalan licin akibat hujan c. Tikungan tajam tanpa rambu peringatan d. Jalan berlubang	Mengurangi visibilitas dan kendali pengemudi, meningkatkan potensi kecelakaan
4	Faktor jalan / infrastruktur	a. Marka jalan yang tidak jelas b. Rambu lalu lintas tidak lengkap c. Kurangnya fasilitas penyebrangan bagi pejalan kaki	Mengurangi kepatuhan pengguna jalan, menyulitkan navigasi, dan memperlambat respons terhadap insiden

		d. Tidak tersedia sistem pengawasan seperti CCTV	
--	--	--	--

Pada perspektif teknik sipil modern, rekayasa keselamatan tidak lagi dibatasi pada pemenuhan standar teknis semata, melainkan telah berkembang menjadi strategi multidimensional yang mencakup intervensi sistemik terhadap seluruh komponen jaringan jalan. Pendekatan *Safe System Approach* (SSA) menjadi acuan global yang terbukti efektif dalam mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas dan menciptakan lingkungan jalan yang aman bagi semua pengguna (Khan & Das, 2024). SSA (lihat Gambar 10.1) menekankan bahwa kesalahan manusia adalah hal yang tak terelakkan, sehingga sistem jalan harus dirancang agar tetap meminimalkan konsekuensi dari kesalahan tersebut.



Gambar 10.1 Prinsip, elemen inti, dan area tindakan dari SSA (Sumber: WRI, 2018)

Penekanan prinsip kesalahan manusia yang tidak dapat dihindari, menuntun desain infrastruktur untuk beradaptasi dengan hal tersebut. *Forgiving roads* dan *self-*

explaining roads merupakan dua konsep yang telah diterapkan secara luas untuk merespons berbagai penyebab kecelakaan. Konsep jalan yang “memaafkan” dirancang agar dapat memitigasi dampak ketika pengguna melakukan kesalahan, misalnya melalui penyediaan bahu jalan, pengaman tepi yang efektif, atau median yang jelas (La Torre dkk., 2012). Sementara, desain jalan yang “mudah dibaca” menekankan pentingnya elemen visual dan tata letak yang intuitif, sehingga pengguna memahami pola lalu lintas tanpa perlu terlalu banyak instruksi tambahan (Theeuwes, 2021).

Guna memastikan efektivitas desain jalan tetap optimal dalam jangka panjang, diperlukan mekanisme pengawasan dan evaluasi keselamatan yang berkesinambungan. Salah satu pendekatan yang banyak diadopsi secara global adalah *Road Safety Audit* (RSA), yaitu proses evaluasi terstruktur yang dilaksanakan oleh tim independen untuk menilai aspek keselamatan pada tahap perencanaan, konstruksi, hingga pengoperasian jalan (Calderón Ramírez dkk., 2023). Selain RSA, pendekatan analitis berbasis data seperti *black spot analysis* yang diterapkan untuk mengenali lokasi dengan tingkat kecelakaan tinggi, di mana pemetaan spasial terhadap titik-titik rawan memungkinkan perumusan intervensi teknis yang lebih terarah dan efisien (Karamanlis dkk., 2023).

Kenyamanan Berkendara dan Berjalan

Bila keselamatan berfokus pada pencegahan kecelakaan dan perlindungan terhadap risiko fisik, maka kenyamanan lebih menitikberatkan pada kualitas pengalaman pengguna saat mengakses, melintasi, atau menjalankan aktivitas di ruang jalan. Menurut Qin dkk (2025) rasa nyaman dapat ditinjau dari tiga dimensi utama, yaitu:

1. Dimensi fisik mencakup kualitas perkerasan jalan yang halus, pencahayaan yang memadai pada malam hari (Wu dkk., 2023), serta minimnya getaran akibat kendaraan berat atau permukaan jalan yang rusak.
2. Dimensi visual ditunjang oleh elemen lanskap jalan yang teratur, keberadaan rambu yang jelas dan tidak membingungkan, marka jalan yang mudah dibaca, dan organisasi jalur yang mudah dipahami (Shao dkk., 2023).
3. Dimensi psikologis dapat berasal dari elemen keberadaan ruang terbuka, jalur pejalan kaki yang terlindungi, dan pemisahan antara kendaraan cepat dan pengguna rentan menjadi faktor penting dalam membangun ketenangan saat menggunakan jalan (Kim dkk., 2024).

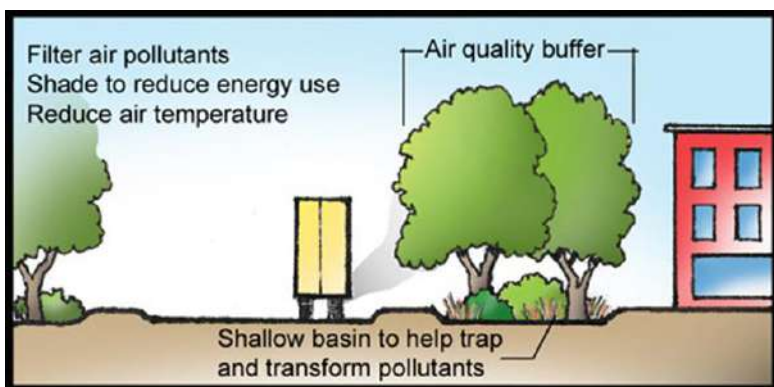
Perasaan nyaman di jalan tidak hanya dipengaruhi oleh dimensi fisik, visual, dan psikologis, tetapi juga tergantung pada karakteristik tiap tipe pengguna. Tabel 10.2 merangkum kebutuhan kenyamanan spesifik dari berbagai kelompok pengguna yang memengaruhi pengalaman mereka di ruang jalan.

Tabel 10.2 Perbandingan kebutuhan kenyamanan antar pengguna jalan

Tipe Pengguna	Kebutuhan Kenyamanan
Pengemudi	Permukaan jalan yang bebas lubang, geometri jalan yang konsisten, serta sistem pencahayaan yang cukup (Wu dkk., 2023)
Pejalan kaki	Trotoar yang cukup lebar, terlindung dari paparan langsung kendaraan, serta dilengkapi <i>ramp</i> bagi penyandang disabilitas dan <i>zebra cross</i> (Štimac Grandić dkk., 2024)
Pesepeda	Jalur khusus yang terpisah dari arus kendaraan, lebar jalur yang memadai,

	serta marka yang memberikan arah dan batas dengan jelas (Li dkk., 2012)
Pengguna angkutan umum	Halte dirancang dengan aksesibilitas yang baik, ruang tunggu yang terlindung, serta lokasi yang aman dari lalu lintas cepat (Martínez-Chao dkk., 2024)

Kenyamanan pengguna jalan tidak hanya ditentukan oleh elemen struktural, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar. Kebisingan lalu lintas, polusi udara, dan getaran dari kendaraan berat dapat menurunkan kualitas pengalaman, khususnya bagi pejalan kaki dan pesepeda. Kehadiran vegetasi seperti pohon peneduh dan jalur hijau berperan penting dalam meredam suara, menyaring polutan, serta meningkatkan kesejahteraan psikologis masyarakat (Wang dkk., 2019). Studi menunjukkan bahwa vegetasi pinggir jalan selebar ≥ 5 m dapat menurunkan kebisingan hingga 9–11 dB (Ow dan Ghosh, 2017). Pohon peneduh juga terbukti mengurangi partikulat $PM_{2.5}$ sekitar 17 % dan paparan logam berat lebih dari 50 % pada pejalan kaki (Ozdemir, 2019), seperti Gambar 10.2 tentang buffer hijau di area perkotaan.



Gambar 10.2 Buffer hijau di area perkotaan
(Sumber: Bentrup, 2010)

Aspek estetika turut berkontribusi terhadap kenyamanan jangka panjang melalui penciptaan ruang publik yang lebih manusiawi. Integrasi elemen lanskap kota seperti taman kecil, tempat duduk di trotoar, dan jalur hijau mendukung aktivitas pejalan kaki dan memperkuat identitas visual kawasan (Rinaldi dkk., 2025). Contoh *streetscape* yang menerapkan elemen ini dapat dilihat pada proyek urban yang ditampilkan dalam Gambar 10.3. Pemilihan material permukaan, warna marka jalan yang kontras, serta penataan lampu dan furnitur jalan mempermudah navigasi visual dan membentuk *landmark* mikro yang memperkaya pengalaman ruang (Grabiec dkk., 2022). Salah satu praktik terbaik dalam desain marka jalan untuk mendukung kenyamanan visual di ruang publik dapat ditemukan dalam panduan desain NACTO.



Gambar 10.3 *Streetscape* daerah perkotaan
(Sumber: NACTO, 2016)

Desain Geometrik dan Infrastruktur Pendukung

Desain geometrik jalan merupakan fondasi utama dalam menciptakan ruang lalu lintas yang aman dan nyaman bagi seluruh pengguna. Elemen-elemen seperti lebar lajur, radius tikungan, dan superelevasi harus dirancang sesuai dengan standar teknis agar mendukung stabilitas kendaraan, meminimalkan risiko kecelakaan, dan memberikan kenyamanan berkendara. Misalnya, lebar lajur yang terlalu sempit meningkatkan risiko tabrakan samping, sedangkan tikungan dengan radius terlalu kecil dapat menyebabkan kehilangan kendali pada kecepatan tinggi (AASHTO, 2018).

Infrastruktur pendukung seperti trotoar, jalur sepeda, dan penyeberangan pejalan kaki merupakan komponen vital untuk menciptakan ruang jalan yang inklusif. Fasilitas ini harus dirancang dengan mempertimbangkan aksesibilitas bagi seluruh pengguna, termasuk penyandang disabilitas, serta memberikan pemisahan fisik yang memadai dari arus kendaraan bermotor untuk mengurangi potensi konflik (Tamin, 2000; PIARC, 2020). Ilustrasi desain trotoar dan jalur sepeda yang aman dan terpisah dapat dilihat pada Gambar 10.4



Gambar 10.4 Ilustrasi desain trotoar dan jalur sepeda
(Sumber: NACTO, 2016)

Jalur pejalan kaki yang terlindungi dan penyeberangan yang aman terbukti meningkatkan persepsi kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan rentan seperti anak-anak dan lansia, sebagaimana ditunjukkan pula dalam Gambar 10.5.

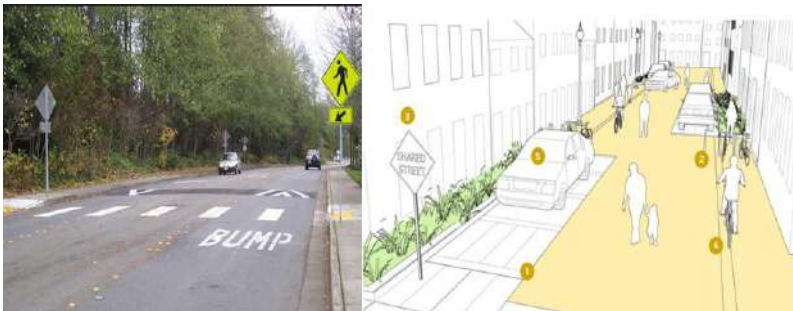


Gambar 10.5 Rekomendasi jalur penyebrangan
(Sumber: NACTO, 2016)

Ukuran perpanjangan trotoar (*curb extension*) idealnya sedikit lebih sempit sekitar 1–2 kaki dibandingkan dengan lebar lajur parkir, kecuali jika lajur parkir tersebut dirancang menggunakan material yang menyatu dengan area pejalan kaki. Untuk mendukung fungsi ekologis, elemen pengelolaan air hujan seperti taman resapan atau *bioswale* dapat diintegrasikan ke dalam desain perpanjangan trotoar guna membantu meresapkan air dan mengurangi permukaan jalan yang kedap air (NACTO, 2016). Selain berfungsi sebagai elemen ekologis, perpanjangan trotoar juga dapat dimanfaatkan sebagai bagian dari strategi pengendalian kecepatan yang ramah lingkungan dan terintegrasi dengan desain jalan secara menyeluruh

Upaya untuk mengendalikan kecepatan dan meningkatkan kewaspadaan pengemudi dilakukan melalui penerapan *traffic calming measures* (lihat Gambar 10.6). Fitur-fitur seperti *speed bump*, *chicane*, dan *median*

island efektif menurunkan kecepatan kendaraan secara alami dan menciptakan lingkungan berkendara yang lebih aman, khususnya di kawasan permukiman dan sekolah (Ewing dan Dumbaugh, 2009). Pada ruas jalan bersama (*shared streets*) yang lebih lebar, pola lansekap yang disusun tidak sejajar, parkir tegak lurus, parkir miring dari belakang (*back-in*), atau parkir masuk langsung (*head-in*) dapat digunakan untuk menciptakan efek *chicane* yang memperlambat laju kendaraan. Strategi ini telah menjadi bagian integral dari pendekatan *Safe System* dalam perencanaan jalan modern.



Gambar 10.6 Pengendalian kecepatan dan kewaspadaan pengemudi. (Sumber: NACTO, 2016)

Elemen penting lainnya adalah penempatan rambu lalu lintas, marka jalan, dan pencahayaan. Rambu dan marka harus dirancang agar mudah dibaca dan dipahami dalam berbagai kondisi cuaca dan pencahayaan. Pencahayaan jalan yang baik, terutama di persimpangan, tikungan, dan zona penyeberangan, berperan dalam meningkatkan visibilitas pengguna dan menurunkan angka kecelakaan malam hari (Wu et al., 2023). Seluruh elemen ini harus diintegrasikan secara sistemik untuk menciptakan ruang jalan yang tidak hanya efisien, tetapi juga manusiawi dan responsif terhadap keberagaman pengguna.

Teknologi dan Inovasi

Pengembangan sistem transportasi cerdas yang terintegrasi dengan sensor *real-time* dan *smart crossing* berkontribusi besar terhadap keselamatan dan efisiensi lalu lintas. Teknologi seperti kamera termal dan radar efektif mendeteksi pejalan kaki, bahkan dalam kondisi cahaya rendah, sehingga meningkatkan kewaspadaan pengemudi (Baek dkk., 2017). Studi lain menunjukkan bahwa informasi keberadaan pejalan kaki di *blind spot* dapat menurunkan kecepatan kendaraan dan meningkatkan kepatuhan terhadap peraturan (Hong dkk., 2023). Pendekatan ini diperkuat dengan integrasi komunikasi kendaraan ke segala (*vehicle-to-everything*, V2X) yang memungkinkan kendaraan berinteraksi langsung dengan infrastruktur untuk mengurangi konflik dan meningkatkan keselamatan (Wang dkk., 2024).

Seiring meningkatnya kebutuhan akan kenyamanan pengguna jalan, inovasi material perkerasan menjadi aspek penting dalam menciptakan lingkungan transportasi yang bersahabat. *Cool pavement*, yaitu perkerasan dengan daya refleksi tinggi terhadap sinar matahari, terbukti menurunkan suhu permukaan dan membantu mitigasi efek *urban heat island* (Jiang dkk., 2023). Selain itu, aspal berpori (*porous asphalt*) menyerap suara lalu lintas dan meredam kebisingan hingga 6–8 dB, sebagaimana dibuktikan dalam studi oleh Castro-Fresno dkk. (2024). Efek ini signifikan dalam meningkatkan kenyamanan akustik dan keselamatan di lingkungan padat. Integrasi material ini melengkapi teknologi sensorik dalam menciptakan jalan yang aman dan nyaman secara termal maupun akustik.

Guna mendukung efektivitas teknologi jalan lainnya, sistem penerangan adaptif dan *smart signage* menjadi elemen penting dalam manajemen keselamatan, khususnya malam hari. Penerangan yang merespons

intensitas cahaya dan keberadaan pengguna jalan meningkatkan efisiensi energi serta persepsi keselamatan (Clifton dkk., 2024). Sementara itu, papan informasi elektronik berbasis LED dan sensor lingkungan dalam sistem *intelligent signage* memberikan peringatan kontekstual tentang kondisi lalu lintas seperti jalan licin, batas kecepatan, atau cuaca ekstrem secara *real-time* (Wu dkk., 2024). Dengan mengintegrasikan pencahayaan dan informasi ini ke jaringan jalan, terbentuk infrastruktur yang adaptif, cerdas, dan responsif terhadap berbagai situasi.

Studi Kasus dan Praktik Baik

Penerapan prinsip keselamatan dan kenyamanan dalam desain jalan menuntut evaluasi kontekstual berbasis pengalaman nyata. Salah satu contoh paling representatif dari implementasi konsep *self-explaining roads* terdapat di Woonerf Street di Delft, Belanda (lihat Gambar 10.7). Pada akhir 1960-an, penduduk lokal melepas bagian trotoar dan memasang hambatan alami seperti meja, bangku, serta pot bunga untuk membuat pengemudi secara naluriah mengurangi kecepatan dan meningkatkan kewaspadaan (Kraaij dan Mooij, 2018). Studi oleh Ben Hamilton-Baillie dalam *Built Environment* (2008) mencatat bahwa pendekatan “*shared space*” ini berhasil menurunkan dominasi kendaraan bermotor dan mendorong interaksi sosial yang aman antar pengguna jalan. Selain itu, penelitian Ruiz-Apilánez dkk. (2017) memvalidasi bahwa desain visual yang menyatu antara jalan dan ruang publik mencakup kombinasi elemen lanskap, estetika, serta konteks sosial berkontribusi pada pengalaman jalan yang nyaman, ramah pejalan kaki, dan inklusif bagi anak-anak, lansia, serta penyandang disabilitas.



Gambar 10.7 Empat prinsip woonerf
(Sumber: Lior Steinberg, diadaptasi dari Ben-Joseph's 1995)

Di Indonesia, Kota Surakarta menjadi salah satu pelopor dalam menerapkan prinsip Safe System melalui kebijakan Zona Selamat Sekolah (ZoSS). Menurut data dari Dinas Perhubungan Kota Surakarta, pendekatan ini berhasil menurunkan insiden kecelakaan yang melibatkan pelajar secara signifikan selama periode 2021–2023. Ilustrasi ZoSS dapat dilihat pada Gambar 10.8. Jalan-jalan di sekitar sekolah dilengkapi dengan marka kejut, penyeberangan berpencahayaan, serta penempatan petugas pengatur lalu lintas khusus pada jam sibuk. Penelitian oleh Santoso dkk. (2023) pada tiga lokasi Jalan Gajah Mada, MT Haryono, dan HOS Cokroaminoto menggunakan survei *spot-speed* dan perilaku pengguna jalan, juga menunjukkan penurunan kecepatan yang signifikan serta peningkatan keselamatan pejalan kaki anak-anak. Praktik ini selaras dengan pendekatan kota-kota seperti Amsterdam dan Stockholm, yang telah menerapkan pembatasan kecepatan kendaraan maksimal 30 km/jam di kawasan permukiman dan pusat kota (Swedish Transport Administration, 2020). Di kawasan

tersebut, prioritas diberikan kepada pejalan kaki dan pesepeda, dengan desain visual dan fisik jalan yang mendorong perilaku hati-hati dari pengemudi.



Gambar 10.8 Implementasi ZoSS
(Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 2019)

Daftar Pustaka

- AASHTO. (2018). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (7th ed.). American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Jumlah kecelakaan, korban mati, luka berat, luka ringan, dan kerugian materi. Badan Pusat Statistik. Diakses pada 19 Juni 2025, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTEzIzI%3D/jumlah-kecelakaan--korban-mati--luka-berat--luka-ringan--dan-kerugian-materi.html>
- Baek, J., Hong, S., Kim, J., & Kim, E. (2017). Efficient pedestrian detection at nighttime using a thermal camera. *Sensors*, 17(8), 1850.
- Bentrup, G. (2010). Conservation buffers: Design guidelines for buffers, corridors, and greenways. National Agroforestry Center, U.S. Department of Agriculture, Forest Service. <https://www.fs.usda.gov/nac/buffers/index.html>
- Cafiso, S., Pappalardo, G., & Stamatiadis, N. (2021). Observed risk and user perception of road infrastructure safety assessment for cycling mobility. *Infrastructures*, 6(11), 154.
- Calderón Ramírez, J. A., Núñez López, I., García Gómez, L. G., & Montoya Alcaraz, M. A. (2023). Main guidelines in road safety audits: a literature review. *Frontiers in Built Environment*, 9, 1282251
- Castro-Fresno, D., Miera-Domínguez, H., Lastra-González, P., Indacochea-Vega, I., van Loon, R., & van Blokland, G. (2024). Two-layer porous asphalt: Main properties to decrease the noise emissions. *Transportation Research Record*, 2678(1), 45–56.
- Cheng, G., Cheng, R., Pei, Y., & Han, J. (2021). Research on highway roadside safety. *Journal of advanced transportation*, 2021(1), 6622360.

- Clifton, K., Jones, R., & Martinez, A. (2024). Adaptive street lighting and pedestrian perception of safety in low-light urban corridors. *LEUKOS*, 20(1), 45–58.
- Dinas Perhubungan Kota Surakarta. (2023). Laporan Evaluasi Program Zona Selamat Sekolah (ZoSS) Tahun 2021–2023.
- Ewing, R., & Dumbaugh, E. (2009). The Built Environment and Traffic Safety: A Review of Empirical Evidence. *Journal of Planning Literature*, 23(4), 347–367.
- Garber, N. J., Hoel, L. A., Sadek, A., & Ni, D. (2009). *Traffic and highway engineering* (4th ed.). Cengage Learning.
- Global Designing Cities Initiative, & National Association of City Transportation Officials. (2016). *Global street design guide*. Island Press.
- Grabiec, A. M., Lacka, A., & Wiza, W. (2022). Material, functional, and aesthetic solutions for urban furniture in public spaces. *Sustainability*, 14(23), 16211.
- Hamilton-Baillie, B. (2008). Shared space: Reconciling people, places and traffic. *Built environment*, 34(2), 161–181.
- Hong, K.-M., Kim, J.-H., Ha, J.-A., Kim, G.-H., & Kim, J.-H. (2023). Analysis of the effect of providing pedestrian crossing information at the blind spots of intersections on vehicle traffic. *Sustainability*, 15(3), 2718.
- Hu, J., Gao, X., Wang, R., & Sun, S. (2017). Research on comfort and safety threshold of pavement roughness. *Transportation Research Record*, 2641(1), 149–155.
- Jiang, Y., Zhang, H., & Liu, C. (2023). Evaluation of cool pavement technologies to mitigate urban heat island effects in dense cities. *Sustainable Cities and Society*, 92, 104589.
- Karamanlis, I., Kokkalis, A., Profillidis, V., Botzoris, G., Kiourt, C., Sevetlidis, V., & Pavlidis, G. (2023). Deep learning-based black spot identification on Greek road networks. *Data*, 8(6), 110.

- Khan, M. N., & Das, S. (2024). Advancing traffic safety through the safe system approach: A systematic review. *Accident Analysis & Prevention*, 199, 107518.
- Kraaij, A., & Mooij, H. (2018). Plan Documentation: of the Woonerf. *DASH | Delft Architectural Studies on Housing*, 2(03), 73–75.
- La Torre, F., Saleh, P., Cesolini, E., & Goyat, Y. (2012). Improving roadside design to forgive human errors. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 53, 235-244.
- Li, Z., Wang, W., Liu, P., & Ragland, D. R. (2012). Physical environments influencing bicyclists' perception of comfort on separated and on-street bicycle facilities. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17(3), 256-261.
- Malone, K., Silla, A., Johanssen, C., & Bell, D. (2017). Safety, mobility and comfort assessment methodologies of intelligent transport systems for vulnerable road users. *European transport research review*, 9(2), 21.
- Martínez-Chao, T. E., Menéndez-Díaz, A., García-Cortés, S., & D'Agostino, P. (2024). Urban Pedestrian Routes' Accessibility Assessment Using Geographic Information System Processing and Deep Learning-Based Object Detection. *Sensors*, 24(11), 3667.
- Mehta, V. (2013). *The street: a quintessential social public space*. Routledge.
- Mollashahi, H. F., Khajavi, K., & Ghaeini, A. K. (2017). Safety evaluation and adjustment of superelevation design guides for horizontal curves based on reliability analysis. *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*, 143(6), 04017013.
- Ow, L. F., & Ghosh, S. (2017). Urban cities and road traffic noise: Reduction through vegetation. *Applied Acoustics*, 120, 15-20.
- Ozdemir, H. (2019). Mitigation impact of roadside trees on fine particle pollution. *Science of the Total Environment*, 659, 1176-1185.

- PIARC. (2020). Road Safety Manual – A Guide for Road Safety Practitioners. World Road Association (PIARC). <https://roadsafety.piarc.org>
- Qin, J., Feng, Y., Sheng, Y., Huang, Y., Zhang, F., & Zhang, K. (2025). Evaluation of pedestrian-perceived comfort on urban streets using multi-source data: A case study in Nanjing, China. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 14(2), 63.
- Republik Indonesia. (2009). Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 96. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/38756/uu-no-22-tahun-2009>
- Rinaldi, A., Viviani, S., & Busciantella-Ricci, D. (2025). Urban Furniture Design Strategies to Build Healthy and Inclusive Neighborhoods. *Sustainability*, 17(3), 859.
- Ruiz-Apilánez, B., Karimi, K., García-Camacha, I., & Martín, R. (2017). Shared space streets: Design, user perception and performance. *Urban Design International*, 22(3), 267-284.
- Saedi, H., Abdi Kordani, A., & Hosseinian, S. M. (2024). Reliability Analysis of Horizontal Curves Using Geometric Design Consistency Assessment Criterion. *Journal of Advanced Transportation*, 2024(1), 4085522.
- Santoso, R. P., Handayani, R. A., & Nurcahyo, H. A. (2023). Evaluasi zona selamat sekolah di Kota Surakarta. *Matriks Teknik Sipil*, 11(1), 14–23.
- Shao, Y., Yin, Y., Xue, Z., & Ma, D. (2023). Assessing and comparing the visual comfort of streets across four Chinese megacities using ai-based image analysis and the perceptive evaluation method. *Land*, 12(4), 834.
- Štimac Grandić, I., Šćulac, P., Grandić, D., & Vodopija, I. (2024). The Accessible Design of Pedestrian Bridges. *Sustainability*, 16(3), 1063.

- Swedish Transport Administration. (2020). Stockholm Declaration: Third Global Ministerial Conference on Road Safety. https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/news-events/news/stockholm-declaration-wants-general-30-kmh-speed-limit-2020-03-12_en
- Tamin, O. Z. (2000). Perencanaan dan Pemodelan Transportasi. Bandung: ITB Press.
- Theeuwes, J. (2021). Self-explaining roads: What does visual cognition tell us about designing safer roads?. *Cognitive research: principles and implications*, 6(1), 15.
- UN-Habitat. (2020). Streets for walking and cycling: Designing for safety, accessibility, and comfort in African cities. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/streets-for-walking-and-cycling>
- Wang, R., Helbich, M., Yao, Y., Zhang, J., Liu, P., Yuan, Y., & Liu, Y. (2019). Urban greenery and mental wellbeing in adults: Cross-sectional mediation analyses on multiple pathways across different greenery measures. *Environmental research*, 176, 108535.
- Wang, T., Li, J., & Chen, Y. (2024). Collision avoidance through cellular vehicle-to-everything (C-V2X) communication in urban intersections. *Sensors*, 24(3), 1327. <https://doi.org/10.3390/s24031327>
- World Health Organization. (2023). Global status report on road safety 2023. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240086517>
- World Resources Institute. (2018). Sustainable & safe: A vision and guidance for zero road deaths.
- Wu, H., Wang, G., Li, M., Zhao, Y., Li, J., Han, D., & Li, P. (2024). Investigation of medium-term performance of porous asphalt and its impacts on tire/pavement noise. *Buildings*, 14(1), 64. <https://doi.org/10.3390/buildings14010064>

- Wu, J., Pana, Z., Liua, Y., Chena, Q., Zang, F., Chabebea, A., & Xue, C. (2023). Non-visual effects of road lighting CCT on driver's mood, alertness, fatigue and reaction time: A comprehensive neuroergonomic evaluation study. arXiv preprint arXiv:2306.07293.
- Wu, W., Li, L., & Wang, J. (2023). Impact of Street Lighting on Nighttime Traffic Safety: A Systematic Review. *Accident Analysis & Prevention*, 187, 106912. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.106912>
- Yang, Y., Liu, E., Jia, B., & Manley, E. (2025). Urban transport systems shape experiences of social segregation. arXiv preprint arXiv:2505.16337.

Profil Penulis



Luh Putu Merta Karunia Putri, S.T., M.T

Penulis di lahirkan di Jegu Baleagung pada tanggal 20 Juni 1997. Ketertarikan penulis terhadap bidang *Environment, Health, and Safety* dimulai pada tahun 2017 silam. Penulis menamatkan Sekolah Menengah Atas di Dyatmika School Program Akselerasi UN IPA dan berhasil lulus pada tahun 2014. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan studi S1 di Prodi Teknik Sipil Universitas Udayana pada tahun 2018. Empat tahun kemudian, penulis menyelesaikan studi S2 di Prodi Teknik Lingkungan jalur pilihan Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan Program Pasca Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung. Penulis bekerja sebagai dosen di Program Studi S1 Teknik Lingkungan Universitas Pendidikan Nasional sejak tahun 2024. Penulis juga pernah terlibat sebagai tenaga ahli dalam kegiatan penelitian *Cool Infrastructure Living with Heat in Off-Grid Cities* – KK Teknologi Pengelolaan Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung. Penulis saat ini juga menjabat sebagai Direktur PT Karya Amarta Sari Sedana (Casa Amarta) yang bergerak di bidang perencanaan bangunan gedung dan perizinan. Penulis aktif dalam kegiatan ilmiah dan organisasi keprofesian yaitu PII Bali dan PRATAMA. Sehari-harinya bekerja sebagai dosen pengampu mata kuliah di Teknik Lingkungan dan International Engineering Program Universitas Pendidikan Nasional. Selain itu penulis juga aktif dalam menulis jurnal serta menulis buku ajar dan *book chapter*.

Email Penulis: mertakarunia@undiknas.ac.id

PERENCANAAN JALAN DI DAERAH PERKOTAAN DAN PEDESAAN

Aditya Mahatidanar Hidayat, S.T., M.Sc., Ph.D
Universitas Bandar Lampung

Pendahuluan

Perencanaan jalan merupakan bagian penting dalam pembangunan infrastruktur yang menunjang aktivitas sosial, ekonomi, dan mobilitas masyarakat. Jalan sebagai prasarana transportasi memiliki fungsi vital baik di daerah perkotaan maupun pedesaan. Perbedaan karakteristik wilayah mengharuskan pendekatan perencanaan yang berbeda pula. Jalan di daerah perkotaan harus mampu menangani volume lalu lintas yang tinggi dan mendukung sistem transportasi multimoda, sementara jalan di pedesaan lebih menekankan pada konektivitas dasar dan aksesibilitas.

Di daerah perkotaan, jalan memiliki beban fungsi yang lebih kompleks. Selain melayani volume lalu lintas yang tinggi, jalan perkotaan juga harus mendukung pergerakan beragam moda transportasi—mulai dari kendaraan pribadi, angkutan umum massal, sepeda, hingga pejalan kaki. Oleh karena itu, perencanaannya tidak hanya mempertimbangkan aspek teknis seperti lebar jalan, jumlah lajur, dan kapasitas simpang, tetapi juga aspek non-teknis seperti tata guna lahan, integrasi antarmoda, estetika kota, serta keberlanjutan lingkungan. Jalan

perkotaan umumnya didesain dengan infrastruktur pendukung yang lengkap, seperti trotoar, lampu lalu lintas, marka jalan, jalur sepeda, dan sistem pengendalian lalu lintas berbasis teknologi. Contoh nyata dari implementasi ini adalah koridor Sudirman–Thamrin di Jakarta, yang menerapkan jalur khusus bus TransJakarta, trotoar lebar ramah disabilitas, dan pemisahan zona kendaraan.

Berbeda halnya dengan jalan di kawasan pedesaan, pendekatan perencanaannya lebih sederhana namun tetap memegang peranan yang krusial. Jalan pedesaan berfungsi untuk membuka keterisolasian wilayah dan menyediakan akses ke fasilitas dasar seperti sekolah, puskesmas, dan pasar. Kondisi lalu lintas di desa umumnya rendah dan didominasi oleh kendaraan roda dua serta kendaraan hasil pertanian. Jalan di desa sering kali dibangun di atas kontur tanah yang menantang, seperti perbukitan, sawah, atau kawasan rawan longsor (Zhang et al., 2023a). Karena keterbatasan anggaran, jalan pedesaan sering menggunakan material lokal dengan struktur ringan seperti lapisan penetrasi (lapen) atau makadam. Fasilitas pendukung seperti drainase pun dibuat secara terbuka dan alami. Meski tampak sederhana, pembangunan jalan pedesaan dapat berdampak langsung pada peningkatan taraf hidup masyarakat, terutama dalam hal akses terhadap pasar dan layanan publik. Untuk memperjelas perbedaan antara perencanaan jalan di wilayah perkotaan dan pedesaan, berikut disajikan dalam bentuk tabel 11.1 berikut:

Tabel 11.1. Perbandingan Karakteristik
Jalan Perkotaan dan Jalan Pedesaan

Aspek	Jalan Perkotaan	Jalan Pedesaan
Fungsi Utama	Mobilitas tinggi, integrasi multimoda	Aksesibilitas dasar, membuka keterisolasian
Volume & Jenis Kendaraan	Tinggi, beragam (kendaraan pribadi, umum, sepeda, pejalan kaki)	Rendah, dominan roda dua, kendaraan pertanian
Geometri Jalan	Lebar, multilajur, memiliki median dan trotoar	Sempit, satu atau dua lajur, tanpa median
Permukaan Jalan	Aspal hotmix, beton, dengan kualitas tinggi	Makadam, lapen, menggunakan material lokal
Drainase	Sistem tertutup, betonisasi	Drainase terbuka, mengikuti kontur alam
Fasilitas Pendukung	Rambu, lampu lalu lintas, CCTV, marka jalan	Rambu dasar, papan nama jalan, marka minimal
Biaya Pembangunan	Tinggi, melibatkan banyak stakeholder	Lebih rendah, kadang dikerjakan

Aspek	Jalan Perkotaan	Jalan Pedesaan
		dengan program padat karya
Tantangan Utama	Keterbatasan ruang, konflik lahan, polusi	Topografi sulit, anggaran terbatas, pemeliharaan berkelanjutan

Tantangan utama dalam perencanaan kedua jenis jalan ini meliputi keterbatasan anggaran, konflik tata guna lahan, serta kebutuhan akan desain yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan iklim. Untuk mengatasinya, diperlukan inovasi seperti penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk pemilihan trase jalan, pemanfaatan big data dari GPS kendaraan, serta pelibatan masyarakat dalam proses perencanaan dan pemeliharaan, khususnya di desa. Dengan pendekatan yang kontekstual dan partisipatif, perencanaan jalan dapat menghasilkan jaringan transportasi yang tidak hanya fungsional, tetapi juga berkelanjutan dan inklusif bagi seluruh lapisan masyarakat (Damania et al., 2018).

Tujuan dan Prinsip Perencanaan Jalan

Perencanaan jalan memiliki sejumlah tujuan strategis yang mendasari setiap tahapannya. Tujuan utamanya adalah untuk menyediakan aksesibilitas yang merata bagi seluruh masyarakat, baik yang berada di pusat kota maupun di wilayah terpencil. Jalan yang terhubung dengan baik akan meningkatkan konektivitas antar wilayah, memungkinkan pergerakan orang dan barang yang lebih efisien, serta memperpendek waktu tempuh. Selain itu, jalan yang direncanakan dengan baik juga harus mampu menjamin keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, baik bagi pengendara, pejalan kaki,

maupun pesepeda, melalui desain geometrik yang aman dan fasilitas pendukung yang memadai (Datta, 2012). Tujuan jangka panjang dari pembangunan jaringan jalan adalah untuk mendorong pertumbuhan ekonomi melalui kemudahan distribusi barang dan jasa, serta mendukung pembangunan wilayah yang seimbang dan berkeadilan. Pada tabel 11.2. berikut adalah penjelasan terkait aspek dari tujuan perencanaan jalan yang akan dilakukan:

Tabel 11.2 Tujuan dan Prinsip Perencanaan Jalan

Aspek	Penjelasan
Tujuan Perencanaan Jalan	
Aksesibilitas	Menyediakan akses yang merata bagi masyarakat di berbagai wilayah, termasuk pusat kota dan daerah terpencil.
Konektivitas	Meningkatkan keterhubungan antar wilayah untuk memudahkan pergerakan orang dan barang, serta memperpendek waktu tempuh.
Keselamatan & Kenyamanan	Menjamin keamanan dan kenyamanan pengguna jalan melalui desain geometrik yang aman dan fasilitas pendukung seperti trotoar, rambu, dan penerangan.
Pertumbuhan Ekonomi	Mendukung kelancaran distribusi barang dan jasa sehingga mendorong kegiatan ekonomi lokal maupun regional.
Pembangunan Berkeadilan	Membantu pemerataan pembangunan antarwilayah dan memperkecil kesenjangan infrastruktur.
Prinsip Dasar Perencanaan Jalan	

Aspek	Penjelasan
Efisiensi	Pengaturan jaringan jalan secara optimal dan hierarkis agar tidak terjadi tumpang tindih fungsi dan pemborosan sumber daya.
Keselamatan	Desain jalan mempertimbangkan kecepatan rancang, jarak pandang, kelandaian, serta perlengkapan jalan yang memadai untuk mengurangi risiko kecelakaan.
Keberlanjutan	Pembangunan jalan harus ramah lingkungan, mempertimbangkan aspek sosial (seperti relokasi warga), dan menjaga sistem drainase yang baik.
Integrasi	Jalan harus terhubung dengan moda transportasi lain seperti angkutan umum, pelabuhan, stasiun, dan terminal untuk mendukung sistem transportasi terpadu.

Untuk mencapai tujuan tersebut, perencanaan jalan harus dilandasi oleh sejumlah prinsip dasar yang menjadi pedoman teknis dan kebijakan. Prinsip efisiensi menuntut adanya pengaturan jaringan jalan yang optimal, di mana jalan-jalan tersusun secara hierarkis dan terhubung secara logis agar menghindari tumpang tindih dan pemborosan sumber daya. Prinsip keselamatan diwujudkan melalui perancangan geometrik yang memperhatikan kecepatan rancang, jarak pandang, dan perlengkapan jalan yang memadai guna meminimalkan risiko kecelakaan. Selanjutnya, prinsip keberlanjutan memastikan bahwa pembangunan jalan tidak merusak lingkungan, serta memperhatikan aspek sosial seperti relokasi, penggunaan material ramah lingkungan, dan

pengelolaan drainase. Terakhir, prinsip integrasi mengharuskan bahwa jaringan jalan dapat mendukung dan terhubung dengan sistem transportasi lain seperti angkutan umum, pelabuhan, stasiun kereta, dan terminal barang, agar tercipta sistem transportasi yang holistik dan efisien.

Karakteristik Jalan Perkotaan

Perencanaan jalan perkotaan juga mempertimbangkan aspek tata guna lahan, estetika kota, dan pengaruh sosial. Jalan di daerah perkotaan memiliki karakteristik yang kompleks dan menuntut pendekatan perencanaan yang menyeluruh, adaptif, dan berbasis multisektor. Salah satu ciri utama adalah tingginya volume lalu lintas yang mengalir sepanjang hari, terutama saat jam-jam sibuk pada pagi dan sore hari. Hal ini merupakan konsekuensi dari urbanisasi yang pesat, meningkatnya kepemilikan kendaraan pribadi, serta konsentrasi kegiatan ekonomi, sosial, dan pendidikan di kawasan perkotaan. Volume lalu lintas yang tinggi menimbulkan tekanan besar terhadap kapasitas jalan dan menuntut kinerja sistem transportasi yang efisien dan tangguh. Ketidakmampuan infrastruktur jalan untuk mengakomodasi volume tersebut akan menimbulkan kemacetan yang tidak hanya berdampak pada keterlambatan, tetapi juga pada peningkatan konsumsi bahan bakar, polusi udara, dan stres masyarakat (Road Construction and Rural Household Income: Empirical Evidence from Village Road Paving in China - ScienceDirect, n.d.).

Jalan-jalan perkotaan juga ditandai oleh keberadaan banyak persimpangan, akses langsung ke properti, dan berbagai gangguan samping seperti parkir liar, aktivitas pedagang kaki lima, serta pergerakan kendaraan yang berhenti sembarangan. Persimpangan yang padat tanpa pengaturan yang tepat dapat menjadi titik kemacetan dan

kecelakaan. Untuk itu, desain geometrik simpang, manajemen parkir, dan pengendalian aktivitas tepi jalan menjadi bagian penting dalam perencanaan jalan perkotaan. Pendekatan ini memerlukan sinergi antara teknis rekayasa lalu lintas dan kebijakan pengendalian ruang kota, termasuk penegakan hukum oleh aparat setempat.

Selain itu, karakteristik jalan perkotaan tidak lepas dari dominasi kendaraan pribadi seperti sepeda motor dan mobil, yang bersaing ruang dengan angkutan umum seperti bus, angkot, dan taksi daring. Dominasi kendaraan pribadi menyebabkan efisiensi ruang jalan menurun dan meningkatkan emisi karbon. Oleh karena itu, strategi perencanaan harus diarahkan pada *modality shift* atau pergeseran penggunaan moda dari kendaraan pribadi ke angkutan umum massal yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Hal ini perlu dibarengi dengan pengembangan infrastruktur jalan yang mendukung operasional angkutan umum seperti jalur khusus, halte yang terintegrasi, dan sistem tiket terpadu (Aggarwal, 2018).

Tak kalah penting, perencanaan jalan di wilayah perkotaan harus mempertimbangkan aspek tata guna lahan. Jalan bukanlah elemen yang berdiri sendiri, melainkan terhubung erat dengan pola aktivitas dan struktur ruang kota. Jalan yang tidak sesuai dengan pola tata guna lahan akan menimbulkan konflik fungsi, akses yang timpang, dan kesenjangan pelayanan. Oleh karena itu, integrasi antara rencana transportasi dan rencana tata ruang menjadi hal yang mutlak. Selain itu, aspek estetika kota juga perlu diperhatikan agar jalan tidak hanya berfungsi sebagai koridor lalu lintas, tetapi juga sebagai ruang publik yang nyaman, hijau, dan mencerminkan identitas kota (Wang et al., 2024). Penataan lanskap jalan, pencahayaan, pemilihan material

trottoar, serta penghijauan di median dan bahu jalan turut menciptakan kualitas visual dan psikologis yang baik bagi masyarakat.

Terakhir, setiap intervensi pembangunan jalan di perkotaan membawa dampak sosial yang perlu dipertimbangkan secara cermat. Pembangunan yang tidak memperhatikan aspek sosial dapat menimbulkan relokasi warga secara paksa, pemisahan komunitas, atau bahkan marginalisasi kelompok tertentu. Oleh karena itu, pendekatan partisipatif dan analisis dampak sosial menjadi bagian integral dari proses perencanaan. Jalan yang dirancang dengan memperhatikan nilai-nilai keadilan sosial, konektivitas antar wilayah, dan aksesibilitas yang merata akan menjadi infrastruktur yang tidak hanya menggerakkan kendaraan, tetapi juga menggerakkan kehidupan kota yang lebih manusiawi, inklusif, dan berkelanjutan.

Karakteristik Jalan Pedesaan

Jalan pedesaan memiliki peran strategis dalam pembangunan wilayah perdesaan karena berfungsi sebagai penghubung utama antara desa dengan pusat-pusat aktivitas ekonomi, pendidikan, kesehatan, dan pelayanan sosial lainnya. Aksesibilitas yang baik menjadi syarat penting bagi masyarakat desa untuk terlibat aktif dalam kegiatan ekonomi dan sosial, serta meningkatkan keterhubungan mereka dengan wilayah yang lebih luas. Tanpa adanya jaringan jalan yang memadai, desa akan tetap terisolasi, dan potensi ekonomi lokal tidak dapat berkembang secara optimal.

Karakteristik jalan pedesaan umumnya berbeda dengan jalan di wilayah perkotaan. Volume lalu lintas di desa cenderung lebih rendah, dengan dominasi kendaraan roda dua, kendaraan pertanian, dan kendaraan niaga ringan. Jalan-jalan ini sering kali menjadi jalur utama bagi petani

untuk mengangkut hasil pertanian, atau bagi masyarakat dalam mengakses pasar, sekolah, dan fasilitas kesehatan. Oleh karena itu, meskipun secara kuantitas lalu lintasnya tidak tinggi, fungsi sosial dan ekonomi jalan pedesaan sangat vital bagi kelangsungan hidup masyarakat desa (Li et al., 2024).

Perencanaan jalan di wilayah pedesaan juga sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi dan jenis tanah. Banyak desa terletak di daerah berbukit, lereng, atau bahkan daerah rawa, sehingga perencanaan teknis jalan harus mempertimbangkan aspek geoteknik dan stabilitas lereng. Jalan yang tidak dirancang sesuai kondisi alam setempat akan cepat mengalami kerusakan, terutama saat musim hujan. Selain itu, jaringan jalan di desa umumnya jarang, dengan jarak antar pemukiman atau titik layanan yang relatif jauh, sehingga efisiensi rute dan keterhubungan antar dusun perlu diperhitungkan secara cermat agar tidak menimbulkan keterisolasian baru.

Secara geometrik, jalan pedesaan umumnya menggunakan standar teknis yang lebih rendah dibandingkan jalan perkotaan atau jalan nasional, baik dari segi lebar, kemiringan, maupun jenis perkerasan. Hal ini disesuaikan dengan kebutuhan lalu lintas yang relatif ringan dan keterbatasan sumber daya pembangunan (Dou et al., 2023). Namun demikian, meskipun dibangun dengan standar minimal, jalan pedesaan tetap harus dirancang dengan prinsip keberlanjutan, memperhatikan drainase yang baik, dan tahan terhadap kondisi cuaca ekstrem. Penggunaan material lokal serta keterlibatan masyarakat dalam proses pembangunan dan pemeliharaan jalan menjadi strategi penting untuk menciptakan jalan desa yang fungsional dan berkelanjutan.

Tahapan Perencanaan Jalan

Perencanaan jalan merupakan proses yang kompleks dan berjenjang, dimulai dari tahap identifikasi kebutuhan hingga penyusunan dokumen teknis akhir. Tahapan pertama adalah identifikasi kebutuhan dan studi awal, yang bertujuan untuk memahami latar belakang, tujuan pembangunan jalan, serta potensi wilayah yang akan dilayani. Tahap ini mencakup pengumpulan data sekunder, identifikasi permasalahan aksesibilitas, serta konsultasi awal dengan pihak-pihak terkait seperti pemerintah daerah dan masyarakat lokal. Studi awal ini menjadi dasar dalam menentukan skala prioritas pembangunan dan pendekatan teknis yang sesuai.

Langkah berikutnya adalah melakukan survei lapangan, yang mencakup survei lalu lintas untuk mengetahui volume, jenis, dan pola pergerakan kendaraan; survei topografi untuk memahami bentuk lahan; serta survei kondisi tanah yang sangat penting untuk menentukan daya dukung terhadap struktur jalan. Hasil survei ini menjadi bahan utama dalam tahap perencanaan teknis dan menentukan alternatif trase yang paling efisien dan sesuai dengan kondisi fisik serta sosial wilayah (González-González & Nogués, 2019).

Setelah data lapangan terkumpul, dilakukan penentuan trase jalan dan perencanaan geometrik, yaitu merancang jalur jalan secara horizontal dan vertikal, mempertimbangkan aspek kecepatan rencana, keamanan, kemiringan, dan kenyamanan pengguna jalan. Penentuan trase juga mempertimbangkan keterhubungan antar wilayah dan menghindari area sensitif seperti lahan konservasi atau pemukiman padat. Perencanaan geometrik yang baik akan memberikan kelancaran arus lalu lintas serta menurunkan risiko kecelakaan.

Tahap selanjutnya adalah perencanaan teknis struktur jalan, yang meliputi perancangan lapisan perkerasan (misalnya lapisan pondasi bawah, pondasi atas, dan lapis permukaan) serta sistem drainase. Pemilihan jenis perkerasan dan material sangat dipengaruhi oleh volume lalu lintas, jenis tanah, serta kondisi iklim setempat. Drainase jalan yang dirancang dengan baik sangat penting untuk mencegah genangan air dan memperpanjang umur perkerasan.

Kemudian, dilakukan analisis dampak lingkungan dan sosial (AMDAL atau UKL-UPL), terutama bila pembangunan jalan melewati wilayah yang berpotensi menimbulkan gangguan terhadap lingkungan atau masyarakat. Analisis ini mencakup prediksi dampak terhadap vegetasi, fauna, air permukaan, serta dampak sosial seperti relokasi penduduk atau perubahan aktivitas ekonomi (González-González & Nogués, 2019). Mitigasi terhadap dampak tersebut harus dirumuskan dan dimasukkan ke dalam rencana pelaksanaan proyek.

Setelah aspek teknis dan lingkungan ditentukan, dilakukan estimasi biaya dan jadwal pelaksanaan. Tahapan ini sangat krusial untuk menentukan kelayakan proyek dari sisi anggaran, sekaligus menyusun rencana waktu pelaksanaan mulai dari proses lelang hingga konstruksi. Estimasi biaya juga mencakup pengadaan tanah, konstruksi fisik, pengawasan, serta biaya tak terduga.

Terakhir, semua hasil dari tahapan-tahapan sebelumnya dihipunkan dalam dokumen rencana teknis akhir, yang meliputi gambar kerja, spesifikasi teknis, rencana anggaran biaya (RAB), dan dokumen pengadaan tanah. Dokumen ini menjadi dasar dalam proses pelelangan pekerjaan konstruksi, serta digunakan sebagai acuan pelaksanaan dan pengawasan di lapangan. Tahapan perencanaan yang sistematis dan menyeluruh ini akan

memastikan bahwa jalan yang dibangun sesuai dengan kebutuhan, efisien dari sisi biaya, aman digunakan, dan memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat.

Isu dan Tantangan

Perencanaan jalan tidak lepas dari berbagai tantangan yang bersifat teknis, sosial, ekonomi, dan lingkungan. Salah satu isu yang paling umum adalah keterbatasan anggaran, baik untuk pembangunan awal maupun pemeliharaan rutin. Banyak jalan yang dibangun tanpa perencanaan pembiayaan jangka panjang, sehingga kualitasnya cepat menurun akibat kurangnya pemeliharaan. Keterbatasan ini sering kali menyebabkan prioritas pembangunan hanya difokuskan pada jalan-jalan utama, sementara jalan penghubung dan jalan lokal dibiarkan dalam kondisi rusak, terutama di daerah terpencil (Qing & Chen, 2024).

Isu lainnya yang cukup kompleks adalah konflik penggunaan lahan, terutama di wilayah perkotaan. Lahan yang terbatas dan bernilai tinggi seringkali sudah dimanfaatkan untuk fungsi lain seperti pemukiman, perdagangan, atau industri. Ketika rencana pembangunan jalan bersinggungan dengan lahan-lahan tersebut, proses pengadaan lahan menjadi sulit, memakan waktu lama, dan rentan menimbulkan konflik sosial. Hal ini menuntut pendekatan yang cermat dan partisipatif agar perencanaan dapat diterima oleh semua pihak.

Selain itu, masih sering dijumpai ketidaksesuaian antara standar teknis nasional dengan kondisi lokal. Misalnya, standar geometrik atau struktur jalan yang ditetapkan secara nasional belum tentu cocok diterapkan di daerah pegunungan, rawa, atau wilayah dengan curah hujan tinggi. Kaku dalam menerapkan standar tanpa penyesuaian dengan karakteristik setempat dapat

mengakibatkan kegagalan teknis atau pemborosan sumber daya. Oleh karena itu, dibutuhkan fleksibilitas dan inovasi dalam mengadaptasi standar agar sesuai dengan konteks lokal (Zhang et al., 2023b).

Dari sisi lingkungan, pembangunan jalan juga menimbulkan dampak ekologis yang perlu ditangani serius. Jalan yang dibangun tanpa perencanaan drainase yang baik dapat menyebabkan banjir lokal, genangan air, dan memperparah aliran permukaan. Di wilayah perbukitan, pembukaan lahan untuk trase jalan dapat memicu erosi, longsor, dan degradasi tanah. Oleh karena itu, setiap rencana jalan harus mencakup strategi mitigasi lingkungan, termasuk konservasi vegetasi dan pengelolaan air permukaan.

Isu terakhir yang tidak kalah penting adalah perubahan tata guna lahan yang cepat. Banyak jalan dirancang berdasarkan rencana tata ruang saat ini, namun dalam beberapa tahun ke depan kawasan sekitarnya bisa berkembang dengan fungsi yang berbeda. Perubahan ini dapat menyebabkan beban lalu lintas meningkat drastis, munculnya hambatan samping, dan ketidaksesuaian fungsi jalan dengan kondisi aktual. Untuk itu, perencanaan jalan perlu bersifat dinamis, adaptif, dan terintegrasi dengan sistem perencanaan tata ruang dan pembangunan wilayah secara menyeluruh.

Inovasi dan Teknologi

Penggunaan teknologi modern telah menjadi komponen penting dalam meningkatkan efektivitas dan akurasi perencanaan serta pembangunan jalan. Salah satu teknologi utama yang banyak digunakan adalah Sistem Informasi Geografis (SIG). Teknologi ini memungkinkan perencana jalan untuk menganalisis berbagai faktor spasial secara bersamaan, seperti kondisi topografi, penggunaan lahan, sebaran penduduk, dan kawasan

lindung. Dengan SIG, penentuan trase jalan dapat dilakukan secara lebih efisien dan berbasis data, sehingga mengurangi risiko konflik lahan, gangguan lingkungan, atau biaya konstruksi yang membengkak akibat kesalahan awal dalam penetapan jalur (Joshi et al., 2023).

Selain SIG, perencanaan lalu lintas modern juga didukung oleh software pemodelan transportasi, seperti VISSIM, TransCAD, atau AIMSUN. Aplikasi ini memungkinkan simulasi arus lalu lintas berdasarkan berbagai skenario desain geometrik, volume kendaraan, dan waktu tempuh. Hasil dari pemodelan ini sangat berguna untuk mengevaluasi kinerja simpang, merancang sistem manajemen lalu lintas, serta mengidentifikasi potensi kemacetan sebelum jalan dibangun secara fisik. Dengan demikian, teknologi ini membantu pengambilan keputusan yang lebih tepat dan berbasis perhitungan teknis.

Lebih lanjut, pemanfaatan big data dari GPS, sensor kendaraan, dan sistem transportasi cerdas (Intelligent Transport System/ITS) memungkinkan perencana dan operator jalan untuk mendapatkan informasi real-time mengenai pola pergerakan kendaraan, kecepatan rata-rata, kepadatan lalu lintas, dan titik-titik rawan kemacetan. Data ini dapat dianalisis untuk perencanaan jangka panjang, evaluasi efektivitas desain jalan yang sudah ada, hingga pengaturan sistem lalu lintas dinamis secara harian. Kehadiran kendaraan cerdas dan Internet of Things (IoT) di masa depan juga membuka peluang baru untuk membangun sistem jalan yang lebih responsif, efisien, dan aman bagi seluruh pengguna.

Dengan demikian, integrasi teknologi dalam seluruh tahap perencanaan dan pembangunan jalan bukan lagi pilihan, melainkan kebutuhan strategis untuk menjawab tantangan transportasi modern yang semakin kompleks dan dinamis. Teknologi menjadi mitra utama dalam

menciptakan infrastruktur jalan yang cerdas, berkelanjutan, dan berorientasi pada kebutuhan masa depan.

Kesimpulan

Perencanaan jalan yang tepat dan kontekstual merupakan fondasi penting dalam mewujudkan sistem transportasi yang efektif, inklusif, dan berkelanjutan. Jalan bukan sekadar infrastruktur fisik, melainkan jalur kehidupan yang menjamin konektivitas antarwilayah dan menjadi penggerak utama aktivitas ekonomi, sosial, dan budaya masyarakat. Oleh karena itu, perencanaan jalan harus disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan spesifik setiap wilayah. Wilayah perkotaan, misalnya, menghadapi tantangan seperti volume lalu lintas yang tinggi, keterbatasan ruang, dan konflik tata guna lahan, sehingga membutuhkan pendekatan teknis yang menekankan pada efisiensi, pengendalian lalu lintas, dan integrasi moda transportasi.

Perbedaan tersebut menuntut adanya pendekatan kebijakan dan teknis yang berbeda, mulai dari penetapan standar geometrik, pilihan material konstruksi, hingga sistem pemeliharaan. Penerapan kebijakan yang seragam tanpa mempertimbangkan konteks lokal sering kali menyebabkan kegagalan dalam fungsionalitas dan keberlanjutan jalan yang dibangun. Oleh sebab itu, penting untuk menerapkan prinsip desentralisasi teknis, yakni memberi ruang kepada pemerintah daerah dan komunitas lokal untuk terlibat dalam proses perencanaan sesuai dengan kondisi wilayah masing-masing.

Dalam konteks pembangunan jalan modern, integrasi antara teknologi, partisipasi masyarakat, dan kebijakan pemerintah menjadi faktor kunci keberhasilan. Teknologi seperti Sistem Informasi Geografis (SIG), pemodelan lalu lintas, serta data spasial dan big data transportasi

memungkinkan perencanaan yang lebih akurat dan responsif terhadap dinamika wilayah. Di sisi lain, pelibatan masyarakat dalam proses perencanaan memberikan ruang bagi suara warga yang paling terdampak oleh pembangunan, sekaligus memperkuat rasa memiliki dan tanggung jawab terhadap infrastruktur yang ada. Sementara itu, dukungan kebijakan pemerintah yang konsisten, mulai dari regulasi, pendanaan, hingga pengawasan, menjadi pengikat agar proses pembangunan tidak terputus dan dapat berjalan secara berkesinambungan.

Dengan kata lain, perencanaan jalan yang berorientasi pada konteks lokal, berbasis data, dan berlandaskan kolaborasi multisektor bukan hanya akan menghasilkan infrastruktur yang fungsional, tetapi juga berkontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas hidup masyarakat, pemerataan pembangunan, dan keberlanjutan lingkungan. Di tengah tantangan global seperti urbanisasi, perubahan iklim, dan transformasi teknologi, pendekatan semacam ini menjadi semakin relevan dan mendesak untuk diterapkan.

Daftar Pustaka

- Aggarwal, S. (2018). Do rural roads create pathways out of poverty? Evidence from India. *Journal of Development Economics*, 133, 375–395. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2018.01.004>
- Damania, R., Russ, J., Wheeler, D., & Barra, A. F. (2018). The Road to Growth: Measuring the Tradeoffs between Economic Growth and Ecological Destruction. *World Development*, 101, 351–376. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.06.001>
- Datta, S. (2012). The impact of improved highways on Indian firms. *Journal of Development Economics*, 99(1), 46–57. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2011.08.005>
- Dou, H., Cheng, G., Zhang, J., & Wang, C. (2023). Sustainable development strategies in multi-scenario of rural production space system: A case from mountainous and hilly countryside in southwest China. *Journal of Cleaner Production*, 424. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138901>
- González-González, E., & Nogués, S. (2019). Long-term differential effects of transport infrastructure investment in rural areas. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 125, 234–247. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.01.026>
- Joshi, Y., Suman, S., & Bharti, H. (2023). Planning of rural road network using sustainable practices to maximize the accessibility to health and education facilities using ant colony optimization. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.07.096>
- Li, Y., Xi, T., & Zhou, L. A. (2024). Drinking water facilities and inclusive development: Evidence from Rural China. *World Development*, 174. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106428>

- Qing, J., & Chen, J. (2024). Digital village construction and its mechanistic on farmer entrepreneurship. *Finance Research Letters*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.106258>
- Road construction and rural household income: Empirical evidence from village road paving in China - ScienceDirect. (n.d.). Retrieved June 30, 2025, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1544612322006365>
- Wang, F., Li, X., Wu, S., Huang, C., Zhang, D., Zhang, Z., Luo, Q., & Zhang, J. (2024). Quantitative analysis and environmental assessments of gaseous inorganic compounds in Asphalt fume. *Environmental Pollution*, 362. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.124954>
- Zhang, H., Dong, W., & Fang, X. (2023a). Road construction and rural household income: Empirical evidence from village road paving in China. *Finance Research Letters*, 51, 103460. <https://doi.org/10.1016/J.FRL.2022.103460>
- Zhang, H., Dong, W., & Fang, X. (2023b). Road construction and rural household income: Empirical evidence from village road paving in China. *Finance Research Letters*, 51, 103460. <https://doi.org/10.1016/J.FRL.2022.103460>

Profil Penulis



Aditya Mahatidanar Hidayat, S.T., M.Sc., Ph.D

Aditya Mahatidanar lahir di Bandar Lampung pada 8 April 1991. Ia merupakan akademisi dan praktisi di bidang teknik sipil, khususnya transportasi dan infrastruktur jalan. Saat ini, ia aktif sebagai dosen teknik transportasi sekaligus konsultan perbaikan jalan yang berpengalaman dalam penanganan isu aksesibilitas, dampak banjir, dan perencanaan jaringan jalan berbasis data serta konteks lokal. Pendidikan sarjananya ditempuh di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta. Gelar magister diperolehnya dari Program Magister Sistem dan Teknik Transportasi (MSTT), Universitas Gadjah Mada (UGM). Ia kemudian melanjutkan studi doctoral dan meraih gelar Ph.D di bidang Teknik Sipil dari Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. Sebagai ahli transportasi Provinsi Lampung, Aditya berperan aktif dalam pengembangan kebijakan transportasi wilayah, termasuk dalam isu strategis seperti integrasi moda, keadilan akses, dan keberlanjutan infrastruktur. Ia juga sering diundang sebagai narasumber di berbagai forum ilmiah dan media, membahas tema seperti transportasi, keselamatan lalu lintas, dan sistem transportasi cerdas. Komitmennya adalah menjembatani dunia akademik dan praktik, dengan pendekatan yang menempatkan teknologi, tata kelola yang baik, dan partisipasi masyarakat sebagai fondasi utama pembangunan jalan yang adil, aman, dan berkelanjutan.

Email Penulis: adityamahatidanar@ubl.ac.id

PENGUNAAN PERANGKAT LUNAK DALAM PERENCANAAN JALAN

Mariati Indah Lestari, S.ST., MT

Institut Kesehatan dan Teknologi Graha Medika

Penggunaan perangkat lunak dalam perencanaan jalan membawa manfaat signifikan seperti meningkatkan efisiensi desain, mengurangi kesalahan manual, dan mempercepat produksi output teknis seperti alinyemen, potongan, dan ketebalan perkerasan. Tujuan utamanya adalah mengotomatisasi perhitungan teknis dan estimasi biaya, menjamin akurasi perhitungan struktur geometrik dan ketebalan perkerasan sesuai standard nasional dan internasional, serta memfasilitasi koordinasi lintas disiplin dalam satu platform terpadu. Kesimpulannya, penggunaan perangkat lunak sipil dalam merencanakan jalan tidak hanya mempercepat proses perancangan, tetapi juga meningkatkan akurasi serta transparansi antar pemangku kepentingan, sehingga mengoptimalkan hasil akhir proyek dengan kualitas yang lebih tinggi dan biaya lebih efisien.

Studi Kasus Manual Pengoperasian SDPJL (*Software Desain Perkerasan Jalan Lentur*) versi MDP 2017

Latar Belakang dan Struktur Program SDPJL (*Software Desain Perkerasan Jalan Lentur*) versi MDP 2017 adalah perangkat lunak mandiri yang dirancang berdasarkan Pedoman Interim Perkerasan Jalan Lentur Nomor

02/M/BM/2017 dan pengembangan dari SDPJL 2011. Program ini menggabungkan berbagai variabel penting sesuai standar MDP 2017, seperti VDF (Vehicle Damage Factor), FWD, BB, PCI, IRI, dan hasil uji CBR. Program dirancang modular artinya setiap modul (Desain Jalan Baru dan Desain Jalan Eksisting) bekerja secara terpisah dan berurutan berdasarkan tahapan perencanaan.

Kelebihan utama:

1. Dibangun dengan sistem modular, bukan program all-in-one.
2. Masing-masing modul mewakili langkah perencanaan tersendiri.
3. Setiap tahapan menyediakan pilihan katalog desain dan estimasi biaya untuk membantu perencana atau pemilik proyek memilih solusi terbaik.

Penggunaan dalam Perencanaan Beban dan Rekayasa Dalam konteks pengoperasian SDPJL MDP 2017, beberapa aspek teknis penting perlu diperhatikan:

1. Desain Rigid

Ketika beban akumulatif (seperti HVAG) melebihi 86 juta, perancangan rigid menggunakan pendekatan "retak akibat kelelahan (fatigue)" dan "erosi." Frekuensi beban yang ditanggung perkerasan dihitung berdasarkan dua metode:

Fatigue (kelelahan): Dihitung melalui model hubungan antara modulus dan jumlah siklus beban.

Erosi: Dihitung berdasarkan uang kehilangan area kontak yang diakibatkan aliran beban.

2. Overlay Aspal

Overlay aspal (penambahan lapisan aspal di atas aspal eksisting) diperhitungkan saat beban > 10 juta

E5A4. Program menyesuaikan desain untuk menentukan ketebalan overlay yang tepat.

3. Desain Beton di atas Aspal

Jika lapisan beton di atas perkerasan lentur terpakai saat beban sangat tinggi, SDPJL menyediakan fitur perhitungan beton, sabuk?dsah? (*jointless*) atau ruji, dan desain bahu beton sesuai standar teknik.

Program merujuk pada Pedoman Perencanaan Beton: Pt 01-2002-B dan AASHTO Guide for Design of Pavement Structures (1993) untuk perancangan struktur beton.

Pengoperasian Software Desain Perkerasan Jalan Lentur (SDPJ) versi MDP 2017 memerlukan perangkat keras dan lunak dengan spesifikasi minimum yang telah ditetapkan: sistem operasi Windows 64-bit (XP, Vista, 7, 8, atau 10), prosesor Intel Celeron atau lebih tinggi, RAM minimal 2 GB, dan ruang penyimpanan sekitar 350 GB dengan dukungan port USB 2.0. Aplikasi Microsoft Excel, setidaknya versi 2003 (dan versi 2007 pada sistem dengan RAM ≥ 2 GB), adalah prasyarat penting karena SDPJ dijalankan di atas template Excel yang disiapkan khusus. Kekurangan RAM saat menampilkan grafik atau melakukan sorting pada Excel 2007 dapat menyebabkan kinerja sangat lambat (*'slow motion'*) meskipun fungsi masih berjalan normal. Program ini dikembangkan menggunakan lingkungan MATLAB (Matrix Laboratory), bukan bahasa seperti Fortran atau Delphi, sehingga memanfaatkan kekuatan pengolahan matricial, analisis numerik, dan visualisasi grafik yang kaya. MATLAB memungkinkan manipulasi struktur matriks, pembuatan grafik interaktif 2D/3D, skrip yang dapat disesuaikan bersama kemampuan toolbox seperti signal processing atau simulink, serta pengembangan algoritma dan prototyping. Semua kebutuhan input teknis seperti VDF,

CBR, IRI, FWD, dan parameter lain harus diinput ke dalam template Excel yang telah disediakan dan menjadikan SDPJ modular sehingga setiap tahapan desain—Jalan Baru dan Jalan Eksisting—dapat dioperasikan secara lebih terstruktur dan fleksibel melalui pilihan katalog desain dan estimasi biaya. Dengan demikian, perangkat lunak ini tidak hanya alat hitung rutin, tetapi juga mendukung analisis mekanistik-empiris dan memberikan alternatif desain yang efisien serta ekonomis untuk proyek perkerasan jalan di lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga.

Penjelasan Umum Tentang Penggunaan SDPJ Versi MDP 2017

Untuk mengoperasikan perangkat lunak SDPJ (Software Desain Perkerasan Jalan) versi MDP 2017, pengguna memerlukan perangkat keras dan lunak yang mendukung sistem operasi Windows 64-bit. Program ini dirancang agar mudah digunakan, bahkan bagi pengguna yang belum terbiasa dengan perangkat lunak teknik sipil. Dalam proses instalasinya, pengguna cukup menyalin folder SDPJ dari flashdisk atau hardisk ke komputer, kemudian menjalankan file installer dengan cara klik dua kali pada file MCInstaller.rar, lalu mengikuti instruksi hingga proses instalasi selesai. Untuk memastikan instalasi berjalan lancar, pengguna disarankan memeriksa kembali file properties yang terdapat dalam folder SDPJ.

Selain itu, dalam pengolahan data, program SDPJ menggunakan format input data yang telah disusun secara terstruktur dalam bentuk template Excel. Template ini dirancang agar semua jenis data yang dibutuhkan dapat diisi dengan mudah sesuai dengan nomenklatur yang telah ditentukan. Jenis-jenis data yang diperlukan antara lain: data lalu lintas (analisis beban lalu lintas dan

nilai VDF), data tanah dasar, data desain pondasi, data desain tebal perkerasan, data harga satuan pekerjaan jalan, data kondisi perkerasan eksisting seperti nilai IRI dan IKP, serta data hasil pengujian lendutan (FWD, BB, LWD), dan data overlay.

Data-data ini bersifat tetap (fixed), namun jika diperlukan penyesuaian karena kondisi wilayah yang berbeda atau perubahan dalam skenario perencanaan, pengguna cukup mengubah nilai atau besaran data saja tanpa mengubah struktur templatnya. Jika struktur template diubah, maka data tidak dapat diproses oleh sistem karena akan memengaruhi pemanggilan data secara otomatis dalam program.

Untuk memudahkan dalam pengelompokan dan pemrosesan data, setiap jenis file diberi nama dengan awalan tertentu, seperti:

Dat_ untuk data input,

Has_Ana_ untuk hasil analisis,

Has_Des_ untuk hasil desain.

Dengan penamaan file yang konsisten, pengguna dapat dengan mudah membedakan antara data mentah, hasil perhitungan analisis, dan hasil akhir desain perkerasan jalan. Hal ini sangat membantu dalam menjaga ketertiban dan akurasi dalam dokumentasi proyek perencanaan jalan.

SDPJ untuk Mendukung Implementasi Desain Perkerasan Jalan

Perencanaan jalan yang andal memerlukan keselarasan antara pedoman teknis dan perangkat bantu digital yang digunakan oleh para perencana. Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) merupakan salah satu acuan utama dalam menentukan struktur dan ketebalan

perkerasan berdasarkan kondisi lalu lintas, tanah dasar, dan umur rencana. Seiring perkembangan teknologi, kebutuhan untuk mendigitalisasi proses perencanaan melalui perangkat lunak semakin meningkat. Software Desain Perkerasan Jalan (SDPJ) hadir sebagai salah satu solusi untuk mempercepat dan mempermudah proses analisis dan desain berdasarkan ketentuan dalam MDP. Namun demikian, agar penggunaan SDPJ efektif dan akurat, diperlukan proses sinkronisasi antara isi MDP dan sistem kerja dalam perangkat lunak tersebut.

Sinkronisasi ini mencakup penyesuaian nomenklatur, struktur data input, serta metode analisis dan desain yang digunakan dalam perangkat lunak agar sepenuhnya mengacu pada kaidah yang terdapat dalam MDP. Struktur data dalam SDPJ menggunakan format template tetap (fixed), yang dirancang untuk menampung jenis data seperti beban lalu lintas (termasuk nilai VDF), data tanah dasar, lendutan FWD, nilai IRI, indeks kondisi perkerasan (IKP), hingga hasil desain tebal perkerasan. Penggunaan format standar ini bertujuan untuk menyederhanakan proses input data dan memastikan bahwa hasil analisis yang dihasilkan dapat dibandingkan secara konsisten antardaerah dan antarproyek. Selain itu, penamaan file data dalam SDPJ juga telah diatur secara sistematis, seperti awalan “Dat_” untuk data input, “Has_Ana_” untuk hasil analisis, dan “Has_Des_” untuk hasil desain akhir.

Uji coba perangkat lunak SDPJ menjadi bagian penting dalam proses evaluasi dan penyempurnaan sistem. Dalam uji coba yang dilakukan, perangkat lunak dinilai berdasarkan kemudahan instalasi, kecepatan pengolahan data, akurasi hasil, serta kemampuan beradaptasi dengan kondisi perencanaan di lapangan. Hasil uji coba menunjukkan bahwa program mampu menangani input data secara otomatis, menghasilkan output sesuai kaidah teknis, dan mendukung efisiensi kerja para perencana

jalan. Meski demikian, beberapa umpan balik dari pengguna juga diperlukan untuk memperbaiki tampilan antarmuka (user interface) dan kompatibilitas dengan sistem operasi terbaru. Hal ini penting untuk memastikan bahwa program tetap relevan dan mudah dioperasikan oleh berbagai kalangan pengguna, termasuk tenaga teknis di daerah.

Manfaat dari sinkronisasi ini tidak hanya dirasakan dalam aspek teknis, namun juga dari sisi kebijakan dan administrasi proyek. Dengan menggunakan sistem yang telah distandarkan dan terintegrasi, proses dokumentasi menjadi lebih tertata, transparan, dan mudah dipertanggungjawabkan. Selain itu, penggunaan perangkat lunak yang disesuaikan dengan MDP akan mengurangi risiko kesalahan teknis dalam desain dan meminimalkan perbedaan interpretasi antara perencana dan pelaksana di lapangan. Hal ini tentunya akan berdampak positif terhadap efisiensi biaya, waktu pelaksanaan, dan mutu hasil pekerjaan konstruksi jalan.

Sebagai penutup, sinkronisasi antara Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) dan perangkat lunak SDPJ merupakan langkah strategis dalam mendukung transformasi digital di bidang perencanaan infrastruktur jalan. Harmonisasi ini memungkinkan proses desain menjadi lebih terstruktur, akurat, dan mudah diakses oleh berbagai pemangku kepentingan. Ke depan, pengembangan lanjutan terhadap SDPJ diharapkan tidak hanya mempertahankan keselarasan dengan MDP, tetapi juga mampu menyesuaikan diri dengan perkembangan metode desain baru, integrasi data spasial, serta kebutuhan perencanaan berkelanjutan yang adaptif terhadap perubahan iklim dan karakteristik wilayah.

Membuka Program SDPJ Versi MDP 2017

Sesuai dengan arahan hasil konsolidasi yang telah dilakukan sebelumnya, perangkat lunak SDPJ versi MDP 2017 dikembangkan untuk memudahkan proses perencanaan desain perkerasan jalan dengan pendekatan yang lebih aplikatif dan ramah pengguna (user friendly). Dengan sistem antarmuka yang sederhana, pengguna diarahkan untuk dapat menjalankan program ini tanpa harus memiliki kemampuan pemrograman yang tinggi, karena program ini telah dirancang dalam bentuk skrip dan struktur file yang mudah dijalankan oleh siapa pun yang terlibat dalam pekerjaan teknis bidang jalan. Untuk membuka atau menjalankan program SDPJ, tersedia dua metode utama yang bisa digunakan, yakni melalui fasilitas Windows berbasis Microsoft Excel atau melalui Windows Explorer secara langsung.

Pada metode pertama, yaitu melalui fasilitas Windows berbasis Microsoft Excel, pengguna dapat memulainya dengan membuka aplikasi Excel, lalu memilih menu File, kemudian klik Open, dan arahkan ke direktori tempat folder “SDPJ” telah disalin. Setelah itu, pengguna memilih file “SDPJ” dan klik Open, lalu klik dua kali (double click) pada file tersebut atau menekan tombol Enter. Untuk mempermudah akses di kemudian hari, disarankan agar pengguna membuat shortcut “SDPJ” langsung pada tampilan awal desktop Windows.

Metode kedua dilakukan melalui Windows Explorer secara langsung, tanpa melalui Microsoft Excel. Caranya, pengguna cukup membuka folder “SDPJ” melalui Windows Explorer, lalu cari dan klik dua kali file bernama “SDPJ”. Setelah file dijalankan, akan muncul tampilan utama dari program SDPJ, yang memperlihatkan antarmuka pengguna tempat seluruh aktivitas input, analisis, dan desain akan dilakukan. Tampilan ini telah dirancang sedemikian rupa agar intuitif dan memudahkan pengguna dalam memahami alur kerja aplikasi.

Pengoperasian Program

Setelah proses instalasi perangkat lunak SDPJ berhasil dilakukan dengan benar, maka program sudah siap digunakan untuk berbagai kebutuhan teknis, khususnya dalam mendukung kegiatan perencanaan dan pengelolaan perkerasan jalan. Program ini disusun sedemikian rupa agar dapat digunakan oleh berbagai kalangan, baik dari instansi pemerintah, konsultan perencana, maupun akademisi, dalam mengembangkan dan mengevaluasi desain jalan yang sesuai dengan kondisi eksisting dan kebutuhan wilayah. Program SDPJ secara umum terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu perencanaan jalan baru serta penanganan jalan eksisting, yang meliputi rehabilitasi ringan, rehabilitasi sedang, dan perkuatan struktural. Kedua bagian tersebut memiliki alur pengoperasian yang telah diatur secara sistematis dalam antarmuka program.

Pengguna dapat memulai proses pengoperasian program dengan terlebih dahulu memahami struktur dan nama file data yang digunakan, yang terbagi menjadi file input, hasil analisis, dan hasil desain, masing-masing diberi awalan “Dat_”, “Has_Ana_”, dan “Has_Des_”. Setelah data diinput sesuai template yang disediakan, pengguna dapat menavigasi perintah-perintah utama dalam aplikasi untuk memproses data menjadi hasil analisis dan output desain akhir. Proses ini tidak hanya cepat dan efisien, tetapi juga menjaga konsistensi hasil sesuai kaidah teknis dalam Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP). Dengan pendekatan ini, program SDPJ tidak hanya menjadi alat bantu teknis, tetapi juga bagian penting dalam mendukung sistem perencanaan infrastruktur jalan yang lebih terstandar dan terintegrasi.



Gambar 12.1 Gambar Antar Muka Grafis Program (Manual Book Software Desain Perkerasan Jalan Versi MDP 2017)

Software Desain Perkerasan Jalan Lentur (SDPJ) versi MDP 2017 memberikan manfaat yang sangat signifikan dalam proses perancangan jalan, terutama dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keterpaduan perhitungan teknis dalam desain struktur perkerasan. Dengan menggunakan perangkat lunak ini, perencana jalan tidak perlu lagi melakukan analisis manual yang memakan waktu dan rawan kesalahan, karena seluruh proses perhitungan seperti evaluasi beban lalu lintas (VDF), lendutan permukaan (FWD, BB, LWD), penilaian kondisi eksisting (IRI dan IKP), hingga pemilihan material dan ketebalan lapisan perkerasan telah terintegrasi secara otomatis dalam sistem. Template input data yang telah distandarisasi juga memudahkan pengguna dalam mengisi informasi teknis tanpa mengubah format dasar, sehingga mempercepat proses validasi dan analisis. Manfaat lainnya adalah kemampuan software ini untuk mendukung dua pendekatan desain, yaitu perencanaan

jalan baru dan penanganan jalan eksisting, yang sangat relevan dengan kondisi jaringan jalan di berbagai wilayah Indonesia. Program ini juga sangat berguna dalam mendukung pengambilan keputusan teknis, karena hasil analisis yang dihasilkan dapat langsung dijadikan acuan untuk perhitungan biaya, pemilihan metode perbaikan, serta strategi pemeliharaan jangka panjang. Selain itu, fitur output yang terstruktur dengan penamaan file yang konsisten (Dat_, Has_Ana_, Has_Des_) sangat membantu dalam proses dokumentasi proyek, pelaporan, dan pelacakan historis desain jalan. Dalam skala yang lebih luas, penggunaan SDPJ membantu terciptanya sistem perencanaan jalan yang lebih transparan, terdokumentasi dengan baik, dan dapat dipertanggungjawabkan secara teknis maupun administratif. Maka dari itu, software ini tidak hanya menjadi alat bantu kerja teknis, tetapi juga merupakan bagian integral dari upaya modernisasi dan standardisasi perencanaan infrastruktur jalan di Indonesia.

Perangkat Lunak Lainnya Untuk Menunjang Desain Perencanaan Jalan

Dalam proses perencanaan dan desain jalan, pemanfaatan perangkat lunak telah menjadi bagian integral dalam menghasilkan desain yang akurat, efisien, dan terdokumentasi dengan baik. Perangkat lunak seperti AutoCAD Civil 3D telah digunakan secara luas untuk merancang geometri jalan, membuat penampang melintang, serta menghitung elevasi dan volume pekerjaan tanah dengan basis data spasial dan topografi yang akurat (Al-Qadi et al., 2019). Civil 3D juga mendukung integrasi dengan teknologi Building Information Modeling (BIM), yang semakin dibutuhkan dalam proyek-proyek infrastruktur modern karena memungkinkan kolaborasi lintas-disiplin secara digital dalam satu platform.

Selain Civil 3D, perangkat lunak lain seperti MX Road dan OpenRoads Designer dari Bentley Systems juga menawarkan fitur desain jalan berbasis model 3D yang terperinci. MX Road, misalnya, memungkinkan pengguna merancang profil vertikal dan horizontal serta koridor jalan dengan presisi tinggi, dan sering digunakan pada proyek jalan tol dan jalan nasional yang memerlukan dokumentasi desain kompleks (Gohil & Bhavsar, 2015). OpenRoads Designer, yang merupakan evolusi dari MX Road, lebih lanjut mengintegrasikan manajemen data konstruksi dan analisis hidrologi sehingga sangat cocok untuk perencanaan jalan terpadu di lingkungan perkotaan maupun pedesaan (Bentley Systems, 2023).

Dalam konteks evaluasi kelayakan dan manajemen jaringan jalan, perangkat lunak **HDM-4 (Highway Development and Management Model)** sangat relevan karena mampu menghitung strategi pemeliharaan dan rehabilitasi jalan berdasarkan nilai ekonomi dan umur jalan. HDM-4 digunakan secara luas oleh lembaga pemerintah dan badan donor internasional untuk menganalisis skenario investasi dan prioritas perbaikan jaringan jalan berdasarkan data lalu lintas, kondisi eksisting, dan estimasi biaya-manfaat (Odoki & Kerali, 2006). Software ini sangat membantu dalam perencanaan jangka panjang yang berorientasi pada efisiensi penggunaan anggaran jalan.

Untuk perkerasan jalan, perangkat lunak seperti **PAVEMENT ME Design** (AASHTOWare) menyediakan pendekatan mekanistik-empiris dalam merancang ketebalan struktur perkerasan jalan yang fleksibel maupun kaku. Perangkat lunak ini dirancang berdasarkan AASHTO Guide for Design of Pavement Structures dan telah digunakan secara luas di Amerika Serikat serta negara-negara lain yang mengadopsi standar AASHTO (Von Quintus et al., 2021). Keunggulan

utamanya adalah kemampuan menyesuaikan desain berdasarkan data lokal seperti lalu lintas, iklim, dan karakteristik tanah dasar sehingga hasil perencanaannya lebih kontekstual.

Tidak hanya perangkat lunak berbayar, opsi open-source seperti **QGIS** yang dipadukan dengan plugin desain jalan juga semakin banyak digunakan untuk perencanaan awal jalur jalan berbasis data spasial. Hal ini sangat bermanfaat terutama di wilayah dengan keterbatasan anggaran, seperti daerah pedesaan atau proyek pembangunan jalan komunitas (Bhattacharjee & Neema, 2021). QGIS memungkinkan analisis rute berdasarkan kemiringan lereng, tutupan lahan, dan kriteria tata ruang lain, sehingga menghasilkan perencanaan jalan yang lebih adaptif terhadap kondisi lokal. Secara keseluruhan, pemanfaatan berbagai perangkat lunak ini mendukung modernisasi sistem perencanaan jalan yang lebih cerdas, akurat, dan dapat dipertanggungjawabkan.

Daftar Pustaka

- Al-Qadi, I. L., Elseifi, M., & Carpenter, S. H. (2019). Advances in road pavement design: Application of digital technologies. *Transportation Research Record*.
- Bentley Systems. (2023). OpenRoads Designer Overview. Retrieved from <https://www.bentley.com>.
- Bhattacharjee, S., & Neema, M. N. (2021). Road alignment planning using QGIS: A spatial decision support tool. *Geospatial World Journal*, 14(2), 55–64.
- Gohil, M., & Bhavsar, J. J. (2015). Road Design Software MX Road and Civil 3D: A Comparative Study. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET)*, 6(4), 65–72.
- Odoki, J. B., & Kerali, H. R. (2006). HDM-4 Overview: Highway Development and Management. World Road Association (PIARC).
- Von Quintus, H. L., et al. (2021). Pavement ME Design: Implementation and Calibration. *AASHTO Journal of Pavement Engineering*.

Profil Penulis



Mariati Indah Lestari, S.ST., M.T.

Penulis dilahirkan di Bitung, Sulawesi Utara pada tanggal 10 Februari 1990. Penulis mempunyai minat dan keahlian di bidang teknik sipil. Melalui tulisan ini diharapkan dapat berbagi pengetahuan bagi pembaca. Selama perjalanan akademis, penulis mencoba untuk menggali pengetahuan dan keterampilan untuk memberikan kontribusi yang berarti dalam bidang ini. Sebelumnya penulis menyelesaikan pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Sipil Transportasi Jalan dan Jembatan di Politeknik Negeri Manado, dilanjutkan dengan Diploma IV Teknik Sipil Konstruksi Bangunan Gedung di Politeknik Negeri Manado dilanjutkan lagi dengan program Pascasarjana S2 Teknik Sipil yang berfokus pada bidang ilmu Geoteknik di Universitas Negeri Sam Ratulangi Manado. Dalam profil penulisan ini, penulis mengajak pembaca untuk bergabung dalam lingkup teknik sipil untuk berbagi informasi dan menciptakan dampak positif dalam pembangunan infrastruktur dan lingkungan. Terima kasih telah mengenal sedikit tentang penulis, dan semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Mari bersama berkontribusi dalam dunia literasi dan industri teknik sipil.

Email Penulis: indahlestarimariati@gmail.com

STUDI KASUS PERENCANAAN JALAN RAYA

Ir. Muhammad Darwis, ST., MT.
Universitas Khairun

Pendahuluan

Provinsi Maluku Utara merupakan salah satu provinsi kepulauan di wilayah timur Indonesia yang memiliki posisi strategis baik dari sisi geografis maupun ekonomi. Wilayah ini terdiri dari pulau-pulau besar seperti Pulau Halmahera, Ternate, Tidore, Bacan, Morotai, dan pulau-pulau kecil di sekitarnya, dengan topografi yang bervariasi mulai dari dataran rendah pesisir hingga perbukitan dan lereng curam di pedalaman (BPS Provinsi Maluku Utara, 2024).

Kondisi geografis kepulauan ini menimbulkan tantangan tersendiri dalam pembangunan infrastruktur transportasi darat. Tidak seperti provinsi di daratan besar, jaringan jalan di Maluku Utara tidak dapat sepenuhnya saling terhubung tanpa dukungan moda transportasi laut, seperti kapal penyeberangan (ferry) dan pelabuhan antar-pulau. Hal ini memerlukan pendekatan perencanaan yang terintegrasi antara sistem transportasi darat dan laut agar mobilitas penduduk dan barang dapat berlangsung secara efisien (Kementerian PUPR, 2021).

Jalan raya di Maluku Utara berperan sebagai tulang punggung transportasi lokal pada masing-masing pulau. Fungsi utamanya meliputi:

1. Penghubung pusat pemerintahan dan ekonomi – seperti hubungan Sofifi (ibu kota provinsi) dengan pusat-pusat kegiatan ekonomi di Tobelo, Ternate, dan Labuha.
2. Distribusi hasil produksi – khususnya komoditas unggulan seperti perikanan, pertanian, dan pertambangan mineral (nikel, emas, dll.).
3. Dukungan sektor pariwisata – akses menuju destinasi wisata unggulan seperti Pantai Dodola (Morotai), Danau Tolire (Ternate), dan destinasi ekowisata di Halmahera.

Namun, berdasarkan data Dinas PUPR Provinsi Maluku Utara (2023), dari total ± 4.750 km jaringan jalan di provinsi ini, sekitar 20% berada dalam kondisi rusak, 28% kondisi sedang, dan hanya 52% dalam kondisi baik. Sebagian besar ruas jalan strategis juga masih memiliki lebar di bawah standar jalan kolektor primer (7 m), serta minim fasilitas pendukung seperti drainase, marka, dan rambu lalu lintas.

Pembangunan dan peningkatan kualitas jalan raya di Maluku Utara menjadi faktor penentu keberhasilan distribusi barang, kelancaran mobilitas penduduk, serta pertumbuhan sektor unggulan. Keterbatasan infrastruktur jalan dapat menyebabkan tingginya biaya logistik, lambatnya distribusi bahan kebutuhan pokok, dan terhambatnya pengembangan kawasan industri maupun pariwisata (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).

Oleh karena itu, studi kasus ini bertujuan untuk mengkaji perencanaan jaringan jalan strategis di Maluku Utara, meliputi:

1. Kondisi eksisting jaringan jalan.
2. Analisis teknis berdasarkan standar perencanaan geometrik, perkerasan, dan drainase.
3. Estimasi biaya pembangunan dan peningkatan.
4. Rekomendasi prioritas pembangunan berdasarkan urgensi dan manfaat.

Gambaran Umum Jaringan Jalan di Maluku Utara

Berdasarkan data Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Provinsi Maluku Utara tahun 2023, total panjang jaringan jalan di provinsi ini mencapai ± 4.750 km yang tersebar di berbagai pulau besar seperti Halmahera, Morotai, Ternate, Tidore, Bacan, dan pulau-pulau kecil lainnya. Jaringan jalan ini terbagi ke dalam tiga klasifikasi utama sesuai dengan kewenangan pengelolaannya (Dinas PUPR Provinsi Maluku Utara, 2023):

Tabel 13.1 Gambaran Umum Jaringan Jalan di Maluku Utara

Klasifikasi Jalan	Panjang (Km)	Persentase
Jalan Nasional	780	16%
Jalan Provinsi	1.250	26%
Jalan kabupaten/Kota	2.720	58%

Jalan nasional di Maluku Utara berfungsi sebagai penghubung antar-pusat kegiatan nasional dan antar-provinsi, meskipun secara geografis koneksi antar-provinsi tidak sepenuhnya melalui jalur darat karena keterpisahan wilayah oleh laut. Jalan provinsi menghubungkan pusat kegiatan di tingkat kabupaten/kota, sedangkan jalan kabupaten/kota berperan penting dalam melayani mobilitas di tingkat lokal, termasuk distribusi hasil pertanian, perikanan, dan

tambang dari desa-desa menuju pusat kota (RTRW Provinsi Maluku Utara 2020–2040).

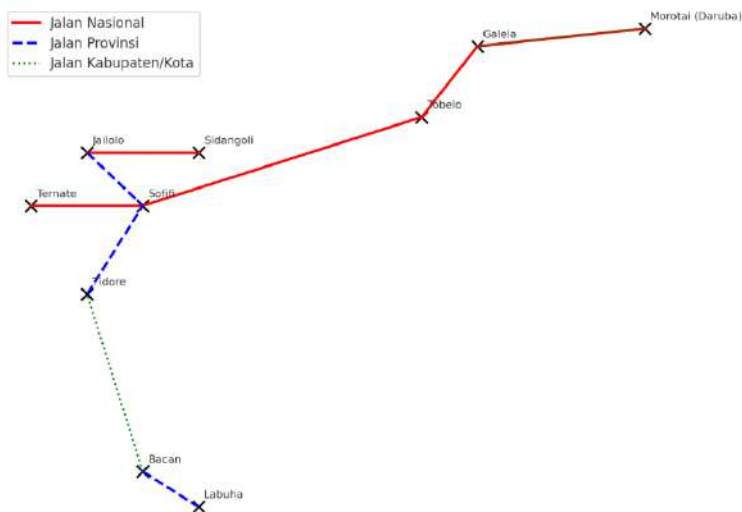
Kondisi permukaan jalan di provinsi ini bervariasi:

1. Baik: 52%
2. Sedang: 28%
3. Rusak: 20%

Sebagian besar kerusakan terjadi pada jalan dengan perkerasan aspal yang sudah melewati umur rencana atau yang memiliki drainase buruk, sehingga air menggenang dan mempercepat kerusakan struktur jalan. Permasalahan utama yang dihadapi dalam jaringan jalan di Maluku Utara antara lain:

1. Lebar jalan di bawah standar – Banyak ruas hanya memiliki lebar 3,5–5 meter, padahal untuk kelas jalan kolektor primer standar Bina Marga mensyaratkan minimal 7 meter (Kementerian PUPR, 2021).
2. Perkerasan yang rusak – Baik pada jalan nasional, provinsi, maupun kabupaten, dengan bentuk kerusakan seperti retak buaya, lubang (potholes), dan aus pada lapis permukaan.
3. Sistem drainase kurang memadai – Banyak saluran tersumbat atau tidak dibangun, menyebabkan genangan air saat hujan deras.
4. Faktor lingkungan – Curah hujan tahunan yang tinggi (2.000–3.000 mm/tahun) dan lokasi jalan yang berada dekat garis pantai membuat beberapa ruas rawan banjir, abrasi, dan longsor.
5. Kondisi tanah dasar – Beberapa wilayah, terutama di pesisir Halmahera dan Morotai, memiliki tanah lempung dengan nilai CBR rendah (<6%), yang memerlukan perkuatan lapisan pondasi bawah lebih tebal.

Kondisi ini berdampak pada kelancaran mobilitas dan distribusi logistik di Maluku Utara. Misalnya, waktu tempuh antara Sofifi dan Tobelo yang seharusnya bisa dicapai dalam 3,5–4 jam dapat memakan waktu hingga 6 jam pada musim hujan karena kerusakan dan genangan di beberapa segmen (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023). Oleh karena itu, perencanaan peningkatan dan pemeliharaan jaringan jalan menjadi prioritas utama dalam mendukung pengembangan ekonomi daerah.



Gambar 13.1 Peta Skematik Jaringan Jalan di Provinsi Maluku Utara (Konseptual)

Tantangan Perencanaan

1. Kondisi Geografis yang Kompleks

Maluku Utara terdiri dari banyak pulau besar dan kecil, sehingga sistem transportasi darat tidak dapat berdiri sendiri tanpa dukungan moda laut. Perencanaan jalan sering harus mempertimbangkan:

- a. Konektivitas antar-pulau melalui pelabuhan penyeberangan.

- b. Topografi berbukit dan bergunung yang membutuhkan desain trase dengan kelandaian aman.
 - c. Tanah labil dan rawan longsor, khususnya di daerah pegunungan.
2. Keterbatasan Infrastruktur Pendukung
- a. Quarry material yang jauh dari lokasi proyek, sehingga biaya logistik meningkat.
 - b. Keterbatasan pasokan listrik dan air di daerah terpencil.
 - c. Minimnya fasilitas bengkel atau perawatan alat berat di lokasi pembangunan.
3. Iklim dan Cuaca Ekstrem
- Curah hujan tinggi di beberapa bulan tertentu dapat menghambat pekerjaan konstruksi. Selain itu, badai dan gelombang laut tinggi mengganggu distribusi material antar-pulau. Perencanaan harus:
- a. Memperhitungkan kalender cuaca untuk jadwal pekerjaan.
 - b. Memastikan desain drainase mampu mengatasi aliran air deras saat musim hujan.
4. Aspek Sosial dan Kultural
- Sebagian besar proyek jalan melintasi tanah adat atau wilayah dengan kearifan lokal yang kuat. Tantangan yang sering muncul antara lain:
- a. Negosiasi lahan dengan masyarakat adat.
 - b. Menyesuaikan desain agar tidak mengganggu situs budaya atau area sakral.
 - c. Membangun komunikasi yang baik untuk menghindari konflik sosial.

5. Pendanaan dan Efisiensi Biaya

Keterbatasan anggaran daerah membuat proyek jalan raya di Maluku Utara harus direncanakan dengan efisiensi tinggi:

- a. Memprioritaskan ruas jalan strategis.
- b. Mencari kombinasi pembiayaan dari pemerintah pusat, daerah, dan investor swasta.
- c. Mengoptimalkan desain untuk mengurangi biaya jangka panjang perawatan.

6. Kapasitas Sumber Daya Manusia

Masih terdapat keterbatasan tenaga ahli dan pekerja terampil di wilayah ini. Solusinya sering memerlukan:

- a. Mobilisasi tenaga kerja dari luar provinsi.
- b. Pelatihan lokal untuk meningkatkan keterampilan masyarakat setempat.

Identifikasi Ruas Jalan Strategis

Berdasarkan hasil analisis lalu lintas, peran ekonomi, dan tingkat kerusakan infrastruktur, sejumlah ruas jalan di Maluku Utara ditetapkan sebagai prioritas utama dalam perencanaan pembangunan dan peningkatan jaringan transportasi. Ruas-ruas ini memiliki kontribusi penting dalam menghubungkan pusat-pusat kegiatan ekonomi, memfasilitasi mobilitas masyarakat, serta mendukung distribusi barang dan jasa. Ruas-ruas berikut diprioritaskan untuk perencanaan:

1. Sofifi – Tobelo (185 km)
2. Tobelo – Galela (58 km)
3. Jailolo – Sidangoli (72 km)
4. Ternate – Sofifi (38 km, kemungkinan tol/arteri cepat)
5. Daruba – Bere-Bere (65 km, Pulau Morotai).

Tabel 13.2 Ruas Jalan Strategis Di Maluku Utara
Sesuai Data dan Fungsi Utamanya

No	Ruas Jalan	Panjang (Km)	Fungsi Utama	Potensi Pengembangan
1	Sofifi - Tobelo	185	Menghubungkan pusat pemerintahan provinsi dengan pusat ekonomi wilayah utara Pulau Halmahera	Distribusi hasil pertanian, perkebunan, dan perikanan; pengembangan perdagangan antarwilayah
2	Tobelo - Galela	58	Jalur koneksi pesisir utara Halmahera	Pariwisata bahari, pengembangan kawasan pesisir
3	Jailolo- Sidangoli	72	Konektivitas wilayah barat Halmahera ke pelabuhan penyeberangan Ternate/ Sofifi	Transportasi barang dan penumpang antarwilayah
4	Ternate – Sofifi	38	Rencana jalan tol/arteri cepat antara pusat perdagangan dan pusat pemerintahan	Percepatan mobilitas, penurunan biaya logistik
5	Daruba – Bere-Bere (Pulau Morotai)	65	Akses utama menuju kawasan timur Pulau Morotai	Mendukung KEK Morotai, sektor perikanan, dan pariwisata

Dengan penetapan prioritas ini, diharapkan pembangunan jalan raya di Maluku Utara dapat lebih terarah dan memberikan dampak signifikan bagi pemerataan pembangunan serta peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Kondisi Eksisting Tiap Ruas

Survei lapangan menunjukkan bahwa kondisi eksisting pada setiap ruas jalan strategis di Maluku Utara memiliki perbedaan signifikan, baik dari segi dimensi, kualitas perkerasan, maupun volume lalu lintas harian rata-rata (LHR). Pemahaman kondisi awal ini sangat penting untuk menentukan jenis intervensi teknis yang tepat.

Tabel 13.3 Kondisi Eksisting Tiap Ruas
Jalan Strategis di Maluku Utara

No	Ruas Jalan	Lebar Jalan	Kondisi Permukaan	Drainase	LHR (smp/hari)	Catatan Khusus
1	Sofifi -Tobelo	4,5–5 m	Sebagian aspal rusak, sebagian jalan tanah	Tidak merata	±2.800	Perlu rehabilitasi menyeluruh dan perbaikan drainase
2	Tobelo – Galela	5 m	Aspal retak dan aus	Cukup	±1.500	Lalu lintas didominasi kendaraan niaga ringan
3	Jailolo – Sidangoli	4 m	Beberapa segmen jalan kerikil	Cukup	±1.200	Akses utama ke pelabuhan, lebar terbatas
4	Ternate – Sofifi	-	Transportasi feri	-	-	Rencana pembangunan jalan arteri cepat/tol terhubung pelabuhan

5	Daruba – Bere-Bere	3,5–4 m	Perkerasan kerikil dan tanah	Minim	±800	Dominasi kendaraan roda dua dan barang kecil, rawan licin saat hujan
---	--------------------	---------	------------------------------	-------	------	--

Perencanaan Geometrik

Perencanaan geometrik untuk ruas-ruas strategis di Maluku Utara dalam studi ini mengacu pada Bina Marga 2021 untuk Jalan Kolektor Primer Kelas II. Parameter dasar yang digunakan disarikan pada Tabel 13.4, dan menjadi rujukan dalam penentuan alinyemen horizontal, vertikal, serta penampang melintang di semua ruas.

Tabel 13.4 Parameter Geometrik yang Diadopsi

Elemen	Nilai Rencana	Keterangan Penerapan
Lebar perkerasan	7,0 m (2×3,5 m)	Dua lajur dua arah tanpa median
Lebar bahu	1,5 m (tiap sisi)	Bahu diperkeras minimum di lokasi rawan darurat
Kecepatan rencana (VR)	60 km/jam (medan datar); 40–50 km/jam (medan berbukit)	Disesuaikan segmen medan; digunakan dalam kontrol radius & jarak pandang
Radius tikungan min.	$R \geq 150$ m (untuk VR = 60 km/jam)	Tikungan dengan $R < 150$ m tidak diperkenankan; bila terbatas, turunkan VR
Superelevasi maks.	$e_{\max} = 8\%$	Diterapkan bertahap melalui <i>transition curve</i>

1. Prinsip Perancangan

a. Penentuan kecepatan rencana per segmen

- 1) Segmen datar/pantai: gunakan VR 60 km/jam.

- 2) Segmen bukit/lereng: gunakan VR 40–50 km/jam untuk menjaga radius dan jarak pandang.
- b. Alinyemen horizontal
- 1) Setiap tikungan harus memenuhi $R \geq 150$ m untuk VR 60 km/jam.
 - 2) Bila kendala lahan/topografi menyebabkan $R < 150$ m, turunkan VR (mis. 50–40 km/jam) agar tetap memenuhi stabilitas dengan $e \leq 8\%$.
 - 3) Gunakan spiral transition memadai untuk peralihan *superelevasi* dan gaya sentrifugal.
- c. Alinyemen vertikal & drainase permukaan
- 1) Jaga kelandaian memadai sesuai kelas jalan agar kecepatan rencana tercapai dan keselamatan terjaga (khususnya pada tanjakan/penurunan panjang).
 - 2) Pastikan *crossfall* dan bahu 1,5 m bekerja sebagai saluran tepi; selaras dengan rancangan drainase subbab sebelumnya.
- d. Penampang melintang
- 1) Lebar efektif 7,0 m + bahu 1,5 m di tiap sisi.
 - 2) Pada lokasi rawan berhenti darurat (lereng/tikungan panjang), pertimbangkan bahu diperkeras atau *emergency bay*.
- e. Keselamatan & kenyamanan
- 1) Penerapan *superelevasi* maks. 8% hanya pada tikungan yang memerlukan; tingkatkan secara bertahap melalui *run-off* yang cukup.
 - 2) Lengkapi marka, rambu peringatan tikungan/turunan, guardrail di tepi lereng, dan delineator pada area berkabut/berliku.

2. Penerapan pada Ruas Studi

a. Sofifi – Tobelo (medan campuran):

Segmen datar dekat pesisir dapat dirancang VR 60 km/jam; segmen berbukit menuju utara gunakan VR 50 km/jam. Pastikan setiap tikungan memenuhi R sesuai VR dan $e \leq 8\%$.

b. Tobelo – Galela (relatif datar–landai):

Dominan VR 60 km/jam; pertahankan $R \geq 150$ m. Gunakan *transition curve* standar pada tikungan utama tepi pantai.

c. Jailolo – Sidangoli (berbukit):

Gunakan VR 40–50 km/jam. Prioritaskan stabilisasi lereng dan *guardrail*; terapkan *superelevasi* mendekati nilai desain namun tidak melebihi 8%.

d. Ternate – Sofifi (koneksi pelabuhan–arteri cepat/tol):

Koridor pendekat pelabuhan mengikuti parameter Kolektor Primer Kelas II; pada koridor arteri cepat/tol, parameter khusus akan mengikuti standar jalan bebas hambatan (dibahas pada bab tersendiri).

e. Daruba – Bere-Bere (landai–bergulung):

Terapkan VR 50–60 km/jam bergantung segmen; pastikan lebar 7,0 m dan bahu 1,5 m tercapai pasca peningkatan, dengan tikungan kunci memenuhi R min sesuai VR.

Tabel 13.5 Kontrol Geometri Per Segmen Ruas Jalan

No	Ruas Jalan	Kecepatan Rencana (VR)	Radius Tikungan (R aktual)	Superelevasi Terpasang (e)	Lebar Bahu Jalan	Keterangan
1	Sofifi - Tobelo	60 km/jam (datar), 50 km/jam (berbukit)	150 m (min)	8% (pada tikungan besar)	1,5 m	Superelevasi diterapkan pada tikungan, transisi bertahap
2	Tobelo – Galela	60 km/jam	150 m (min)	8% (pada tikungan besar)	1,5 m	Superelevasi berlaku pada tikungan lebar
3	Jailolo – Sidangoli	50 km/jam	120 m	6% (pada tikungan tajam)	1,5 m	VR dikurangi sesuai dengan radius tikungan
4	Ternate – Sofifi	60 km/jam	180 m	8% (pada tikungan besar)	1,5 m	Superelevasi diterapkan secara bertahap pada koridor arteri cepat

5	Daruba – Bere-Bere	40 km/jam	100 m	6% (pada tikungan tajam)	1,5 m	Kecepatan diturunkan untuk tikungan lebih tajam dan medan bergelombang
---	--------------------	-----------	-------	--------------------------	-------	--

Keterangan:

1. Kecepatan Rencana (VR): Kecepatan yang direncanakan untuk setiap segmen jalan, disesuaikan dengan kondisi medan dan jenis jalan.
2. Radius Tikungan (R aktual): Radius aktual dari setiap tikungan di ruas jalan yang direncanakan. Untuk radius lebih kecil, kecepatan rencana harus diturunkan sesuai dengan pedoman Bina Marga.
3. Superelevasi Terpasang (e): Nilai superelevasi yang diterapkan pada tikungan besar, bertahap dari 0% hingga 8%, tergantung pada radius dan kecepatan rencana.
4. Lebar Bahu Jalan: Lebar bahu jalan yang ditetapkan untuk setiap segmen sesuai dengan standar jalan kolektor primer kelas II, yaitu 1,5 m.

Perencanaan Perkerasan

Perencanaan perkerasan jalan pada ruas-ruas strategis di Maluku Utara mengacu pada standar perkerasan lentur (aspal) sesuai dengan Bina Marga 2021 dan kondisi lalu lintas yang diperkirakan. Berdasarkan hasil analisis dan klasifikasi jalan, perkerasan yang digunakan adalah perkerasan lentur (aspal) dengan struktur berlapis sebagai berikut:

Tabel 13.6 Perbandingan Struktur Perkerasan

No	Lapisan Perkerasan	Ketebalan	Fungsi	Material
1	AC-WC (Asphalt Concrete Wearing Course)	4 cm	Lapisan permukaan aspal yang memberikan kenyamanan berkendara	Aspal panas

			dan tahan terhadap beban serta cuaca	
2	AC-BC (Asphalt Concrete Binder Course)	6 cm	Lapisan perantara yang memberikan ketahanan struktural dan pengikatan antara lapisan permukaan dan pondasi	Aspal panas
3	LPA Kelas A (Lapisan Pondasi Agregat Kelas A)	20 cm	Lapisan dasar yang menyalurkan beban kendaraan ke lapisan bawahnya, memberikan stabilitas	Agregat kelas A
4	LPB Kelas B (Lapisan Pondasi Bawah Kelas B)	15 cm	Lapisan pondasi bawah yang memberikan daya dukung dan kestabilan pada struktur jalan	Agregat kelas B

Sistem Drainase

Sistem drainase dirancang untuk memastikan kelancaran aliran air di sepanjang ruas jalan, mencegah genangan, serta menjaga stabilitas dan umur perkerasan jalan.

Komponen Sistem Drainase:

1. Saluran Trapezium

a. Dimensi Saluran:

- 1) Lebar dasar: 40 cm
- 2) Kedalaman: 60 cm

b. Desain: Saluran dibuat dalam bentuk trapezium untuk memudahkan aliran air dan meminimalkan pemadatan pada sisi saluran. Bentuk trapezium juga memberikan kestabilan struktural yang lebih baik, mengurangi resiko longsor di sepanjang saluran.

c. Fungsi: Saluran ini berfungsi untuk mengalirkan air hujan ke lokasi pembuangan, menghindari genangan di badan jalan yang dapat merusak perkerasan.

2. Gorong-gorong Beton Bertulang

a. Lokasi Pemasangan: Pada titik persilangan jalan dengan sungai kecil atau saluran utama lainnya.

b. Material: Beton bertulang, yang memiliki daya tahan tinggi terhadap beban dan korosi.

c. Fungsi: Gorong-gorong berperan dalam mengalirkan air dari sisi jalan ke ke sisi jalan yang berlawanan. atau mengarahkan aliran air di bawah jalan tanpa mengganggu struktur jalan itu sendiri. Ini penting di daerah yang memiliki banyak persilangan air atau titik rawan banjir.

3. Perencanaan Debit Rencana

a. Debit Rencana (Q₂₅): Sistem drainase dirancang untuk menampung debit air hujan dengan periode ulang 25 tahun (Q₂₅), yang berarti sistem drainase ini mampu menangani curah hujan

ekstrem yang mungkin terjadi dalam periode 25 tahun ke depan.

- b. Faktor Perencanaan: Dalam perencanaan ini, digunakan data curah hujan historis, jenis tanah, dan pola aliran air di sekitar jalan. Drainase dirancang untuk mengalirkan air hujan tanpa mengganggu kestabilan jalan dan mencegah terjadinya genangan.

Pertimbangan dalam Perencanaan Sistem Drainase:

Kapasitas Saluran: Kapasitas saluran trapezium dan gorong-gorong harus cukup untuk mengalirkan air hujan dengan intensitas yang tinggi, mengingat kondisi cuaca di Maluku Utara yang cenderung memiliki curah hujan tinggi.

Pencegahan Genangan: Sistem ini dirancang agar tidak terjadi genangan di badan jalan yang dapat merusak permukaan aspal serta mengganggu kelancaran lalu lintas.

Pemeliharaan: Sistem drainase ini memerlukan pemeliharaan rutin untuk memastikan saluran tetap bersih dari sampah dan material yang dapat menyumbat aliran air, terutama pada musim hujan.

Daftar Pustaka

- AASHTO. (2018). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (7th ed.). American Association of State Highway and Transportation Officials.
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (2014). AASHTO Drainage Manual. Washington, D.C.: AASHTO.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Maluku Utara. (2022). Statistik Infrastruktur dan Transportasi Maluku Utara.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Maluku Utara. (2023–2024). Provinsi Maluku Utara dalam Angka dan publikasi transportasi terkait.
- Bina Marga. (2021). Pedoman Perencanaan Jalan (Edisi 2021). Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). (2023). Data Curah Hujan Provinsi Maluku Utara.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). Data Kondisi Jalan Nasional Provinsi Maluku Utara 2023. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Dinas PUPR Provinsi Maluku Utara. (2023). Data Panjang dan Kondisi Jaringan Jalan Provinsi Maluku Utara Tahun 2023. Ternate: Pemerintah Provinsi Maluku Utara.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). Data Kondisi Jalan Nasional Provinsi Maluku Utara (jika digunakan).
- Hydrologic Engineering Center (HEC). (2000). HEC-RAS: River Analysis System (User's Manual). U.S. Army Corps of Engineers.
- Kementerian PUPR. (2021). Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (Revisi 2021). Direktorat Jenderal Bina Marga.

- Kementerian PUPR. (2017). Spesifikasi Umum 2018 (Revisi) untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2014). Pedoman Perencanaan Drainase Jalan dan Jembatan (Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014).
- Prabowo, B. (2017). Teknik Drainase Jalan dan Jembatan. Yogyakarta: Andi Offset.
- RTRW Provinsi Maluku Utara 2020–2040. Pemerintah Provinsi Maluku Utara.
- SNI 1732:2011. Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota. Badan Standardisasi Nasional.

Profil Penulis



Ir. Muhammad Darwis, ST., MT

Penulis di lahirkan di Maros pada tanggal 27 Desember 1974. Ketertarikan penulis terhadap ilmu teknik sipil dimulai pada tahun 1994 silam. Masuk ke Universitas Hasanuddin Jurusan Teknik Sipil memilih peminatan Transportasi dan berhasil lulus pada tahun 2000. Penulis kemudian melanjutkan Pendidikan S2 dan berhasil menyelesaikan studi di prodi Sistem Transportasi Universitas Hasanuddin pada tahun 2010. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen tetap di Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Khairun. Penulis pernah menjabat sebagai Koordinator Program Studi S1 Teknik Sipil dan sekarang menjabat sebagai Kepala Laboratorium Jalan dan Aspal. Penulis juga aktif dalam kegiatan ilmiah dan organisasi keprofesian yaitu Persatuan Insinyur Indonesia. Sehari-harinya bekerja sebagai dosen pengampu mata kuliah Rekayasa Geometrik dan Perkerasan Jalan.

Email Penulis: darwis@unkhair.ac.id

- 1 KONSEP DASAR PERENCANAAN JALAN RAYA
Christy Agata Makupiola
- 2 KLASIFIKASI JALAN RAYA
Decky Cipta Indrashwara
- 3 FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERENCANAAN JALAN
Dewa Ayu Nyoman Ardi Utami
- 4 DESAIN GEOMETRIK JALAN RAYA
Muhammad Taufiq Yuda Saputra
- 5 DIMENSI DAN KAPASITAS JALAN
Risky Aprianti Azis
- 6 PERENCANAAN LALU LINTAS
Riduan R. Amin
- 7 PENYUSUNAN RENCANA SALURAN DRAINASE
Setiyawan
- 8 MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2024
Heriadi
- 9 PENYUSUNAN ANGGARAN DAN BIAYA KONSTRUKSI
I Nyoman Indra Kumara
- 10 KEAMANAN DAN KENYAMANAN JALAN RAYA
Luh Putu Merta Karunia Putri
- 11 PERENCANAAN JALAN DI DAERAH PERKOTAAN DAN PEDESAAN
Aditya Mahatidanar Hidayat
- 12 PENGGUNAAN PERANGKAT LUNAK DALAM PERENCANAAN JALAN
Mariati Indah Lestari
- 13 STUDI KASUS PERENCANAAN JALAN RAYA
Muhammad Darwis

Editor:

Hairil Akbar

Untuk akses **Buku Digital**,
Scan **QR CODE**



Media Sains Indonesia
Melong Asih Regency B.40, Cijerah
Kota Bandung - Jawa Barat
Email : penerbit@medsan.co.id
Website : www.medsan.co.id

