

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN

Penulis :

Megalita Rodiyani

Firman Hasiholan

Muhammad Zacky Ardhyhan

Saleh

Eva Olivia Hutasoit

Debby Yulinar Permata

Muhammad Djaya Bakri

Erny



PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN

**Megalita Rodiyani
Firman Hasiholan
Muhammad Zacky Ardhyani
Saleh
Eva Olivia Hutasoit
Debby Yulinar Permata
Muhammad Djaya Bakri
Erny**



GET PRESS INDONESIA

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN

Penulis :

Megalita Rodiyani
Firman Hasiholan
Muhammad Zacky Ardhyhan
Saleh
Eva Olivia Hutasoit
Debby Yulinar Permata
Muhammad Djaya Bakri
Erny

ISBN : 978-623-125-509-9

Editor : Ari Yanto., M.Pd

Penyunting : Tri Putri Wahyuni., S.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Desember 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Perencanaan Geometrik Jalan ini.

Buku ini membahas Teori Tahapan Pembangunan Jalan, Penampang Melintang Jalan, Standar Dan Parameter Perencanaan Geometric Jalan, Konsep Perencanaan Tikungan, Mendesain Tikungan *Full Circle*, Mendesain Tikungan S-C-S Dan S-S Dan Stationing, Desain Tikungan Sesuai Kondisi, Kondisi medan, konsep perencanaan galian.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, November 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB 1 TEORI TAHAPAN PEMBANGUNAN JALAN	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Pembangunan Jalan.....	1
1.3 Tahap Perencanaan Pembangunan Jalan	3
1.4 Tahap Perancangan Detail.....	3
1.5 Tahap Konstruksi.....	7
1.6 Tahap Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	8
DAFTAR PUSTAKA.....	9
BAB 2 PENAMPANG MELINTANG JALAN	11
2.1 Pendahuluan.....	11
2.2 Ruang Manfaat Jalan.....	12
2.2.1 Jalur Lalu Lintas.....	16
2.2.2 Bahu Jalan	19
2.2.3 Median Jalan	20
2.2.4 Verge.....	21
2.2.5 Lereng Jalan	22
2.2.6 Drainase.....	23
2.3 Ruang Milik Jalan.....	23
2.4 Ruang Pengawasan Jalan.....	23
DAFTAR PUSTAKA.....	25
BAB 3 STANDAR DAN PARAMETER	
GEOMETRIK JALAN.....	27
3.1 Pendahuluan.....	27
3.2 Konsep Dasar Perencanaan Geometrik Jalan	28
3.2.1 Pengelompokkan jalan.....	28
3.2.2 Pembahagian Jalan	30
3.2.3 Indikator Perencanaan Geometrik.....	31
3.3 Kapasitas Jalan.....	39
3.3.1 Tingkat Pelayanan Jalan	39
3.3.2 Kecepatan Rencana.....	39
3.3.3 Gaya Yang Bekerja Dan Jarak Pandang.....	41

DAFTAR PUSTAKA	43
BAB 4 KONSEP PERENCANAAN TIKUNGAN	45
4.1 Pengantar	45
4.1.1 Definisi Tikungan	45
4.1.2 Tujuan Desain Tikungan	45
4.2 Jenis-Jenis Tikungan	46
4.2.1 Tikungan Sirkular (<i>Circular Curve</i>)	46
4.2.2 Tikungan Transisi (<i>Transition Curve</i>)	47
4.3 Prinsip Desain Tikungan	55
4.3.1 Kecepatan Desain (<i>Design Speed</i>)	55
4.3.2 Super Elevasi (<i>Super elevation</i>)	56
4.4 Koefisien Gesekan (<i>Friction Coefficient</i>)	56
4.5 Radius Tikungan (<i>Curve Radius</i>)	57
4.6 Parameter Desain Tikungan	57
4.6.1 Jari-jari Minimum Tikungan (<i>Minimum Curve Radius</i>)	57
4.6.2 Panjang Tikungan (<i>Curve Length</i>) dan Sudut Sentral Tikungan (<i>Central Angle</i>)	58
4.7 Standar dan Aturan Perencanaan Tikungan	59
4.8 Faktor Pendukung Operasional Tikungan	61
4.8.1 Pemeliharaan	62
4.8.2 Sistem Drainase	62
4.8.3 Pemilihan Material Jalan	62
4.8.4 Pengelolaan Vegetasi	63
4.8.5 Penerangan	63
4.8.6 Rambu Lalu Lintas	63
DAFTAR PUSTAKA	65
BAB 5 TIKUNGAN FULL CIRCLE	67
5.1 Pendahuluan	67
5.2 Alinemen Horisontal	68
5.2.1 Menentukan <i>Ls</i> (<i>Length of Spiral</i>)	70
5.2.2 Soal Perhitungan <i>Ls</i>	72
5.2.3 Alinemen Horisontal	75
5.2.4 Bentuk Tikungan <i>Full Circle</i> (FC)	75
DAFTAR PUSTAKA	84

BAB 6 MENDESAIN TIKUNGAN S-C-S DAN S-S DAN STATIONING.....	85
6.1 Tikungan dalam Perencanaan Geometrik Jalan.....	85
6.2 Tikungan Spiral – Circle – Spiral (SCS).....	86
6.3 Tikungan Spiral – Spiral (SS).....	90
6.4 Lengkung Peralihan (Ls)	92
6.5 Stationing.....	94
6.5.1 Stationing dalam Perencanaan Geometrik Jalan.....	94
6.5.2 Penentuan dan Penomoran Stationing.....	96
DAFTAR PUSTAKA.....	99
BAB 7 DESAIN TIKUNGAN SESUAI KONDISI MEDAN.....	101
7.1 Pendahuluan.....	101
7.2 Analisis Medan	107
7.2.1 Trase Jalan	107
7.2.2 Faktor Topografi.....	108
7.2.3 Faktor Geologi	109
7.2.4 Faktor Tata Guna Lahan	109
7.2.5 Faktor Lingkungan	109
7.2.6 Penetapan Stasiun (Stationing).....	110
7.3 Radius Tikungan.....	110
7.3.1 Kecepatan Desain	111
7.3.2 Faktor Medan.....	111
7.3.3 Superelevasi	111
7.3.4 Kondisi Cuaca	111
7.3.5 Jenis Kendaraan	111
7.4 Drainase	112
DAFTAR PUSTAKA.....	113
BAB 8 KONSEP PERENCANAAN GALIAN	115
8.1 Pengertian Tanah Dasar.	115
8.2 Pekerjaan Galian-Timbunan Tanah	115
8.3 Teknik Perhitungan Volume (<i>Average End Area Method</i>)	116
8.4 Diagram Menentukan Galian dan Timbunan	117
8.4.1 Mass Diagram	117
8.4.2 Diagram Haul dan Overhaul.....	119
8.5 Perhitungan Galian Dan Timbunan.....	119
DAFTAR PUSTAKA.....	124

BIODATA PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Lebar ruang manfaat jalan minimal (m)	13
Tabel 2.2. Lebar jalur lalu lintas (m)	18
Tabel 2.3. Desain tipikal kemiringan lereng.....	22
Tabel 3.1. Parameter Kendaraan Rencana.....	32
Tabel 3.2. Kebutuhan batas pandang untuk berhenti bagi pengemudi	36
Tabel 3.3. Acuan jarak pandang	37
Tabel 3.4. Ukuran Jarak pandangan bersiaga.....	38
Tabel 3.5. Kecepatan Rencana.....	40
Tabel 3.6. Kecepatan rencana jalan tol.....	40
Tabel 4.1. Penentuan panjang kurva transisi.....	51
Tabel 4.2. Perbandingan Standar AASHTO dan Standar Indonesia dalam perencanaan tikungan	60
Tabel 5.1. Metode menghitung Ls	70
Tabel 5.2. Kelandaian relatif maksimum	72
Tabel 5.1. Penyelesaian Ls berdasarkan Metode-Metode Lain.....	74
Tabel 7.1. Klasifikasi medan jalan	105
Tabel 7.2. Kriteria perhitungan titik stasioning	110
Tabel 8.1. Perhitungan Mass Diagram	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tipikal Penampang Melintang dan Ruang Jalan Raya 4/2-T, Untuk Median Bangunan Ditinggikan.....	12
Gambar 2.2. Ilustrasi Konfigurasi Penampang (SJJ Primer, Jalan Sedang, 2/2-TT)	14
Gambar 2.3. Ilustrasi Konfigurasi Penampang (SJJ Sekunder, JSD, 2/2-TT)	14
Gambar 2.4. Ilustrasi Konfigurasi Penampang (SJJ Primer, JLR, 4/2-T, Dengan Median Bangunan Direndahkan)	15
Gambar 2.6. Ilustrasi Konfigurasi Penampang (SJJ Primer, JLR, 4/2-T, Pada Daerah Tikungan)	16
Gambar 2.7 Ilustrasi Konfigurasi Penampang (SJJ Primer, JSD, 2/2-TT, Di Jembatan).....	16
Gambar 3.1. Ruang milik jalan.....	31
Gambar 3.2. Jarak pandang untuk berhenti	37
Gambar 3.3. Ukuran jarak pandangan menyiap	38
Gambar 3.4. Gaya-gaya yang bekerja pada tikungan	42
Gambar 3.5. Gaya yang bekerja di tikungan	42
Gambar 4.1 . Tikungan Sirkular (<i>Circular Curve</i>).....	47
Gambar 4.2. Tikungan Transisi	49
Gambar 4.3. <i>Elements of Spiral Curve</i>	52
Gambar 5.1. Ls pada tikungan	75
Gambar 5.2. Tikungan <i>Full Circle</i> (FC).....	76
Gambar 5.3. e dan en Full Circle	77
Gambar 5.4. e +2% atau +3%,pembulatan e<1%, <+2%, atau+3%.....	78
Gambar 5.5. e +2% atau -3%, pembulatan e<1%, >-2%, atau -3%	78
Gambar 5.6. e penuh, e > e normal dan e < e max	78
Gambar 5.7. Superelevasi Lengkung FC.....	79
Gambar 6.1. Tikungan Spiral – Circle – Spiral (SCS)	88
Gambar 6.2. Tikungan Spiral – Spiral (SS).....	91
Gambar 6.3. Penomoran Stationing pada Tikungan.....	97
Gambar 7.1. Penampang Melintang Jalan Tanpa Median....	103

Gambar 7.2. Penampang Melintang Jalan Dengan Median	103
Gambar 7.3. Kondisi Klasifikasi Medan Jalan: a. Datar, b. Perbukitan, c. Pegunungan.....	106
Gambar 7.4. Rencana Trase Jalan Dengan Tikungan Sesuai Kondisi Medan	108
Gambar 8.1. Penampang melintang jalan	116
Gambar 8.2. Contoh Mass Diagram.....	118
Gambar 8.3. Peta Situasi Skala 1 : 10000	120
Gambar 8.4. Skala V = 1 : 500 Skala H = 1 : 10000.....	121
Gambar 8.5. Profil Melintang Sta A.....	122
Gambar 8.7. Perhitungan Galian dan Timbunan	123

BAB 1

TEORI TAHAPAN PEMBANGUNAN JALAN

Oleh Megalita Rodiyani

1.1 Pendahuluan

Pembangunan jalan merupakan salah satu elemen penting dalam infrastruktur yang bertujuan untuk menghubungkan berbagai wilayah, meningkatkan aksesibilitas, serta menunjang pertumbuhan ekonomi. Proses ini memerlukan perencanaan yang cermat dan pelaksanaan yang tepat agar jalan dapat bertahan lama dan memenuhi kebutuhan pengguna. Dalam tahapannya, pembangunan jalan tidak hanya mencakup konstruksi fisik tetapi juga mempertimbangkan berbagai faktor seperti kondisi tanah, beban lalu lintas, serta aspek lingkungan yang harus dikelola dengan baik agar dampak negatif dapat diminimalisir. Konstruksi jalan meliputi tahapan perencanaan dan penganggaran, perencanaan teknik, pelaksanaan konstruksi, serta pengoperasian dan pemeliharaan jalan. (Admindpuk, 2014).

Pembangunan jalan mencakup kegiatan penyiapan program, anggaran, perencanaan teknis, pengadaan tanah, pelaksanaan konstruksi, pengoperasian, dan konservasi jalan (Undang-Undang Nomor 2, 2022). Setiap tahapan tersebut berperan penting dalam memastikan bahwa jalan yang dibangun dapat berfungsi optimal, menopang beban kendaraan, serta memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna. Dengan adanya regulasi yang jelas, setiap proses pembangunan jalan diharapkan dapat berjalan sesuai dengan standar dan ketentuan yang berlaku.

1.2 Pembangunan Jalan

Menurut undang-undang, pembangunan jalan mencakup berbagai kegiatan yang dimulai dari penyiapan program dan penganggaran, dilanjutkan dengan perencanaan teknis yang

matang, pengadaan lahan yang diperlukan, pelaksanaan pekerjaan konstruksi, hingga pengoperasian dan pemeliharaan jalan tersebut. Proses ini harus dilakukan dengan cermat untuk memastikan bahwa infrastruktur yang dibangun dapat berfungsi dengan optimal dalam mendukung aktivitas lalu lintas. Di masa mendatang, pembangunan jalan dan jembatan juga perlu lebih fokus pada perencanaan tata guna lahan yang komprehensif. Ini berarti, perencanaan harus dilakukan secara terpadu dan berkelanjutan untuk mengurangi dampak negatif yang mungkin terjadi terhadap lingkungan, seperti kerusakan lahan atau terganggunya ekosistem alami di sekitar lokasi pembangunan. Penataan ruang yang baik sangat penting dalam proses ini untuk memastikan bahwa pembangunan tidak merusak sumber daya alam, terutama sumber daya air yang memiliki peran sangat penting bagi kehidupan dan keberlanjutan lingkungan.

Masalah yang sering muncul dalam pembukaan jalan baru adalah kurangnya perhatian terhadap penataan ruang yang sesuai, sehingga dampaknya bisa berupa kerusakan lingkungan atau hilangnya fungsi sumber daya alam yang kritis. Misalnya, pembangunan jalan yang tidak memperhatikan tata ruang dapat mengakibatkan gangguan pada aliran air, erosi tanah, dan menurunnya kualitas air di wilayah tersebut. Namun, meskipun kompleksitas masalah sering kali terjadi, pembukaan akses jalan baru, terutama di daerah tertinggal dan terpencil, tetap merupakan kebutuhan yang mendesak. Infrastruktur jalan yang memadai sangat diperlukan untuk memperluas wilayah dan membuka konektivitas, sehingga masyarakat di daerah-daerah tersebut bisa mendapatkan akses yang lebih baik ke pasar, pendidikan, kesehatan, dan layanan lainnya. Peningkatan aksesibilitas ini secara langsung berdampak positif pada pertumbuhan ekonomi masyarakat setempat. Pembangunan jalan baru terbukti mampu mempercepat distribusi barang dan jasa, meningkatkan investasi, serta memperluas peluang ekonomi yang pada akhirnya dapat meningkatkan kesejahteraan penduduk di wilayah tersebut. Pasalnya, pembukaan akses jalan baru terbukti membantu meningkatkan perekonomian masyarakat di kawasan tersebut. Pada

akhirnya, kita harus mengeluarkan investasi yang lebih besar untuk mengatasi masalah ini (Roestam Syarief, 2005).

1.3 Tahap Perencanaan Pembangunan Jalan

Tahap perencanaan pembangunan jalan merupakan fase awal dalam pengembangan infrastruktur transportasi, bertujuan untuk membuat jaringan jalan yang dapat memenuhi kebutuhan lalu lintas di masa mendatang. Langkah pertama dalam tahap ini adalah merencanakan pengembangan jaringan jalan dengan memperbaiki rute-rute yang telah ada dan membuka rute-rute baru sesuai dengan kebutuhan wilayah. Tujuan utama dari proses ini adalah memastikan bahwa infrastruktur jalan dapat mengakomodasi peningkatan jumlah kendaraan sekaligus mendukung pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut. Perencanaan ini juga melibatkan penentuan prioritas pengembangan jaringan berdasarkan tingkat urgensi dan kebutuhan strategis, seperti meningkatkan akses ke pusat-pusat ekonomi atau menghubungkan daerah-daerah terpencil yang memerlukan infrastruktur yang lebih baik. Oleh karena itu, evaluasi teknis terhadap ruas jalan yang akan dikembangkan sangat penting, termasuk mempertimbangkan kondisi tanah, volume lalu lintas yang diperkirakan, serta potensi dampak terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar.

Pembukaan jalan baru di suatu daerah terkadang menimbulkan berbagai permasalahan yang kompleks. Namun perlu dibangun jalan akses baru terutama di daerah tertinggal untuk memperluas wilayah. Pasalnya, pembukaan akses jalan baru terbukti membantu meningkatkan perekonomian masyarakat di kawasan tersebut. Pada akhirnya, kita harus mengeluarkan investasi yang lebih besar untuk mengatasi masalah ini (Roestam Syarief, 2005).

1.4 Tahap Perancangan Detail

Tahap perancangan detail merupakan langkah penting dalam proses pembangunan jalan, di mana semua elemen yang telah direncanakan sebelumnya diuraikan secara rinci. Informasi yang dikumpulkan dari tahap perencanaan, seperti hasil survei dan

analisis kondisi lapangan, digunakan untuk menyusun perancangan fisik dari proyek pembangunan jalan. Pada tahap ini, kegiatan utama mencakup pengukuran dan pemetaan lokasi rute yang telah dipilih, serta survei lapangan untuk mengidentifikasi kondisi tanah, daerah yang berisiko bencana, dan sumber bahan konstruksi yang tersedia.

Desain geometrik jalan juga dirancang dalam tahap ini, meliputi aspek-aspek seperti lebar jalan, jalur lalu lintas, serta perencanaan garis lengkung horizontal dan vertikal. Perancangan ini dilakukan dengan memperhatikan aspek keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi lalu lintas, sehingga jalan yang dibangun dapat berfungsi optimal dan sesuai standar. Selain itu, perencanaan drainase yang baik menjadi bagian integral dari desain detail, untuk mencegah terjadinya genangan air yang berpotensi merusak struktur jalan.

Beberapa elemen penting lainnya yang turut direncanakan dalam tahap perancangan detail ini meliputi:

1. Pengukuran dan Pemetaan Lokasi

Pengukuran dan pemetaan lokasi merupakan salah satu tahap dalam proyek pembangunan jalan yang bertujuan untuk mengumpulkan data detail mengenai kondisi fisik area konstruksi. Proses ini mencakup pengambilan data topografi, elevasi, dan kemiringan tanah di sepanjang rute yang telah dipilih, untuk memastikan bahwa lokasi tersebut sesuai dengan rencana desain. Hasil pengukuran ini kemudian divisualisasikan melalui pemetaan, yang mencakup fitur-fitur fisik seperti sungai, bukit, serta kondisi geologis dan tanah di sekitar lokasi. Informasi ini sangat penting untuk mengantisipasi masalah di lapangan dan memastikan proyek dapat berjalan dengan lancar, aman, dan sesuai dengan rencana awal. Survei lapangan, termasuk identifikasi daerah-daerah yang berisiko geologis (seperti area labil atau rawan tanah longsor) dan kondisi lingkungan di sekitar jalur jalan, serta lokasi sumber bahan konstruksi.

2. Desain Geometrik Jalan

Ketentuan teknis geometrik jalan meliputi alinyemen horizontal, alinyemen vertikal, dan penampang melintang, yang semuanya dirancang untuk memastikan bahwa jalan

memiliki struktur yang aman dan efisien dalam mengakomodasi lalu lintas. Prosedur desain geometrik dimulai dengan perencanaan alinyemen horizontal, yang mengatur tikungan atau kurva untuk kenyamanan berkendara, dilanjutkan dengan alinyemen vertikal yang mencakup perencanaan kemiringan jalan, serta penampang melintang yang memastikan jalan memiliki lebar jalur, bahu jalan, dan sistem drainase yang memadai. Koordinasi antara alinyemen horizontal dan vertikal juga sangat penting untuk menjaga keseimbangan dan kelancaran pergerakan kendaraan di sepanjang jalan.

3. Perhitungan Tebal Perkerasan

Perhitungan tebal perkerasan adalah proses penting dalam desain jalan yang bertujuan untuk memastikan bahwa lapisan jalan memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban lalu lintas yang akan melewati jalan tersebut. Proses ini melibatkan analisis terhadap berbagai faktor, termasuk volume dan jenis kendaraan yang akan menggunakan jalan, jenis tanah dasar, serta kondisi lingkungan seperti cuaca dan kelembapan. Dengan perhitungan yang tepat, tebal lapisan perkerasan dapat disesuaikan agar jalan tidak mudah rusak atau berlubang akibat beban kendaraan berat dan intensitas lalu lintas yang tinggi. Perhitungan ini juga memastikan bahwa jalan memiliki umur pakai yang sesuai dengan perencanaan, sehingga biaya pemeliharaan dapat diminimalkan dalam jangka panjang.

4. Perencanaan Drainase

Tahap perencanaan drainase dimulai dengan pengumpulan data hidrologi, seperti curah hujan maksimum dari stasiun penakar terdekat, peta tata guna lahan, sistem drainase, dan peta topografi. Selanjutnya, dilakukan analisis hidrologi untuk menentukan curah hujan rencana, menghitung koefisien pengaliran, dan debit rencana. Tahap berikutnya adalah analisis hidraulika untuk merencanakan sistem drainase, kapasitas saluran, serta fasilitas drainase tambahan seperti gorong-gorong. Hasil dari perencanaan ini

adalah dimensi saluran drainase yang dirancang untuk menampung debit limpasan secara efektif.

5. Perencanaan Fasilitas Tambahan

Perencanaan fasilitas tambahan dalam pembangunan jalan mencakup berbagai elemen yang penting untuk menunjang keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. Fasilitas ini meliputi rambu lalu lintas yang memberikan petunjuk dan peringatan kepada pengendara, marka jalan untuk memastikan kelancaran alur lalu lintas dan pembagian jalur yang jelas.

6. Perencanaan Galian dan Timbunan

Dalam perencanaan pembangunan jalan, perencanaan galian dan timbunan bertujuan untuk menyesuaikan ketinggian atau bentuk permukaan tanah sesuai dengan desain jalan agar jalan yang dibangun memiliki kestabilan yang optimal.

7. Penentuan Metode Pelaksanaan dan Time Scedule

Penentuan metode pelaksanaan dan jadwal waktu (time schedule) penting untuk memastikan proyek konstruksi jalan berjalan lancar dan tepat waktu. Metode pelaksanaan mencakup cara terbaik untuk melaksanakan pekerjaan, seperti memilih metode dan urutan kerja yang efisien. Sementara itu, time schedule adalah perencanaan penjadwalan untuk setiap tahap proyek, dari awal hingga selesai. Penjadwalan ini membantu memastikan semua pekerjaan selesai tepat waktu dan meminimalkan risiko keterlambatan atau masalah lain selama pembangunan. Dengan perencanaan yang baik, proyek dapat diselesaikan dengan efisien dan sesuai anggaran.

8. Penghitungan Volume Pekerjaan dan Biaya Konstruksi

Penghitungan volume pekerjaan dan biaya konstruksi adalah proses untuk menentukan jumlah pekerjaan yang harus dilakukan, seperti panjang jalan yang akan dibangun atau bahan yang diperlukan. Setelah itu, dibuat estimasi biaya yang mencakup semua kebutuhan, seperti bahan, tenaga kerja, dan alat. Hal ini penting untuk memastikan proyek dapat diselesaikan sesuai anggaran.

9. Persiapan Dokumen Penawaran

Persiapan dokumen penawaran adalah langkah untuk menyiapkan semua informasi yang dibutuhkan untuk proses tender atau lelang proyek. Dokumen ini mencakup rincian tentang pekerjaan yang harus dilakukan, seperti desain, jadwal, dan perkiraan biaya. Dokumen ini akan diajukan kepada calon kontraktor untuk memilih yang terbaik dalam mengerjakan proyek. Penyusunan dokumen yang lengkap dan jelas penting agar proses pengadaan berjalan dengan baik dan sesuai aturan.

Dengan demikian, tahap perancangan detail mencakup semua aspek teknis dan desain yang diperlukan untuk memastikan bahwa perencanaan dapat diimplementasikan dengan baik di lapangan. Perancangan yang matang memastikan proyek berjalan sesuai rencana, tepat waktu, dan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan, tanpa kendala teknis maupun biaya yang tak terduga.

1.5 Tahap Konstruksi

Konstruksi adalah tahap pelaksanaan perencanaan di lokasi, yang mana bila diperlukan dapat dilakukan perubahan terhadap hasil desain yang dilaksanakan. Setelah tahap konstruksi selesai, kegiatan pemeliharaan harus dilakukan, termasuk pemeliharaan dan pemantauan secara berkala dan rutin (Achmad Zultan Mansur, 2017).

Tahap konstruksi merupakan fase pelaksanaan dari seluruh perencanaan yang telah direncanakan sebelumnya. Pada tahap ini, semua rencana desain, mulai dari perencanaan geometrik, struktur perkerasan hingga bangunan pelengkap jalan, dilaksanakan sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan. Namun, dalam beberapa kasus, perubahan desain dapat dilakukan jika kondisi lapangan tidak sesuai dengan perencanaan awal atau terdapat kendala teknis yang memerlukan penyesuaian. Penyesuaian ini terjadi agar pembangunan tetap berjalan lancar dan dapat disesuaikan dengan kondisi nyata di lapangan tanpa mengurangi kualitas dan fungsi jalan.

1.6 Tahap Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan jalan adalah kegiatan yang mencakup pemeliharaan dan perbaikan yang direncanakan untuk menjaga kondisi jalan agar tetap berfungsi secara optimal dalam melayani lalu lintas selama umur perencanaan jalan yang telah ditentukan (Admindpuk, 2014). Kegiatan pemeliharaan ini bertujuan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut pada jalan, memastikan keselamatan pengguna, serta memperpanjang umur jalan tanpa memerlukan perbaikan besar yang memakan biaya tinggi. Pemeliharaan yang baik dan tepat waktu akan menjaga kualitas jalan, mengurangi biaya operasional, dan mempertahankan efisiensi transportasi di wilayah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Admindpuk, 2014. Peran Masyarakat Dalam Penyelenggaraan Jalan. Kulon Progo: Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman.
- KemenPUPR. 2021. Pedoman Desain Geometrik Jalan. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Mansur, Achmad Zultan. 2017. Tahapan Pembangunan Jalan yang Biasa Dilakukan di Indonesia. Scribd.21
- Sukirman, Silvia. 2010. Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. Cetakan pertama, Februari. Bandung: Penerbit NOVA
- Syarief, Roestam. 2005. Pembangunan Jalan Harus Perhatikan Tata Ruang. Gorontalo: Biro Komunikasi Publik Kementerian PUPR
- Undang-Undang Nomor 2 Tahun. 2022 tentang Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan. Jakarta: Direktorat Utama Pembinaan dan Pengembangan Hukum, Badan Pemeriksa Keuangan.

BAB 2

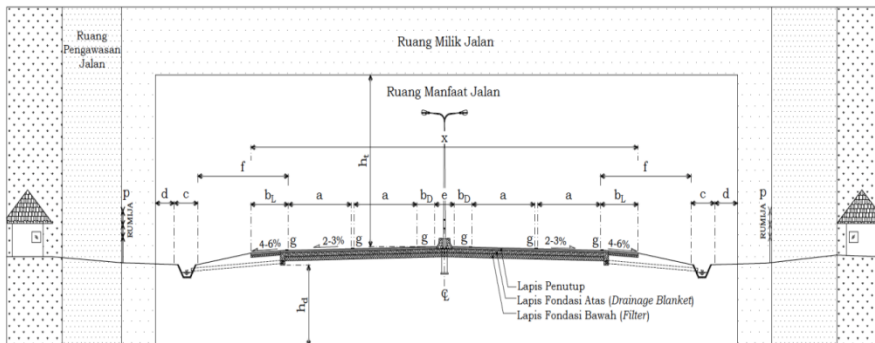
PENAMPANG MELINTANG JALAN

Oleh Firman Hasiholan

2.1 Pendahuluan

Jalan merupakan salah satu bangunan infrastruktur yang berfungsi untuk konektivitas nasional serta perpindahan logistik barang dan manusia dari suatu lokasi ke lokasi yang lain. Dalam perencanaan geometrik jalan, penampang melintang jalan mempunyai peranan penting bagi keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan pada saat melintasi jalan.

Perencanaan dimensi penampang melintang jalan ditetapkan berdasarkan lokasi jalan (Sistem Jaringan Jalan (SJJ) Primer - di luar kota atau Sistem Jaringan Jalan (SJJ) Sekunder - di dalam kota), kelas penggunaan jalan, fungsi jalan, rata-rata volume lalu lintas harian (LHRT), Spesifikasi penyediaan jalan, jenis kendaraan yang akan dilalui, kondisi lingkungan, ketersediaan angkutan umum, pembangunan atau peningkatan jalan, serta ketersediaan bahan untuk pembangunan jalan. Penampang melintang jalan merupakan representasi potongan melintang dari struktur serta bagian-bagian dari sebuah jalan. Penampang melintang jalan terdiri atas badan jalan (jalur lalu lintas dan bahu jalan), selokan samping, *verge* (jika ada), lereng (jika ada), dan ambang pengaman. Tipikal penampang melintang jalan terbagi menjadi Ruang Manfaat Jalan (Rumaja), Ruang Milik Jalan (Rumija) dan Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja). Untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada Gambar 2.1. (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021).



Legenda :

Notasi	Keterangan	Notasi	Keterangan
a	Lebar Jalur Lalu Lintas	f	Ruang Bebas
b _L	Lebar Bahu Luar	g	Marka
b _D	Lebar Bahu Dalam	h _t	Tinggi Ruang Manfaat Jalan
c	Lebar Sahuran Tepi Jalan	h _d	Kedalaman Ruang Manfaat Jalan
d	Lebar Ambang Pengaman	p	Pagar Jalan
e	Lebar Bagian Median Yang Ditinggikan	x	Lebar Badan Jalan

Gambar 2.1. Tipikal Penampang Melintang dan Ruang Jalan Raya 4/2-T, Untuk Median Bangunan Ditinggikan

(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023)

2.2 Ruang Manfaat Jalan

Ruang manfaat jalan (Rumaja) adalah tempat sepanjang jalan yang terdiri atas seluruh badan jalan, saluran tepi jalan, talud, serta ambang batas pengaman jalan yang ditetapkan, dibatasi oleh ketinggian dan kedalaman tertentu dari permukaan jalan. Ketinggian Rumaja (h_t) minimum 5,1m di atas permukaan jalur tertinggi. Kedalaman Rumaja (h_d) minimum 1,5m di bawah permukaan jalur terendah. Untuk ruang jalan pada jalan layang, kedalaman ruang bebas minimumnya 1,5m dari ujung terbawah fondasi atau kaki tiang jembatan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021).

Lebar Rumaja ditentukan berdasarkan sistem jaringan jalan, kelas jalan, fungsi jalan, spesifikasi penyediaan prasarana jalan serta tipe jalan yang disajikan pada Tabel 2.1.

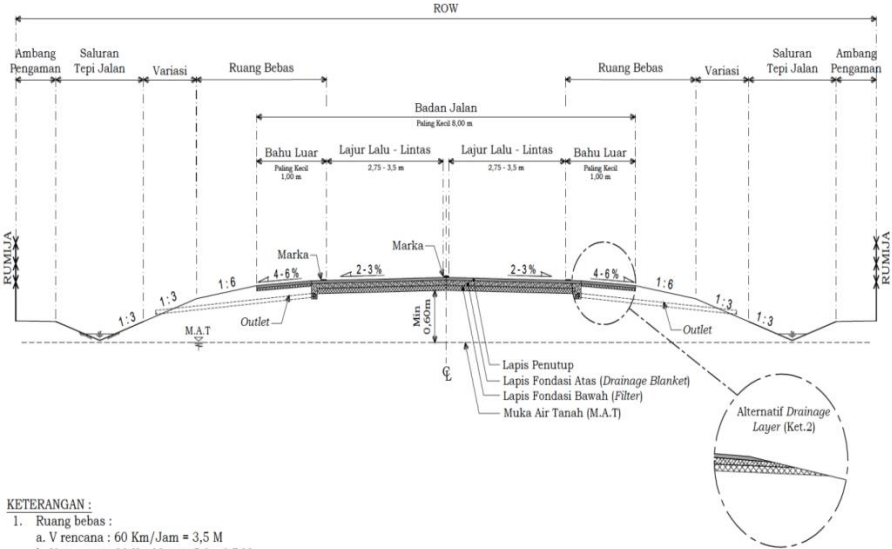
Tabel 2.1. Lebar ruang manfaat jalan minimal (m)

SJJ	Fungsi	Kelas	Spesifikasi Prasarana	Tipe	Lebar Rumaja minimal (m)
Primer	Arteri, Kolektor	I, II, III, Khusus	Jalan Raya (JLR)	8/2-T	34,00
				6/2-T	27,00
				4/2-T	20,00
	Lokal	III			16,00
	Arteri, Kolektor	I, II, III, Khusus	Jalan Sedang (JSD)	2/2-TT	11,00
	Lokal	II - III	Jalan Sedang (JSD)	2/2-TT	10,00
	Lokal, Lingkungan	III	Jalan Kecil (JKC)	2/2-TT	9,00
				1/2-TT	7,00
Sekunder	Arteri, Kolektor, Lokal	I, II, III, Khusus	Jalan Raya (JLR)	8/2-T	34,00
				6/2-T	27,00
				4/2-T	19,00
	Lokal	II - III			16,00
	Arteri, Kolektor	I, II, III, Khusus	Jalan Sedang (JSD)	4/2-TT	18,50
				2/2-TT	11,00
	Lokal	II - III			10,00
	Lokal, Lingkungan	III	Jalan Kecil (JKC)	2/2-TT	7,00

Keterangan : 4/2-T (4/2 Terbagi – dengan median); 2/2-TT (2/2 Tak Terbagi – tanpa median)

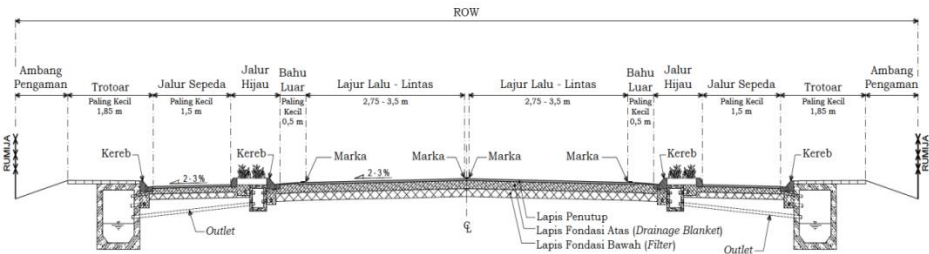
Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023

Untuk lebih mengilustrasikan penjelasan Rumaja di atas dapat dilihat berdasarkan konfigurasi potongan melintang jalan pada Gambar 2.2 – Gambar 2.7.

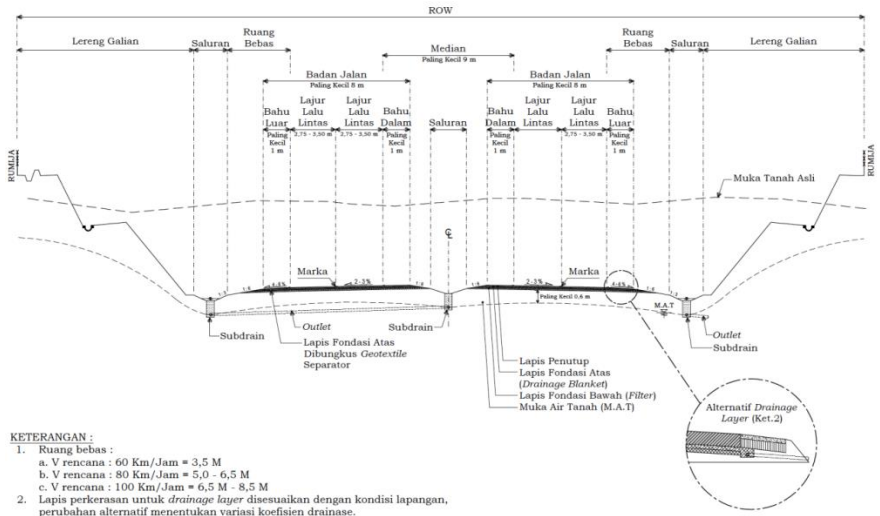


- KETERANGAN :**
- Ruang bebas :
 - V rencana : 60 Km/Jam = 3,5 M
 - V rencana : 80 Km/Jam = 5,0 - 6,5 M
 - Lapis perkerasan untuk *drainage layer* disesuaikan dengan kondisi lapangan, perubahan alternatif menentukan variasi koefisien drainase.

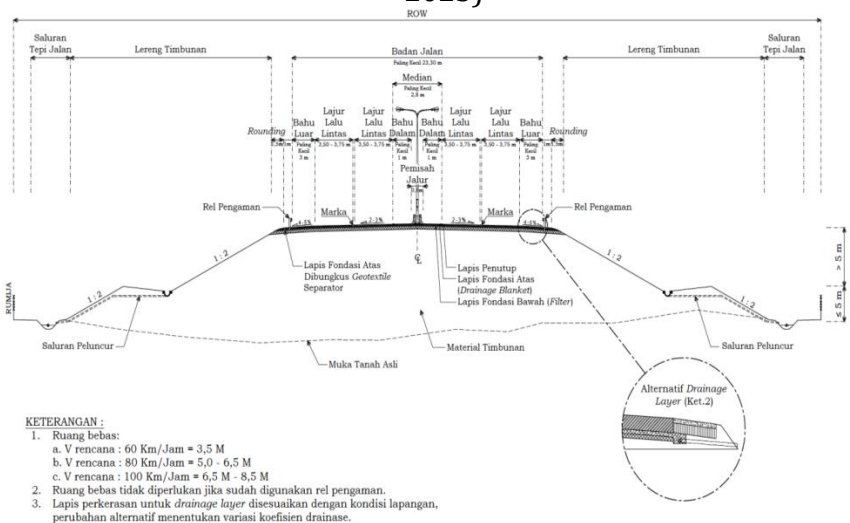
Gambar 2.2. Ilustrasi Konfigurasi Penampang (SJJ Primer, Jalan Sedang, 2/2-TT)
(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023)



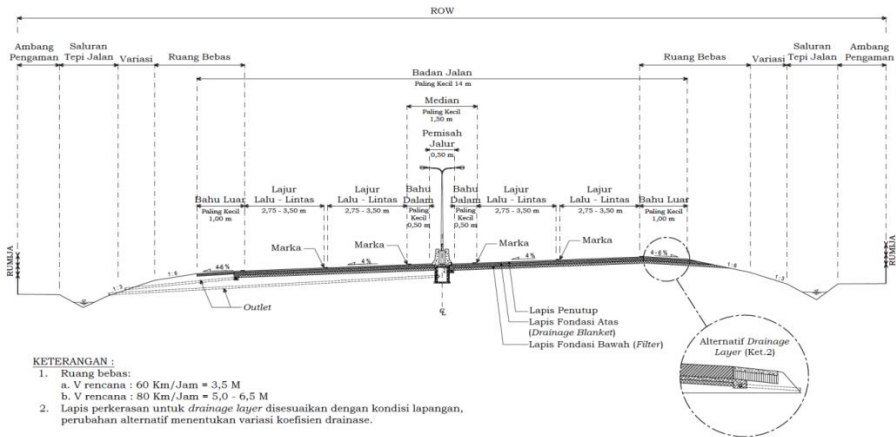
Gambar 2.3. Ilustrasi Konfigurasi Penampang (SJJ Sekunder, JSD, 2/2-TT)
(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023)



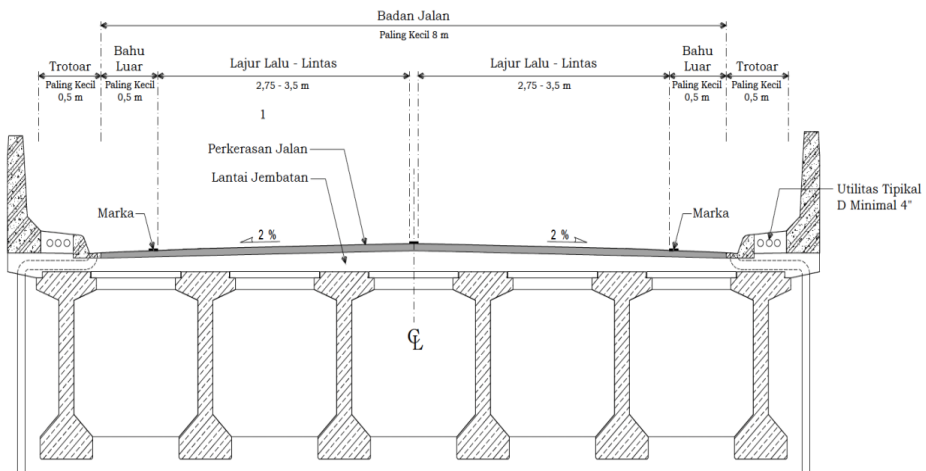
Gambar 2.4. Ilustrasi Konfigurasi Penampang (SJJ Primer, JLR, 4/2-T, Dengan Median Bangunan Diredhakan)
(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023)



Gambar 2.5 Ilustrasi Konfigurasi Penampang (JBH, Jalan Antar Kota, 4/2-T, Dengan Median Bangunan Ditinggikan)
(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023)



Gambar 2.6. Ilustrasi Konfigurasi Penampang (SJJ Primer, JLR, 4/2-T, Pada Daerah Tikungan)
(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023)



Gambar 2.7 Ilustrasi Konfigurasi Penampang (SJJ Primer, JSD, 2/2-TT, Di Jembatan)
(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023)

2.2.1 Jalur Lalu Lintas

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023 dan Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021 jalur lalu

lintas merupakan suatu komponen jalan yang diperkeras serta diperpanjang, dengan atau tanpa marka jalan, yang lebarnya cukup untuk dilalui oleh satu atau lebih kendaraan bermotor roda empat. Jalur lalu lintas ini haruslah direncanakan agar mampu meladeni arus lalu lintas yang dipresentasikan oleh LHRT tahun berjalan agar masa layannya sesuai dengan umur rencananya (dua puluh tahun). Bangunan pelengkap jalan yang berupa jembatan, lintas bawah, lintas atas, jalan layang ataupun terowongan, juga berfungsi sebagai jalur lalu lintas, di mana bangunan tersebut dilapisi perkerasan jalan (baik perkerasan fleksibel/kaku) dan diperuntukkan bagi kendaraan.

Jalur lalu lintas digunakan oleh semua kendaraan dan dapat juga difasilitasi dengan jalur khusus sepeda motor, jalur sepeda, dan jalur angkutan umum. Jalur lalu lintas merupakan elemen dari Jalan yang dimanfaatkan untuk lalu lintas kendaraan dan terdiri atas minimal 1 (satu) lajur lalu lintas, baik 1 (satu) arah maupun 2 (dua) arah yang berlawanan arah. Jalur ditandai dengan marka tepi yang ditempatkan di luar lebar jalur. Untuk jalur lalu lintas yang lebarnya sampai dengan 4,5m (Jalan 2/2-TT), digunakan marka tepi dan marka garis pemisah arah sebagai batas jalur lalu lintas pada kedua sisinya, sedangkan untuk jalur lalu lintas yang lebarnya antara 3,5m sampai dengan 4,0m hanya digunakan bagian pinggir saja. Tidak ada tanda garis atau tanda garis pemisah arah.

Pada jalan arteri primer, kecepatan maksimum dibatasi sebesar 60 km/jam (jalur tanpa median) dan maksimum 80 km/jam untuk kendaraan bermotor (roda 4 atau lebih) (jalur dengan jumlah lajur ≥ 2 (dua) lajur per arah). Pada jalan arteri sekunder, kecepatan maksimum dibatasi 60 km/jam (jalur tanpa median) dan 50 km/jam untuk kendaraan bermotor (roda 4 atau lebih) (jalur dengan jumlah lajur ≥ 2 (dua) lajur per arah) serta 40 km/jam untuk sepeda motor. Pada jalan kolektor primer, kecepatan maksimum dibatasi sebesar 50km/jam (jalur tanpa median) dan 80km/jam untuk kendaraan bermotor (roda 4 atau lebih) (jalur dengan jumlah lajur ≥ 2 (dua) lajur per arah). Pada jalan kolektor sekunder, kecepatan maksimum dibatasi sebesar 50km/jam (jalur tanpa median) serta 40km/jam untuk sepeda motor. Pada jalan kolektor sekunder, kecepatan maksimum dibatasi sebesar 50

km/jam (jalur tanpa median) serta 40 km/jam untuk sepeda motor (Kementerian Perhubungan, 2023).

Pada jalan yang lurus, permukaan jalur harus memiliki kemiringan melintang yang normal untuk mengarahkan air mengalir ke drainase jalan. Umumnya kemiringan melintang ini, setiap jalur lalu lintas menjauhi median dengan profil kemiringan searah. Lebar jalur lalu lintas dan kemiringan normal perkerasan jalan didasarkan pada persyaratan Teknis Jalan disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Lebar jalur lalu lintas (m)

SJJ (Fungsi)	Kelas	Spesifikasi Prasarana	Tipe	Lebar Jalur Lalu Lintas Minimal (m)	Kemiringan Normal Perkerasan Jalan (%)
Primer (Arteri, Kolektor)	I, II, III, Khusus	Jalan Raya (JLR)	8/2-T	2 x 14,00	2,00 – 3,00
			6/2-T	2 x 10,50	2,00 – 3,00
			4/2-T	2 x 7,00	2,00 – 3,00
Primer (Lokal)	III			2 x 5,50	2,00 – 3,00
Primer (Arteri, Kolektor)	I, II, III, Khusus	Jalan Sedang (JSD)	2/2-TT	6,50	2,00 – 3,00
Primer (Lokal)	II - III	Jalan Sedang (JSD)	2/2-TT	5,50	2,00 – 3,00
Primer (Lokal, Lingkungan)	III	Jalan Kecil (JKC)	2/2-TT	4,50	2,00 – 4,00
			1/2-TT	3,50	2,00 – 4,00
Sekunder (Arteri, Kolektor, Lokal)	I, II, III, Khusus	Jalan Raya (JLR)	8/2-T	2 x 14,00	2,00 – 4,00
			6/2-T	2 x 10,50	2,00 – 4,00
			4/2-T	2 x 6,50	2,00 – 4,00

SJJ (Fungsi)	Kelas	Spesifikasi Prasarana	Tipe	Lebar Jalur Lalu Lintas Minimal (m)	Kemiringan Normal Perkerasan Jalan (%)
Sekunder (Lokal)	II - III			2 x 5,50	2,00 – 4,00
Sekunder (Arteri, Kolektor)	I, II, III, Khusus	Jalan Sedang (JSD)	4/2-TT	14,00	2,00 – 4,00
			2/2-TT	6,50	2,00 – 4,00
Sekunder (Lokal)	II - III			5,50	2,00 – 4,00
Sekunder (Lokal, Lingkungan)	III	Jalan Kecil (JKC)	2/2-TT	3,50	2,00 – 4,00

Keterangan : 4/2-T (4/2 Terbagi – dengan median); 2/2-TT (2/2 Tak Terbagi – tanpa median)

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023

2.2.2 Bahu Jalan

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023 dan Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021, bahu jalan digunakan sebagai tempat berhenti sementara jika terjadi keadaan darurat. Bahu jalan adalah komponen Rumaja yang berbatasan dengan jalur lalu lintas, pendukung samping bagi perkerasan jalan serta segaris dengan perkerasan. Bahu jalan terletak pada kedua jalur lalu lintas. Pada jalan yang terdapat median, lebar bahu dalam dan luar dapat sama atau berbeda.

Fungsi struktural dari bahu bertujuan untuk memberikan dukungan lateral pada jalur lalu lintas. Fungsi lalu lintas bahu jalan, yaitu untuk menciptakan tempat bagi kendaraan yang kehilangan kendali agar mendapatkan kembali kendali, menciptakan tempat bagi kendaraan untuk berhenti pada permukaan jalan yang keras pada jarak yang aman dari lajunya, menciptakan ruang untuk kebutuhan kendaraan yang sedang dalam keadaan darurat, menjadi tempat bebas terhadap halangan lateral seperti rambu, meningkatkan jarak pandang untuk menjamin keselamatan jalan,

meningkatkan kapasitas jalan untuk mencapai kecepatan yang seragam, memberikan ruang bagi pengendara sepeda dalam situasi tertentu dan memungkinkan pengemudi mengendalikan kendaraan dengan lebih mudah dan tanpa stres dari pengemudi tersebut, akibat ruang terbuka yang tercipta dikarenakan bahu jalan yang lebar.

Bahu jalan harus memenuhi persyaratan teknis jalan, yaitu permukaan bahu jalan haruslah rata dengan permukaan lajur, diperkeras dengan aspal, beton ataupun hanya agregat saja yang memiliki kekuatan tidak boleh $\leq 10\%$ lalu lintas lajur rencana, atau sama dengan lalu lintas yang diperkirakan akan menggunakan bahu jalan (ambil yang terbesar) dan memanfaatkan kemiringan melintang untuk mengarahkan limpasan air hujan ke permukaan jalan. Lebar bahu jalan raya, 4/2-T dengan kecepatan rencana tinggi $> 60 \text{ km/jam}$, minimum 2,5m pada sisi kiri setiap jalur dan 1,0m pada setiap sisi mediannya. Pada jalan sedang 2/2-TT ke atas, kecepatan rencana tinggi $> 60 \text{ km/jam}$, lebar bahu jalan minimum 2,5m (lapisan berpenutup). Sementara itu, pada jalan sedang 2/2-TT atau lebih tinggi, kecepatan rencana rendah $< 60 \text{ km/jam}$, lebar bahu jalan minimum untuk jalan perkotaan adalah 1,5m (lapisan berpenutup) dan untuk bahu jalan antar kota adalah 1,0m (lapisan perkerasan tidak tertutup).

Kemiringan melintang bahu biasanya lebih curam dari kemiringan lajur untuk memudahkan drainase, yang di mana nilainya berdasarkan materialnya, tanah dan liat (5%-6%), kerikil atau batuan pecah, 60% dari kekuatan perkerasan jalur lalu lintas beraspal dan perkerasan penuh dengan lapisan beraspal (4%-5%), serta material beton (tergantung kemiringan melintang dari jalur).

2.2.3 Median Jalan

Median jalan merupakan komponen jalan yang diperuntukkan untuk memecahkan arus lalu lintas yang berlawanan dan bentuk bangunannya dapat dinaikkan atau diturunkan. Median jalan direncanakan untuk meningkatkan keselamatan dan operasional jalan, terkhususnya untuk jalan antarkota. Median yang bangunannya diturunkan agar dibuat cukup lebar untuk menampung saluran drainase yang terletak di bawah permukaan

tanah. Lebar median yang diturunkan minimal 9m (untuk fungsi drainase) dan minimal 15m (jika digunakan untuk mengendalikan kembali kendaraan yang tidak terkendali). Untuk median kurang dari 15m, perlu dibangun pagar pengaman untuk meminimalisir adanya kecelakaan di area tengah. Lebar median yang ditinggikan pada jalan raya arteri primer dan sekunder berkisar antara 1,50m hingga 2,00m (termasuk bahu dalam kanan dan kiri). Untuk informasi lebih lanjut mengenai median yang ditinggikan maupun diturunkan disajikan pada Gambar 2.4 - Gambar 2.6.

Fungsi dari median jalan, yaitu mengurangi konflik antar lalu lintas yang saling berlawanan arah, mencegah gerakan memutar dan berbelok secara tidak sah, melindungi kendaraan yang sedang memutar ke kanan dan menyeberang, sebagai tempat perlengkapan jalan dan perlengkapan pengatur lalu lintas, melindungi pejalan kaki yang melintasi dua jalur secara bersamaan, mengurangi silau dari lampu lalu lintas yang datang, menciptakan ruang untuk lansekap (seperti pohon, semak atau rumput), mengakomodasi respon terhadap beda tinggi antar dua jalur lalu lintas, menjadi area pemberhentian darurat pada jalan dengan tiga lajur atau lebih pada setiap jalurnya, menjadi dinding pengaman, menyediakan zona kendali bagi kendaraan yang tidak terkendali dan menyediakan ruang jalan untuk peningkatan (penambahan lajur) kedepannya (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021).

2.2.4 Verge

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021, *verge* menghubungkan bahu jalan ke lereng, menciptakan transisi yang mulus antara bahu jalan dan lereng, serta membantu mengendalikan kendaraan yang tidak terkendali. *Verge* juga berfungsi sebagai permukaan keras yang memungkinkan kendaraan berhenti pada jarak aman dari jalur perjalanan, sebagai penopang tepian susunan material perkerasan bahu jalan, tempat untuk memasang patok pengarah dan pagar pengaman jalan, serta mengurangi erosi akibat limpasan air hujan. Lebar minimum *verge* ditentukan berdasarkan fungsinya, minimum 1,0m (penopang bahu jalan dan penempatan patok pengarah jalan), antara 1,0m – 6,0m (bagian transisi antara bahu jalan dan lereng yang dapat dilewati),

serta minimum 1,5m (untuk memberi ruang bagi pemasangan pagar pengaman jalan). *Verge rounding* membantu menjaga kontak ban agar tetap terjaga dan mengurangi risiko terguling. Pada kemiringan melintang bahu jalan $\geq 5\%$, potongan melintang *verge* jalan harus dipantau agar pemeliharaan lebih sering dilakukan. Untuk lebih jelasnya pada bagian *verge*, lihat Gambar 2.5.

2.2.5 Lereng Jalan

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021, lereng jalan merupakan permukaan yang menghubungkan badan jalan atau bagian penampang melintang lainnya seperti *verge* maupun bahu jalan dengan tanah. Fungsi lereng jalan adalah sebagai zona pemulihan bagi kendaraan yang tidak terkendali, zona penggunaan lahan (lansekap) dan akses bagi kendaraan pemeliharaan jalan. Faktor dalam memilih kemiringan lereng, yaitu hasil dan rekomendasi penyelidikan geoteknik di sekitar kawasan, stabilitas, keamanan, kemiringan timbunan, biaya pemeliharaan di masa depan dengan mempertimbangkan masalah keselamatan dan kesehatan kerja, ketersediaan lebar ruwasja, dan kemungkinan pengembangan lahan (lansekap). Desain lereng pada umumnya disajikan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Desain tipikal kemiringan lereng

Kondisi Lereng	Galian		Timbunan	
	Dikehendaki	Maksimum	Dikehendaki	Maksimum
Lereng Tanah	1V : 3H	1V : 2H	1V : 6H	1V : 4H
Lereng Batuan	2V : 1H	4V : 1H	-	-
Median	1V : 10H	1V : 6H	1V : 10H	1V : 6H

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021

Pada lereng yang terletak di atas material yang tidak stabil atau lereng dengan ketinggian $\geq 10\text{m}$, sebaiknya digunakan konstruksi lereng berundak (tangga) agar lereng lebih stabil, meminimalkan erosi permukaan lereng dan kemungkinan jatuhnya batuan ke permukaan jalan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021).

2.2.6 Drainase

Drainase merupakan prasarana jalan yang menyalurkan air dari badan jalan ke saluran samping jalan dan kemudian ke bangunan tangkapan buatan (badan air). Drainase berupa saluran tepi jalan (saluran samping, saluran pengumpul dan saluran median) dan saluran bawah permukaan. Saluran samping terletak di sepanjang dasar jalan pada daerah datar dan mempunyai gorong-gorong yang menampung air dari badan jalan dan permukaan tanah atau sisi luar bahu jalan di daerah galian, dan membuangnya ke sungai. Saluran pengumpul biasanya ditempatkan pada bagian atas lereng penggalian untuk menyalurkan aliran air permukaan dan rembesan bawah tanah. Saluran median terdapat pada bangunan median diturunkan. Drainase bawah permukaan dimaksudkan untuk mengontrol kadar air perkerasan serta material di bawahnya. Hal ini dilakukan untuk membantu melindungi keawetan dan tingkat pelayanan perkerasan jalan.

2.3 Ruang Milik Jalan

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021 dan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023, ruang Milik Jalan adalah tempat sepanjang jalan yang dirancang untuk difungsikan pada masa yang akan datang, perluasan jalan dan penambahan lajur lalu lintas serta kebutuhan tempat untuk keselamatan jalan. Rumija digunakan untuk menciptakan lebih banyak ruang guna menjamin keselamatan pengguna jalan. Untuk utilitas yang terletak di Rumija, keberadaan utilitas janganlah menghalangi berfungsinya Rumija dan harus mendapat izin dari penyelenggara jalan (untuk jalan nasional – Direktorat Jenderal Bina Marga, untuk jalan provinsi ataupun jalan kabupaten/kota – Dinas Bina Marga terkait yang memiliki kewenangan atas jalan tersebut). Lebar ruang milik jalan minimum, untuk rekonstruksi jalan eksisting 7,00m dan jalan baru 11,00m.

2.4 Ruang Pengawasan Jalan

Ruang Pengawasan Jalan adalah tempat sepanjang jalan di luar ruang milik jalan, dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu dan

dirancang untuk memberikan pandangan bebas kepada pengemudi, menjamin konstruksi pembangunan jalan dan melindungi fungsi jalan. Ruwasja merupakan wilayah milik masyarakat yang diawasi dan dipandu oleh pembina jalan. Apabila lebar Rumija kurang, lebar ruwasja ditentukan dari tepi badan jalan minimal 15m (jalan arteri primer dan arteri sekunder), 10m (jalan kolektor primer), 7m (jalan lokal primer), 5m (jalan kolektor sekunder), 3m (jalan lokal sekunder) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021).

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021. Surat Edaran Nomor: 20/SE/Db/2021 Tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2023 Tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Perencanaan Teknik Jalan.
- Kementerian Perhubungan, 2023. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 111 Tahun 2015 Tentang Tata Cara Penetapan Batas Kecepatan.

BAB 3

STANDAR DAN PARAMETER GEOMETRIK JALAN

Oleh Muhammad Zacky Ardhyana

3.1 Pendahuluan

Perencanaan berdasarkan standar dan parameter geometrik jalan sangat krusial karena berpengaruh langsung pada keselamatan, efisiensi, dan kenyamanan pengguna jalan. Berikut beberapa alasan pentingnya perencanaan tersebut:

1. **Keselamatan:** Penerapan standar geometrik yang tepat dapat mengurangi risiko kecelakaan. Faktor seperti lebar jalur, radius tikungan, elevasi, dan tanda-tanda jalan yang jelas membantu pengemudi memahami kondisi jalan dengan cara yang lebih efektif, agar dapat mengambil keputusan yang lebih aman.
2. **Kenyamanan:** Parameter geometrik yang sesuai menjamin pengalaman berkendara yang lebih nyaman. Misalnya, kemiringan yang tepat dan pemilihan radius tikungan yang sesuai dapat mengurangi gesekan serta meningkatkan kenyamanan berkendara.
3. **Efisiensi:** Desain geometri jalan yang optimal turut mendukung efisiensi transportasi. Hal ini meliputi pertimbangan terhadap kecepatan, kemampuan akselerasi dan deselerasi kendaraan, serta ruang yang memadai untuk lalu lintas yang lancar. Dengan geometri yang dirancang secara tepat, kendaraan dapat bergerak lebih efisien, mengurangi kemacetan, dan mempercepat waktu tempuh.
4. **Penghematan Biaya:** Perencanaan yang teliti memungkinkan proyek pembangunan jalan dilaksanakan dengan lebih efisien, mengurangi risiko kebutuhan modifikasi atau perbaikan di masa depan yang dapat menambah biaya.

3.2 Konsep Dasar Perencanaan Geometrik Jalan

Pengertian jalan adalah sarana fisik atau rangkaian fasilitas pada seluruh aspek jalan, baik sarana penopang dan peralatan tambahan dengan tujuan peruntukkan kelancaran arus lalu-lalang. Namun, definisi ini tidak mencakup rel transportasi, lintasan kabel, dan jalur khusus untuk kendaraan berat. Semua segmen jalan tersebut saling terhubung membentuk suatu sistem jaringan.

3.2.1 Pengelompokkan jalan

Jaringan jalan ini dirancang untuk memfasilitasi perpindahan kendaraan dan barang yang berawal dari satu lokasi ke lokasi lainnya, baik dari titik awal menuju tujuan, maupun berdasarkan prinsip ekonomi dari wilayah produksi ke wilayah konsumsi. Perpindahan ini berlangsung melalui jalan-jalan yang terhubung, membentuk suatu sistem konektivitas. Agar pengelolaan jaringan jalan lebih efektif, jalan-jalan perlu diklasifikasikan berdasarkan hierarki masing-masing.

1. Jenis jalan menurut manfaatnya:

Berikut 4 pengelompokkan jalan menurut manfaatnya:

- a. Jalan Arteri, adalah jalur transportasi yang dirancang untuk Ekspedisi jarak jauh, dengan daya gerak rata-rata tinggi dan jalur akses yang dibatasi secara efisien.
- b. Jalan kolektor, berperan sebagai jalur penghubung dalam keperluan mengumpulkan atau mendistribusikan lalu lintas, melibatkan ciri trip jarak menengah, kecepatan pada level menengah, dan jalur masuk yang terbatas.
- c. Jalan lokal, berperan untuk memenuhi kebutuhan transportasi di area lokal dengan ciri khas trip jarak pendek, kecepatan minim, serta jalur akses yang tidak dibatasi.
- d. Jalan Lingkungan dirancang untuk mendukung transportasi di dalam wilayah tertentu dengan ciri perjalanan yang jaraknya pendek dan kecepatannya rendah.

2. Sistem jaringan jalan mempunyai dua bagian., diantaranya:
 - a. Jaringan Utama berperan dalam mengalokasikan produk dan jasa untuk mendukung perkembangan lingkungan secara regional. Sistem ini menyatukan berbagai poros distribusi.
 - b. Jaringan Sekunder merupakan rangkaian jalan dimana berperan dalam penyaluran produk dan jasa di area urban.
3. Pengelompokan jalan dilihat dari levelnya meliputi:
 - a. Jalan Nasional terdiri jalan yang disebut arteri atau rute utama yang menghubungkan daerah-daerah penting dan memungkinkan pergerakan cepat kendaraan dengan kapasitas besar yang menghubungkan daerah-daerah penting dan rute kolektor yaitu jalan yang berfungsi menyatukan lalu lintas dari lintasan daerah dan mengontrol ke arah rute jalan utama, sehingga membantu distribusi lalu lintas secara lebih efisien.
 - b. Jalan Propinsi Berfungsi sebagai jalan yang berfungsi sebagai jalur utama yang menghubungkan lokasi-lokasi penting dan mendukung pergerakan kendaraan dengan cepat serta menghubungkan kawasan provinsi dengan kawasan kota kabupaten/kota atau penghubung antar kota atau kabupaten dimana termasuk jalur strategis provinsi..
 - c. Jalan Kabupaten Berperan sebagai jalan penghubung antara ibukota kabupaten dengan wilayah kecamatan serta penghubung wilayah lokal serta jalan umum penghubung jalan.
 - d. Jalan Kota adalah jalan yang mengintegrasikan antara dsitrik perkotaan dengan wilayah perumahan serta area pelayanan.
 - e. Jalan Desa adalah penghubung wilayah perkampungan di wilayah desa dengan wilayah lingkungan.

4. Pengelompokkan Kelas Jalan

Klasifikasi jalan menurut kekhususan infrastruktur dibagi menjadi jalan umum, jalan khusus, jalan lingkungan, jalan tol dan jalan yang biasanya bersifat sementara atau disebut jalan rayap.. Merujuk kepada undang-undang Tahun 2009 No. 22 yang membahas Lalu Lintas serta transportasi jalan, berikut pembagian jalan umum:

- a. Jalan Kelas 1, mencakup jalan penghubung provinsi, jalan penghubung kota/kabupaten, yang bisa dilewati kendaraan bermesin berat dibawah 10000 kg..
- b. Jalan Kelas 2, mencakup jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang bisa dilewati alat transportasi bermesin dengan MST maksimal 8 ton dan lebar maksimal kendaraan lebih kecil dari 2500 mm.
- c. Jalan Kelas 3, mencakup jalan penghubung provinsi, jalan penghubung kota/kabupaten, jalan penghubung perkotaan, dan jalan penghubung antar wilayah lingkungan yang bisa dilewati alat transportasi bermesin total beban maksimal 8000 kg dan ukuran lebar kendaraan lebih kecil dari 2,1 m.
- d. Jalan Kelas Khusus, mencakup jalan penghubung antar provinsi yang bisa dilewati alat transportasi atau sarana angkut bermesin yang mempunyai beban lebih dari 10000 kg.

3.2.2 Pembahagian Jalan

1. Area manfaat jalan

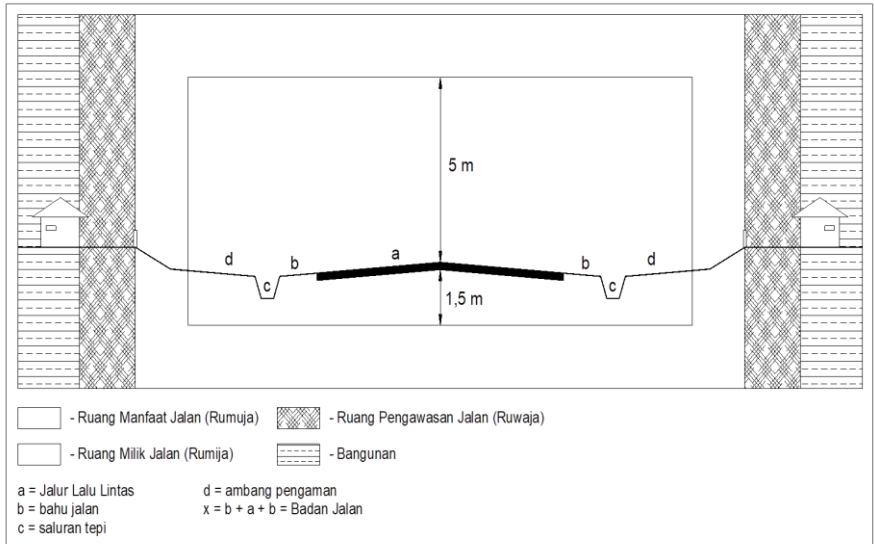
Ruang peruntukan jalan merujuk pada area yang termasuk bagian jalan utama, sisi jalan, serta bagian pengaman di sekitarnya.

2. Daerah milik jalan

Daerah milik jalan adalah area mencakup daerah manfaat jalan serta tambahan lahan di luar ruang tersebut yang menjadi bagian dari kepemilikan jalan.

3. Daerah pengawas jalan

Daerah pengawas jalan adalah area di daerah ruang milik jalan yang tetap berada pada pengawasan pihak pengelola jalan, sebagaimana disebutkan dalam ayat (1).



Gambar 3.1. Ruang milik jalan

3.2.3 Indikator Perencanaan Geometrik

1. Jens Kendaraan

Beragam jenis kendaraan yang menggunakan jalan raya memiliki variasi bentuk, ukuran, dan tenaga, yang umumnya dapat dikategorikan menjadi kendaraan bermotor dan non-bermotor. Kendaraan bermotor mencakup mobil penumpang, bus, truk barang, dan sebagainya. Untuk menyederhanakan perancangan geometrik jalan, diperlukan penetapan satu jenis kendaraan standar sebagai acuan dalam desain jalan. Kendaraan standar ini mewakili karakteristik seluruh jenis kendaraan saat perencana menetapkan aspek jalan seperti lebar lajur, radius tikungan, kemiringan, serta lebar median untuk putaran (U-Turn) bila diperlukan.

Ukuran standar untuk jenis kendaraan berpenumpang, truk/bus tunggal, dan trailer gandeng telah ditetapkan Bina

Marga melalui regulasi No. 007/BM/2009 dan oleh ASSHTO 2004.

Tabel 3.1. Parameter Kendaraan Rencana

Jenis Kendaraan	Panjang	Lebar	Tinggi	Depan Tergantung	Jarak Gandar	Belakang Tergantung	Radius Putar Min.
Kendaraan Penumpang	4,7	1,7	2,0	0,8	2,7	1,2	6,0
Truk/Bus tanpa Gandengan	12,0	2,5	4,5	1,5	6,5	4,0	12,0
Kombinasi	16,5	2,5	4,0	1,3	4,0 (depan) 9,0 (belakang)	2,2	12,0

Sumber: Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, Departemen PU, Ditjen Bina Marga, 1992

Kategori Kendaraan Rencana	Ukuran Kendaraan (cm)		Tonjolan (cm)		Radius Putar (cm)		Radius Tonjolan	
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min.		
Kendaraan Kecil	130	210	580	90	150	420	720	780
Kendaraan Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraan Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

Sumber: Tata Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Departemen PU, DITJEN Bina Marga, 1997

2. Volume lalu lintas

Kapasitas lalu lintas menunjukkan banyaknya kendaraan melewati tempat tertentu dalam jangka waktu spesifik, biasanya dinyatakan dalam satuan kendaraan per hari atau kendaraan per jam. Dalam konteks perencanaan volume geometrik jalan, jumlah ini perlu diukur dalam satuan mobil penumpang (smp) dengan mengkonversi setiap jenis kendaraan ke dalam nilai smp yang setara.

Volume lalu lintas dalam perencanaan geometrik jalan biasanya mencakup:

- a. Kapasitas Lalulintas Harian Rata-rata (LHR), Jumlah keseluruhan kendaraan dimana melewati satu tempat atau segmen jalan tertentu sepanjang periode pencatatan, dibagi dengan total jangka waktu pencatatan..
- b. Kapasitas Lalulintas Harian Rata-rata tahunan (LHRT) merupakan akumulasi total kendaraan yang melintas dalam setahun, dibagi dengan jumlah hari dalam 1 tahun.
- c. Kapasitas Lalu-lintas harian rencana (VLHR) yaitu Estimasi kapasitas lalu lintas per hari pada bagian jalan di masa depan, dihitung dari proyeksi LHR atau LHRT berdasarkan umur perencanaan dan tingkat perkembangan tumbuh kembang aktivitas transportasi.
- d. Kapasitas Jam Rencana (VJR) merupakan Estimasi Jumlah pengguna jalan dalam kurun waktu satu jam pada jam-jam padat pengguna di tahun waktu perencanaan, satuan perhitungan dalam smp/jam. VJR dikalkulasi dengan mengalikan kapasitas harian rencana dengan indikator konstanta K, yang mewakili faktor jam sibuk dan ditentukan oleh pengelola jalan sesuai fungsi jalan, volume lalu lintas, serta kondisi lingkungan.

Kapasitas jam rencana dapat dipahami seperti berikut:

- a. Merujuk pada kapasitas arus kendaraan dalam kurun waktu 60 menit yang diterapkan sebagai rujukan untuk perhitungan.
- b. Menunjukkan naik turunnya kapasitas pengguna lalu lintas per jam dalam sehari, dengan variasi antara 0 hingga 100% dari Lalu lintas harian.
- c. Rencana kapasitas pengguna jalan per jam sebaiknya tidak sering terjadi dalam distribusi volume per jam sepanjang tahun.

- d. Kelebihan jumlah pengguna lalu lintas dalam rentang waktu per jam perlu dibatasi, dengan maksimum sebesar 15% dari LHR.

3. *Speed*

Kecepatan ialah ukuran dalam mencapai suatu titik yang ditempuh oleh alat transportasi dalam durasi tertentu, Satuan kecepatan dalam kilometer per jam (km/jam). Jenis-jenis kecepatan kendaraan antara lain:

- a. Kecepatan rencana (*Design Speed*).
- b. Kecepatan Sesaat (*Spot Speed*).
- c. Kecepatan tempuh rata-rata (*Average Speed*).

Menurut Hobbs menyatakan pembagian kecepatan pada kendaraan (1979) , kecepatan pada kendaraan pembagiannya seperti berikut:

- a. Kecepatan Sesaat (*spot speed*), adalah ukuran kelajuan yang diukur terhadap satu titik dalam durasi yang sangat singkat.
- b. Kecepatan gerak, Kecepatan yang diperoleh dari pembagian jarak tempuh kendaraan dengan waktu yang dibutuhkan untuk bergerak.
- c. Kecepatan perjalanan, Kecepatan yang dihitung dengan membagi jarak total tempuh kendaraan dengan total waktu perjalanan, termasuk berbagai tundaan yang terjadi di sepanjang perjalanan.

4. *Jarak Pandang*

Pengertian jarak pandang yaitu panjang yang dibutuhkan bagi pengemudi untuk melihat hambatan atau rintangan di depan agar dapat bereaksi dengan aman dalam menghadapi potensi bahaya. Ketersediaan jarak pandang yang mencukupi sangat penting demi keamanan pengendara. Dengan jarak pandang yang optimal, pengemudi dapat mengendalikan kendaraannya dengan baik ketika menghadapi berbagai situasi di jalan, seperti lintasan pejalan kaki, rambu lalu lintas, persimpangan, tikungan, dan tanjakan.

Oleh karena itu, jarak pandang memengaruhi penentuan kecepatan yang aman. Jarak pandang, atau "*sight distance*," yaitu ukuran bagian jalan yang jelas dapat terlihat jelas oleh pengemudi dari tempat duduknya. Desainer jalan perlu memastikan jarak pandang yang cukup agar pengemudi dapat menjaga kendali dan menghindari insiden yang tidak diharapkan. Jarak pandang sangat dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu:

- a. Waktu PIEV, yang meliputi:
 - 1) *Perception time*, waktu yang dibutuhkan untuk mendeteksi rangsangan melalui pancaindra, seperti penglihatan, pendengaran, atau respons tubuh.
 - 2) *Itelection process*, adalah waktu yang diperlukan untuk memproses informasi atau membandingkannya dengan pengalaman sebelumnya setelah rangsangan terdeteksi.
 - 3) *Emotion process*, adalah waktu yang dihabiskan untuk merespons secara emosional setelah proses persepsi dan intelektual selesai.
 - 4) *Volition*, adalah durasi yang diperlukan untuk mengambil keputusan berdasarkan kalkulasi yang telah dibuat.
- b. Waktu yang dibutuhkan untuk menghindari situasi berbahaya.
- c. Kecepatan kendaraan.

Beberapa definisi dari Jarak pandang antara lain :

- a) Jarak Pandang untuk Henti (Jh)

Kebutuhan rentang ukuran untuk pengemudi mengurangi kecepatannya sampai dengan aman ketika mendeteksi munculnya hambatan di muka. Ketika merencanakan, besaran dari jarak pandang henti mempunyai nilai yang lebih tinggi dari nilai jarak henti terkecil. Jarak pandang Henti berisi komponen jarak Tanggap (Jht) serta jarak pengereman (Jhr).

(1) **Jarak Tanggap (Jht)** adalah rentang ukuran yang lalu kendaraan sejak penyeter mengetahui kemunculan hambatan hingga akhirnya

mengaktifkan pengereman (waktu PIEW). Besar nilai waktu tanggap dapat diambil 2,5 detik.

- (2) **Jarak Pengereman (Jhr)** merupakan kebutuhan panjang bagi pengemudi guna mengurangi kecepatan dan mengurangi laju kendaraan sampai kecepatan nol (berhenti)

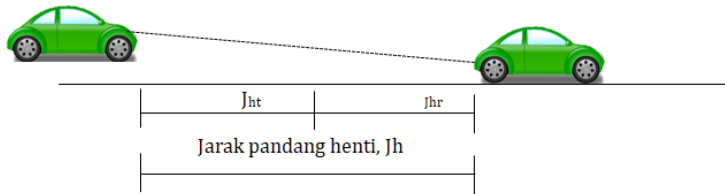
Jarak kebutuhan Henti (Jh) dapat dihitung dengan persamaan :

$$J_h = 0,695 V + 0,011471 V^2$$

Perencanaan pada lalu lintas perkotaan, kebutuhan dari batas pandang pengemudi untuk berhenti diperlihatkan di tabel 3.2 dibawah ini, jarak henti diambil dari AASHTO, Nina Marga serta RSNI.

Tabel 3.2. Kebutuhan batas pandang untuk berhenti bagi pengemudi

Kecepatan (Km/Jam)	AASHTO
20	20
30	35
40	50
50	65
60	85
70	105
80	130
90	160
100	185
110	220
120	



Gambar 3.2. Jarak pandang untuk berhenti

b) Jarak Aman Untuk Menyiap (J_s)

Merupakan kebutuhan Jarak pandang bagi pengemudi untuk menyiap kendaraan dalam kondisi aman dan penegemudi untuk bisa kembali ke jalur awal tanpa risiko kecelakaan. Pada pengukuran jarak pandang dipengaruhi oleh tinggi mata pengemudi serta tinggi penghalang, maka dari data tersebut dapat dibuatkan sketsa detail jarak pandang yang sesuai dari pedoman bina marga. Data ukur jarak pandang diperlihatkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Acuan jarak pandang

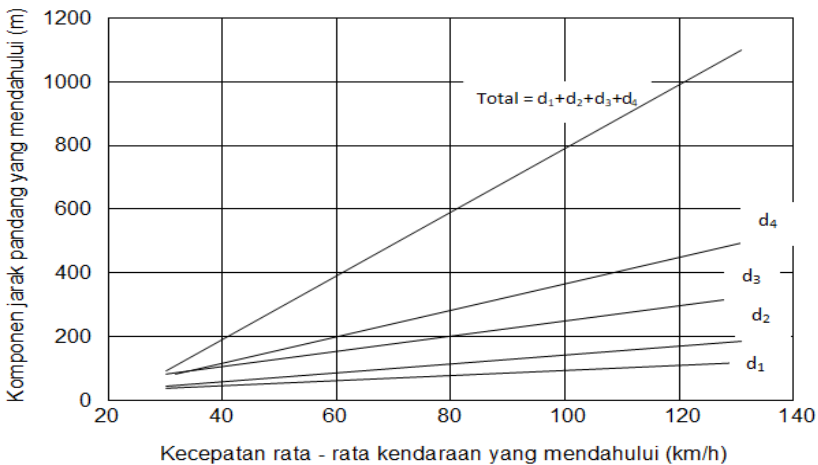
Jarak Pandangan	Level Mata Pengemudi, T (cm)	Level Penghalang, t (cm)	Draft
Jarak untuk henti (J_h)	105	15	
Jarak Pandang Menyiap (J_s)	105	105	

(1) Jumlah Kebutuhan Pengadaan Jarak Pandang Menyiap.

Berdasarkan Bina Marga tahun 1977, pada jalan kawasan luar kota, disarankan agar nimail paling kecil diambil sebesar 30% dari total panjang keseluruhan jalan memiliki jarak pandang untuk menyiap yang memadai.

(2) Jarak Pandang Pada Malam Hari.

Pada malam hari, jarak pandang menyiap dipengaruhi oleh intensitas cahaya, tinggi lampu utama, dan sifat pantulan benda di sekitar. Meskipun jarak pandang untuk henti tetap penting, jarak pandang untuk menyiap lebih sulit dijamin karena adanya cahaya dari lampu kendaraan yang yang berada didepan pengemudi.



Gambar 3.3. Ukuran jarak pandangan menyiap (sumber: AASHTO 2004)

Tabel 3.4. Ukuran Jarak pandangan bersiaga

Vr (Km/Jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Js(m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber: Bina Marga tahun 1997

3.3 Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan merujuk pada jumlah maksimum arus lalu lintas yang aktif bergerak secara berkelanjutan di suatu ruas jalan pada suatu kondisi, yang biasanya diukur menggunakan standar “mobil penumpang” per jam. Perbandingan kapasitas lalu lintas terhadap kapasitas jalan, atau dikenal sebagai *Rasio Volume/Kapasitas* (RVK), menunjukkan rasio antara Jumlah pengguna lalu lintas aktual dan kemampuan tampung jalan. Kapasitas perencanaan diperoleh dengan mengalikan kemampuan tampung jalan yang ideal dengan faktor-faktor kondisi jalan yang telah direncanakan (MKJI 1997). Berdasarkan Peraturan menteri PU No. 19/PRT/M/2011, penentuan nilai RVK berdasarkan peran utama jalan, adalah sebagai berikut:

1. $RVK \leq 0,85$ untuk jalan arteri dan jalan Kolektor.
2. $RVK \leq 0,90$ untuk jalan lokal dan jalan Lingkungan.

Dengan analisis RVK, dapat ditentukan kebutuhan seperti jumlah dan lebar lajur, lebar bahu jalan, serta kecepatan rencana minimum yang diinginkan untuk mencapai kenyamanan dan keselamatan berkendara.

3.3.1 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan jalan menggambarkan kualitas jalan dalam melayani lalu lintas, yang dapat diukur melalui beberapa faktor seperti:

1. *Level Of Service* (LOS) dipengaruhi oleh : ditentukan oleh kapasitas lalu lintas, volume jalan, dan laju kendaraan yang melintas.
2. Tingkat Pelayanan Jalan adalah keadaan yang mencerminkan kombinasi antara perbandingan volume terhadap kapasitas (V/C) dan kecepatan.

3.3.2 Kecepatan Rencana

Kecepatan desain adalah ukuran laju dari suatu alat transportasi yang menjadi dasar dalam data desain perancangan tata letak jalan. Ini adalah ukuran maksimum kecepatan pengemudi yang dapat dicapai kendaraan saat melintas dengan aman dan tanpa

hambatan. Kecepatan rencana disusun berdasarkan fungsi jalan dan terdiri atas keadaan lingkungan jalan seperti datar, berbukit dan pengunungan. Kecepatan rencana ditampilkan pada tabel 5.

Tabel 3.5. Kecepatan Rencana

Fungsi Jalan	Kecepatan Rencana, Km/jam		
	Datar	Perbukitan	Pengunungan
Jaringan Jalan Primer			
Jalan bebas hambatan	80 - 120	70 - 110	60 - 100
jalan raya	60 - 120	50 - 100	40 - 80
Jalan sedang	60 - 80	50 - 80	30 - 80
Jalan kecil	30 - 60	25 - 50	20 - 40
Jaringan Jalan Sekunder			
Jalan bebas hambatan	80 - 120		
Jalan Raya	40 - 100		
Jalan sedang	40 - 80		
Jalan lokal,lingkungan	30 -60		

Tabel 3.6. Kecepatan rencana jalan tol

Medan Jalan	Kecepatan rencana minimal (Km/jam)	
	Antar Kota	Perkotaan
Datar	120	80 - 100
Perbukitan	100	80
Pegunungan	80	60

Sumber: Standar BM No.007/BM/2009

Penentuan pada Kecepatan rencana kendaraan juga dipengaruhi oleh Lingkungan jalan seperti :

1. Kondisi daerah jalan Datar

Pada medan datar, kecepatan dari sebuah truk nyaris mengimbangi laju dari angkutan penumpang.

2. Daerah Perbukitan

Di daerah berbukit, laju kendaraan dari sebuah truk mulai agak pelan dari kendaraan pribadi namun kondisinya tidak pada kondisi merayap atau mengalami kemacetan. kendaraan penumpang relatif lebih mudah bermanuver bila ingin melewati sebuah truk.

3. Kondisi Area Pegunungan

Di medan pegunungan, kecepatan dari sebuah truk menjadi sangat lambat dibandingkan mobil penumpang, hampir merangkak, sehingga menyulitkan manuver mobil penumpang yang ingin mendahului.

Perubahan kecepatan rencana sepanjang jalur diharapkan jangan terlalu signifikan dan harus dihindari perubahannya untuk daerah dengan jarak yang lebih dekat. Perbedaan kecepatan sebesar 10 km/jam masih dapat dipertimbangkan karena dapat memberikan pengaruh yang cukup signifikan pada desain geometrik jalan.

3.3.3 Gaya Yang Bekerja Dan Jarak Pandang

Gaya yang timbul pada saat di tikungan jalan :

$$F = m \cdot a$$

$$F = (G \cdot V^2) / (g \cdot R)$$

Dimana,

F : Gaya Sentrifugal.

m : Masa kendaraan.

A : Percepatan Sentrifugal.

G : Berat Kendaraan.

g : Gaya Gravitasi.

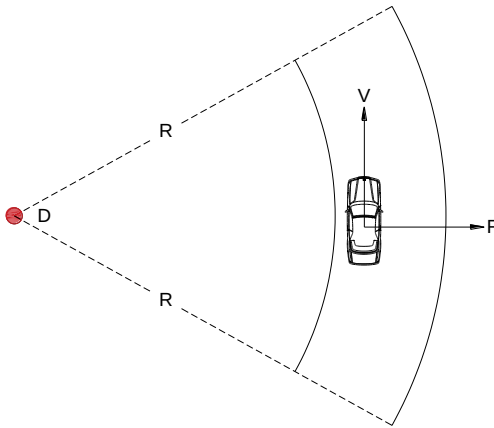
V : Kecepatan Kendaraan.

R : Jari-jari tikungan.

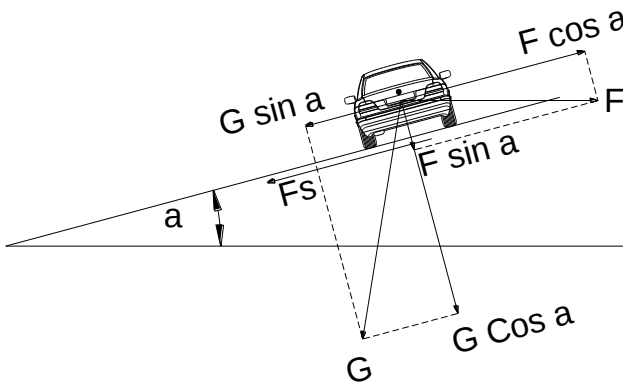
Gaya yang menyeimbangkan Gaya sentrifugal adalah :

1. Gaya gesekan melintang roda (Ban) kendaraan yang sangat dipengaruhi oleh koefisien gesek ($= f$)
2. Superelevasi atau kemiringan melintang jalan ($= e$)

Gambar 3.4 dan gambar 3.5 adalah detail gambar yang menunjukkan keadaan pada saat kendaraan berada di tikungan



Gambar 3.4. Gaya-gaya yang bekerja pada tikungan



Gambar 3.5. Gaya yang bekerja di tikungan

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO 2004, A POLICY on Geometric Design of Highways and Streets

Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan oleh Silvia Sukirman

Perancangan Geometrik Jalan oleh suwardo dan Iman Haryanto

Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan antar kota No. 038/T/Bm/1997

BAB 4

KONSEP PERENCANAAN TIKUNGAN

Oleh Saleh

4.1 Pengantar

4.1.1 Definisi Tikungan

Tikungan adalah bagian dari lintasan jalan yang mengalami perubahan arah atau kelengkungan dari jalur lurus. Dalam perancangan geometrik jalan, tikungan tidak hanya berfungsi untuk mengakomodasi perubahan arah kendaraan, tetapi juga memiliki dampak signifikan terhadap keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi perjalanan. Desain tikungan jalan harus mempertimbangkan berbagai faktor, seperti kecepatan kendaraan, radius tikungan, dan elevasi permukaan jalan. Ketiga faktor ini saling berinteraksi untuk menciptakan kondisi berkendara yang aman dan nyaman (Wright, P. H., & Dixon 2003). Desain tikungan yang tidak memadai dapat berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan, terutama pada kecepatan tinggi. Oleh karena itu, perencanaan geometrik yang cermat sangat penting untuk memastikan bahwa tikungan dirancang dengan baik agar dapat mengurangi risiko tersebut serta meningkatkan efisiensi lalu lintas.

4.1.2 Tujuan Desain Tikungan

Pada perancangan geometrik jalan, tikungan didesain dengan tujuan utama yaitu kenyamanan, keselamatan, dan efisiensi.

1. Kenyamanan

Kenyamanan pengendara adalah salah satu tujuan utama dalam desain tikungan. Tikungan yang dirancang dengan baik harus memungkinkan pengendara melakukan manuver dengan aman dan nyaman tanpa mengalami guncangan yang berlebihan. Tikungan yang halus dengan radius yang memadai serta super elevasi yang tepat dapat mengurangi gaya sentrifugal yang dirasakan pengendara saat berbelok (Garber, N.J. & Hoel 2014). Hal ini sangat penting untuk menjaga kenyamanan dan kepuasan

pengendara, yang pada akhirnya dapat berkontribusi pada keselamatan berkendara.

2. Keselamatan

Keselamatan adalah prioritas utama dalam perancangan tikungan. Tikungan yang dirancang dengan mempertimbangkan faktor keselamatan dapat secara signifikan mengurangi risiko kecelakaan. Elemen-elemen desain seperti radius tikungan, super elevasi, dan penempatan rambu lalu lintas memiliki peranan penting dalam menjaga keselamatan di area tikungan (AASHTO 2010). Tikungan yang tidak memenuhi standar desain dapat menyebabkan kehilangan kendali kendaraan, terutama pada kecepatan tinggi atau dalam kondisi jalan yang licin. Oleh karena itu, perancangan yang cermat dan mematuhi standar keselamatan sangatlah penting.

3. Efisiensi Perjalanan

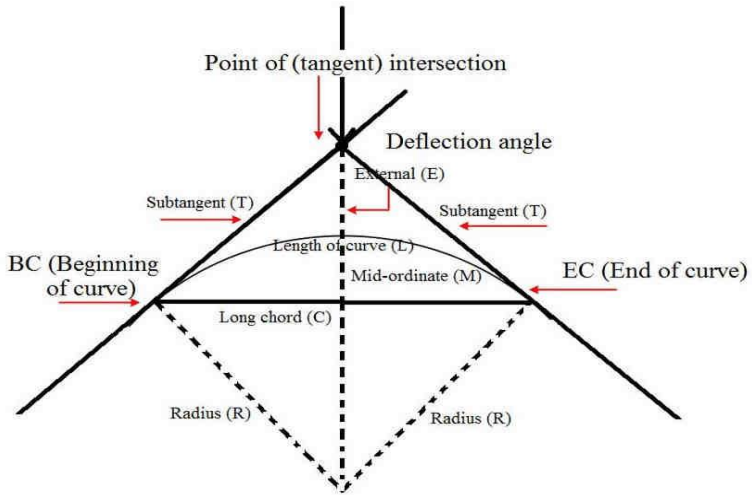
Efisiensi perjalanan merupakan pertimbangan penting dalam desain tikungan. Tikungan yang dirancang untuk meminimalkan perlambatan kendaraan dan memungkinkan aliran lalu lintas yang lancar akan meningkatkan efisiensi perjalanan. Desain tikungan yang baik dapat membantu menjaga kecepatan konstan dan mengurangi waktu tempuh kendaraan. Perancangan yang efektif tidak hanya bermanfaat bagi pengendara individu, tetapi juga untuk keseluruhan sistem transportasi, yang berujung pada peningkatan efisiensi dan produktivitas lalu lintas (Lay 2009).

4.2 Jenis-Jenis Tikungan

Jenis-jenis tikungan dalam perencanaan geometrik jalan meliputi tikungan sirkular, transisi, dan spiral. Setiap jenis tikungan memiliki karakteristik desain dan penggunaan yang berbeda.

4.2.1 Tikungan Sirkular (*Circular Curve*)

Tikungan sirkular merupakan jenis tikungan jalan yang memiliki jari-jari tetap sepanjang kurva, membentuk busur lingkaran yang konsisten. Desain tikungan ini menghasilkan gaya sentrifugal yang tetap konstan bagi kendaraan yang melewatinya. Desain sederhana dari tikungan sirkular membuatnya menjadi pilihan umum dalam perencanaan geometrik jalan (Wright, P. H., & Dixon 2003)



Gambar 4.1 . Tikungan Sirkular (*Circular Curve*)
(Sumber: www.researchgate.net)

Tikungan sirkular banyak digunakan di berbagai jenis jalan, termasuk jalan raya, jalan tol, dan jalan perkotaan. Kelebihan utama dari tikungan ini adalah kemampuannya untuk menyediakan perubahan arah yang halus dan konstan, yang sangat penting dalam situasi di mana ruang untuk membangun tikungan terbatas. Tikungan sirkular sering ditemukan pada jalur yang melingkari tanjakan atau lembah, di mana jalan harus mengikuti kontur tanah. Dengan menggunakan radius yang tepat, tikungan sirkular membantu mengurangi risiko kecelakaan dan memastikan aliran lalu lintas yang lancar. Contohnya, dalam perancangan jalan tol, tikungan sirkular dirancang untuk memfasilitasi kecepatan tinggi sambil tetap menjaga keselamatan pengendara.

4.2.2 Tikungan Transisi (*Transition Curve*)

Tujuan Tikungan Tansisi

Tikungan transisi adalah jenis tikungan yang memiliki jari-jari yang berubah secara bertahap dari nilai tak terhingga (jalan lurus) menuju jari-jari tertentu yang sesuai dengan tikungan sirkular. Tujuan utama dari tikungan transisi adalah untuk menyediakan perubahan gaya sentrifugal yang lebih halus, sehingga

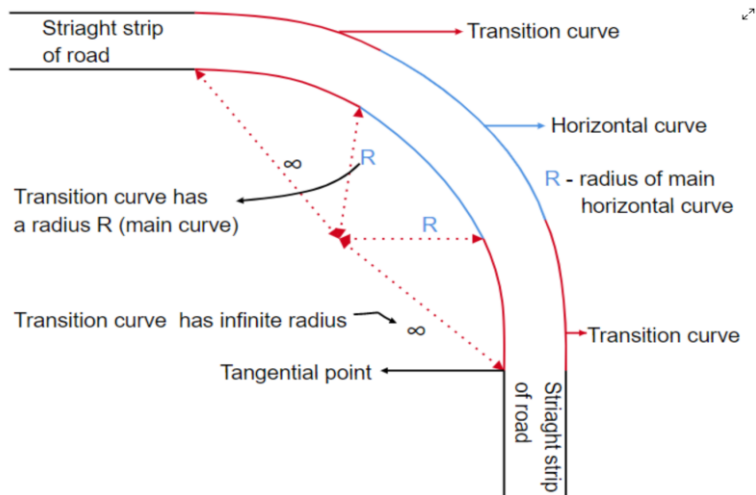
meningkatkan kenyamanan dan keselamatan pengemudi pada saat memasuki atau meninggalkan tikungan. Penggunaan tikungan transisi dapat mengurangi kecepatan kendaraan secara tiba-tiba, yang merupakan penyebab utama kecelakaan pada tikungan (Garber, N.J. & Hoel 2014). Keberadaan kurva transisi menyediakan transmisi yang mulus antara jalan lurus dan kurva horizontal utama. Dengan memiliki radius yang bervariasi, peningkatan gaya sentrifugal secara bertahap tercapai sehingga membantu dalam transisi yang mulus tanpa sentakan tiba-tiba. Berikut penjelasan mengenai kurva horizontal dan kurva transisi:

Kurva Horizontal

Sebelum membahas lebih lanjut tentang kurva transisi, penting untuk memahami terlebih dahulu konsep kurva horizontal. Kurva horizontal berfungsi untuk menghubungkan dua segmen jalan lurus, menciptakan transisi yang diperlukan di antara keduanya. Tanpa adanya kurva horizontal, dua segmen jalan lurus bisa berakhir pada pertemuan dengan sudut tajam, yang dapat membahayakan keselamatan pengemudi. Tikungan tajam memaksa kendaraan untuk mengurangi kecepatan jauh di bawah kecepatan rencana, yang tidak sesuai dengan prinsip desain jalan raya. Oleh karena itu, kurva horizontal menjadi elemen penting dalam memastikan transisi yang aman.

Kurva Transisi

Untuk transisi yang lebih halus antara jalan lurus dan kurva horizontal, diperlukan kurva transisi, yang memiliki jari-jari bervariasi, dari tak terhingga pada bagian lurus hingga mencapai nilai tertentu sesuai dengan kurva horizontal yang dihubungkan. Jari-jari yang tak terhingga di awal kurva transisi berarti bahwa pada titik tersebut, kurva berfungsi sebagai garis lurus. Fungsi utama kurva transisi adalah memastikan perpindahan yang halus dari jalan lurus ke kurva horizontal, dengan peningkatan gaya sentrifugal yang bertahap, sehingga memungkinkan perubahan arah yang mulus tanpa sentakan mendadak.



Gambar 4.2. Tikungan Transisi
(Sumber: www.apsed.in)

Konsep kurva transisi berpusat pada gaya sentrifugal, yaitu gaya yang mempengaruhi objek yang bergerak disepanjang lintasan melengkung. Gaya ini bergerak menjauh dari pusat kurva, berupaya mendorong objek keluar dari lintasan melingkar. Secara matematis, gaya sentrifugal dirumuskan sebagai $m \cdot V^2 / R$, di mana m adalah massa objek, V adalah kecepatannya, dan R merupakan jari-jari lintasan. Gaya sentrifugal ini kerap menjadi penyebab utama hentakan yang dialami kendaraan ketika bertransisi disepanjang kurva horizontal.

Untuk menghindari hentakan mendadak, diperlukan peningkatan gaya sentrifugal secara bertahap. Pada titik awal kurva transisi, di mana jari-jari kurva tak terhingga, gaya sentrifugal bernilai nol. Seiring dengan bertambahnya panjang kurva, jari-jari berangsur-angsur mengecil, yang secara bertahap meningkatkan gaya sentrifugal tanpa menimbulkan hentakan. Saat kendaraan mencapai kurva horizontal utama, jari-jari kurva transisi telah menyamai jari-jari kurva horizontal, memungkinkan transisi yang mulus dari jalan lurus ke kurva tanpa perubahan mendadak dalam gaya yang bekerja.

Perhitungan Panjang Kurva Transisi

Panjang kurva transisi merupakan faktor penting karena secara langsung mempengaruhi laju pencapaian gaya sentrifugal. Panjang kurva transisi berbanding terbalik dengan jari-jari kurva horizontal. Ada tiga metode untuk menentukan panjang kurva transisi yang dijelaskan di bawah ini.

1. Laju Perubahan Percepatan Sentrifugal

Metode ini didasarkan pada laju perubahan percepatan sentrifugal yang diperbolehkan. Percepatan sentrifugal dinyatakan sebagai (V^2/R) . Laju perubahan gaya sentrifugal diberikan sebagai:

$$c = \frac{V^2}{R \cdot t}$$

dimana $t = L/V$ (Panjang kurva transisi)

oleh karena itu maka Panjang kurva transisi $(L) = \frac{V^3}{c \cdot R}$

nilai c secara empiris diberikan sebagai: $c = \frac{80}{75 + V}$

dimana: c dalam $m/(s^3)$ dan V adalah kecepatan rencana dalam km/jam . Nilai c biasanya diambil antara 0,5 hingga 0,8 $m/(s^3)$

2. Laju Pencapaian Superelevasi

Metode ini didasarkan pada laju pencapaian superelevasi. Ada dua subdivisi dalam metode ini sebagai berikut:

a. Rotasi Tepi d Dalam

$$\text{Panjang Kurva transisi } (L) = N * e * B$$

b. Rotasi Garis Tengah

$$\text{Panjang kurva transisi } (L) = \frac{N \cdot e \cdot B}{2}$$

dimana

N = Laju perubahan superelevasi (biasanya 150)

e = Tingkat superelevasi

B = lebar jalan termasuk pelebaran

3. Rumus Empiris

Metode ini berdasarkan pengalaman berdasarkan kondisi medan jalan (APSEd 2024). Rinciannya diberikan dalam tabel berikut.

Tabel 4.1. Penentuan panjang kurva transisi

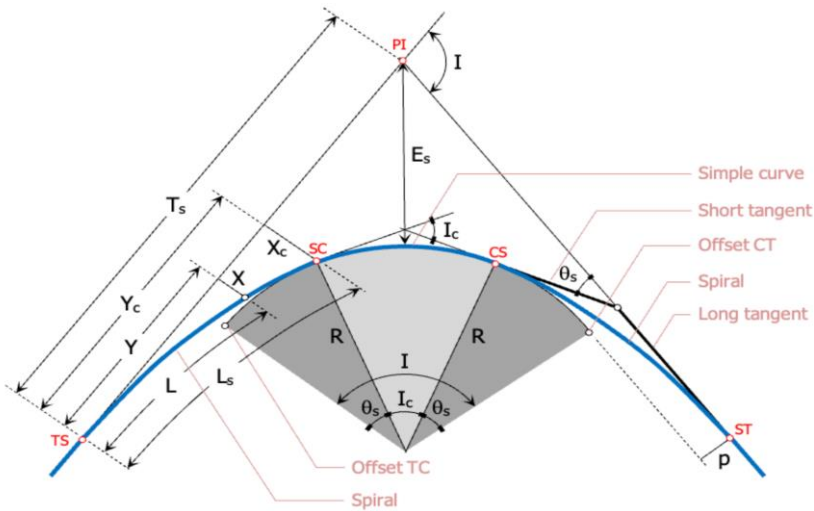
Medan	Kemiringan Melintang	Panjang Kurva Transisi
Datar	0 hingga 10%	$2,7 * (V^2)/R$
Bergelombang	10 hingga 25%	$2,7 * (V^2)/R$
Pegunungan	25 hingga 60%	$(V^2)/R$
Curam	>60%	$(V^2)/R$

Sumber: www.Apsed.in

Tikungan transisi digunakan untuk menghubungkan jalan lurus dengan tikungan sirkular, terutama pada jalan dengan kecepatan tinggi, seperti jalan tol dan jalan utama. Dengan adanya tikungan transisi, pengemudi dapat beradaptasi dengan perubahan arah tanpa mengalami tekanan yang berlebihan. Selain itu, penggunaan tikungan transisi dapat mengurangi keausan pada ban kendaraan dan permukaan jalan, serta meminimalkan risiko kecelakaan akibat perubahan mendadak pada gaya sentrifugal. Contoh yang umum dari penggunaan tikungan transisi dapat ditemukan di jalan tol, di mana kendaraan melaju dengan kecepatan tinggi. Tikungan transisi memberikan waktu kepada pengemudi untuk menyesuaikan diri dengan perubahan arah sebelum memasuki tikungan sirkular yang lebih tajam.

Tikungan Spiral (*Spiral Curve*)

Tikungan spiral adalah jenis kurva transisi yang berbentuk spiral logaritmik, di mana jari-jari kurva berubah secara eksponensial dari nilai tak terhingga (jalan lurus) menuju jari-jari tertentu yang sesuai dengan tikungan sirkular. Tikungan spiral dirancang untuk memberikan perubahan yang sangat halus pada gaya sentrifugal, sehingga meningkatkan kenyamanan dan keselamatan pengemudi secara signifikan. Penggunaan tikungan spiral dapat mengurangi beban pada struktur jalan dan meningkatkan stabilitas kendaraan saat berbelok (Lay 2009).



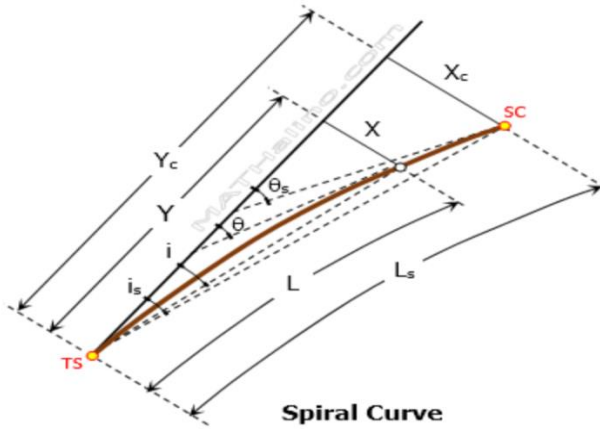
Gambar 4.3. Elements of Spiral Curve
(Sumber: <https://mathalino.com>)

Keterangan simbol pada gambar:

- TS = *Tangent to spiral* (Garis lurus menuju spiral)
- SC = *Spiral to curve* (Spiral menuju kurva)
- CS = *Curve to spiral* (Kurva menuju spiral)
- ST = *Spiral to tangent* (Spiral menuju garis lurus)
- LT = *Long tangent* (Garis lurus Panjang)
- ST = *Short tangent* (Garis lurus pendek)
- R = *Radius of simple curve* (Jari-jari kurva sederhana)
- T_s = *Spiral tangent distance* (Jarak garis lurus spiral)
- T_c = *Circular curve tangent* (Garis lurus kurva melingkar)
- L = *Length of spiral from TS to any point along the spiral* (Panjang spiral dari TS ke titik mana pun disepanjang spiral)
- L_s = *Length of spiral* (Panjang spiral)
- PI = *Point of intersection* (Titik perpotongan)
- I = *Angle of intersection* (Sudut perpotongan)
- I_c = *Angle of intersection of the simple curve* (Sudut perpotongan kurva sederhana)
- p = *Length of throw or the distance from tangent that the circular curve has been offset* (Panjang lemparan atau jarak dari garis

lurus yang menunjukkan seberapa jauh kurva melingkar telah bergeser)

- X = *Offset distance (right angle distance) from tangent to any point on the spiral* (Jarak offset (jarak sudut kanan) dari garis lurus ke titik mana pun pada spiral)
- X_c = *Offset distance (right angle distance) from tangent to SC* (Jarak offset (jarak sudut kanan) dari garis lurus ke SC)
- Y = *Distance along tangent to any point on the spiral* (Jarak sepanjang garis lurus ke titik mana pun pada spiral)
- Y_c = *Distance along tangent from TS to point at right angle to SC* (Jarak sepanjang garis lurus dari TS ke titik pada sudut kanan terhadap SC)
- E_s = *External distance of the simple curve* (Jarak eksternal dari kurva sederhana)
- θ = *Spiral angle from tangent to any point on the spiral* (Sudut spiral dari garis lurus ke titik mana pun pada spiral)
- θ_s = *Spiral angle from tangent to SC* (Sudut spiral dari garis lurus ke SC)
- i = *Deflection angle from TS to any point on the spiral, it is proportional to the square of its distance* (Sudut deviasi dari TS ke titik mana pun pada spiral, sebanding dengan kuadrat jaraknya)
- i_s = *Deflection angle from TS to SC* (Sudut deviasi dari TS ke SC)
- D = *Degree of spiral curve at any point* (Derajat kurva spiral pada titik mana pun)
- D_c = *Degree of simple curve* (Derajat kurva sederhana)



Gambar 4.4. Tikungan Spiral
(Sumber: <https://mathalino.com>)

Rumus untuk tikungan spiral:

Jarak sepanjang garis lurus ke titik mana pun pada spiral:

$$Y = L - \frac{L^5}{40R^2 L_s^2}$$

Ketika $L = L_s$, maka $Y = Y_c$, sehingga: $Y_c = L - \frac{L^3}{40R^2}$

Jarak offset dari garis lurus ke titik manapun pada spiral: $X =$

$$L - \frac{L^3}{6R.L_s}$$

Ketika $L = L_s$, maka $X = X_c$, sehingga $X_c = \frac{L_s^2}{6R}$

Panjang lemparan: $p = \frac{1}{4} X_c = \frac{L_s^2}{24R}$

Sudut spiral dari garis lurus ke titik manapun pada spiral (dalam

radian): $\theta = \frac{L^2}{2RL_s}$

Ketika $L = L_s$, maka $\theta = \theta_s$, sehingga $\theta_s = \frac{L_s^2}{2R}$

Sudut deviasi dari titik awal ke titik mana pun pada spiral: $i = \frac{1}{3} \theta =$

$$\frac{L^2}{6RL_s}$$

Ketika $L = L_s$, maka $i = i_s$, sehingga $i = \frac{1}{3} \theta_s = \frac{L_s^2}{6R}$

Sudut ini sebanding dengan kuadrat jaraknya: $i = \frac{L^2}{L_s^2}$

$$\text{Jarak garis lurus } T_s = \frac{L_s^2 + (R+P)\tan(\frac{1}{2})}{2}$$

Sudut perpotongan dari kurva sederhana: $I_c = I - 2 \theta_s$

$$\text{Jarak eksternal: } E_s = R + P \cos(\frac{1}{2}) - R$$

$$\text{Derajat kurva spiral: } DDC = \frac{L}{L_s}$$

Tikungan spiral sangat efektif dalam desain jalan yang memerlukan transisi yang sangat halus, seperti pada jalan tol dengan kecepatan tinggi dan jalur kereta api. Kurva spiral ini tidak hanya membantu menjaga kestabilan kendaraan tetapi juga mengurangi tekanan pada elemen struktural jalan. Dalam praktiknya, tikungan spiral banyak digunakan pada jalur kereta api di mana transisi yang halus antara garis lurus dan tikungan sirkular sangat penting untuk menjaga kenyamanan penumpang. Di jalan tol, tikungan spiral memungkinkan kendaraan untuk bergerak dengan lancar dan stabil saat berbelok.

4.3 Prinsip Desain Tikungan

4.3.1 Kecepatan Desain (*Design Speed*)

Kecepatan desain adalah kecepatan maksimum yang aman bagi kendaraan untuk melintasi suatu tikungan dalam kondisi jalan dan cuaca yang ideal. Kecepatan desain berpengaruh signifikan terhadap semua elemen desain geometrik tikungan, termasuk radius tikungan, super elevasi, dan jarak pandang. Kecepatan desain menentukan sejauh mana pengendara dapat mengantisipasi dan menyesuaikan dengan tikungan, sehingga mempengaruhi keselamatan dan kenyamanan (Wright, P. H., & Dixon 2003).

Kecepatan desain yang lebih tinggi memerlukan radius tikungan yang lebih besar dan super elevasi yang lebih besar untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang meningkat. Sebaliknya, kecepatan desain yang lebih rendah memungkinkan penggunaan radius tikungan yang lebih kecil. Desain tikungan yang tidak sesuai dengan kecepatan desain dapat meningkatkan risiko kecelakaan dan mengurangi kenyamanan pengendara (Garber, N.J. & Hoel 2014).

4.3.2 Super Elevasi (*Super elevation*)

Super elevasi adalah kemiringan melintang jalan pada tikungan yang dibuat untuk mengurangi gaya sentrifugal yang dialami oleh kendaraan. Menurut *AASHTO Green Book (A Policy on Geometric Design of Highways and Streets)*, super elevasi adalah elemen penting dalam desain tikungan untuk memastikan keselamatan dan kenyamanan pengendara. Tujuan dari super elevasi adalah untuk:

1. Menyeimbangkan gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan sehingga ban kendaraan tetap memiliki kontak optimal dengan permukaan jalan.
2. Mengurangi kemungkinan tergelincir atau terbalik saat kendaraan melintasi tikungan dengan kecepatan tinggi.
3. Meningkatkan kenyamanan pengendara dengan mengurangi gaya lateral yang dirasakan.

Penentuan super elevasi melibatkan beberapa faktor, termasuk kecepatan desain, radius tikungan, dan koefisien gesekan antara ban dan permukaan jalan. Menurut buku *Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis* (Mannering, F.L., & Washburn 2013), metode penentuan super elevasi mengikuti rumus:

$$e + f = \frac{V^2}{gR}$$

dimana: e = super elevasi (dalam desimal)
 f = koefisien gesekan lateral
 V = kecepatan desain (m/s)
 g = percepatan gravitasi (9,81 m/s²)
 R = radius tikungan (m)

4.4 Koefisien Gesekan (*Friction Coefficient*)

Gesekan ban pada jalan mempunyai pengaruh terhadap desain tikungan. Koefisien gesekan antara ban kendaraan dan permukaan jalan sangat berpengaruh pada desain tikungan. Gesekan lateral membantu menahan kendaraan di tikungan dan mencegah tergelincir. Koefisien gesekan dipengaruhi oleh kondisi permukaan jalan, lebar kontak ban terhadap permukaan jalan, dan

kecepatan kendaraan (Pasaribu 2018). Gesekan yang cukup, penting untuk memastikan bahwa kendaraan dapat melintasi tikungan dengan aman. Koefisien gesekan yang lebih tinggi memungkinkan penggunaan radius tikungan yang lebih kecil, sementara koefisien gesekan yang lebih rendah memerlukan radius tikungan yang lebih besar untuk menghindari tergelincir.

4.5 Radius Tikungan (*Curve Radius*)

Radius tikungan adalah jarak dari pusat tikungan ke jalur kendaraan. Radius tikungan yang lebih besar umumnya digunakan untuk kecepatan desain yang lebih tinggi untuk mengurangi gaya sentrifugal yang dialami oleh kendaraan. Menurut buku *Road Engineering for Development* (Robinson, R., & Thagesen 2004), hubungan antara radius tikungan dan kecepatan desain dirumuskan sebagai berikut:

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

dimana

R = radius tikungan (m)

V = kecepatan desain (m/s)

g = percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

e = super elevasi (dalam desimal)

f = koefisien gesekan lateral

Radius tikungan yang sesuai dengan kecepatan desain membantu menjaga kenyamanan dan keselamatan pengendara dengan mengurangi gaya sentrifugal dan memastikan kendaraan tetap stabil di jalur tikungan.

4.6 Parameter Desain Tikungan

4.6.1 Jari-jari Minimum Tikungan (*Minimum Curve Radius*)

Jari-jari minimum tikungan adalah radius terkecil yang dapat diterima untuk tikungan pada kecepatan tertentu tanpa mengorbankan kenyamanan dan keselamatan pengendara. Penentuan jari-jari minimum tikungan didasarkan pada kecepatan desain dan kelas jalan. Menurut *AASHTO Green Book* (2011), jari-jari minimum tikungan dihitung untuk memastikan bahwa gaya sentrifugal yang dialami oleh kendaraan dapat diatasi oleh gesekan

ban dan super elevasi jalan. Dalam perencanaan, jari-jari tikungan dihitung berdasarkan kondisi dan jenis tikungan yang akan digunakan namun secara umum jari-jari tikungan dapat dikelompokkan berdasarkan kecepatan dan kelas jalan yaitu:

1. Kecepatan Rendah (30-50 km/jam): Jari-jari minimum lebih kecil, cocok untuk jalan lokal atau jalan lingkungan. Misalnya, radius tikungan minimum untuk kecepatan 40 km/jam adalah sekitar 60 meter.
2. Kecepatan Menengah (50-80 km/jam): Jari-jari minimum lebih besar, digunakan untuk jalan arteri dan kolektor. Misalnya, untuk kecepatan 70 km/jam, radius minimum adalah sekitar 190 meter.
3. Kecepatan Tinggi (80-120 km/jam): Jari-jari minimum yang sangat besar diperlukan untuk jalan tol dan jalan raya utama. Untuk kecepatan 100 km/jam, radius minimum bisa mencapai 360 meter atau lebih.

Selain kecepatan dan kelas jalan, dalam perencanaan jari-jari tikungan juga perlu mempertimbangkan tipe kendaraan yang akan menggunakan jalan tersebut, terutama kendaraan berat yang memerlukan radius tikungan yang lebih besar.

4.6.2 Panjang Tikungan (*Curve Length*) dan Sudut Sentral Tikungan (*Central Angle*)

Panjang tikungan adalah jarak sepanjang lengkungan yang diukur dari titik awal hingga titik akhir tikungan, sedangkan Sudut sentral tikungan adalah sudut yang dibentuk oleh dua garis dari pusat lingkaran tikungan ke titik awal dan titik akhir tikungan. Panjang tikungan penting untuk memastikan transisi yang halus dan nyaman dari jalan lurus ke tikungan dan sebaliknya. Demikian juga dengan sudut sentral tikungan, sudut ini sangat berpengaruh pada panjang tikungan dan keseluruhan desain geometrik jalan

Panjang tikungan dan sudut sentral tikungan dapat dihitung menggunakan rumus dasar geometri lingkaran:

$$L = \frac{R \cdot \Delta}{180} \times \pi$$

dimana L = Panjang tikungan (m)

R = radius tikungan (m)

Δ = sudut sentral tikungan (derajat)

Panjang tikungan yang memadai harus memastikan transisi gaya sentrifugal yang bertahap dan mencegah perubahan mendadak pada arah kendaraan (Mannering, F.L., & Washburn 2013). Sudut sentral yang lebih besar menghasilkan tikungan yang lebih tajam, yang memerlukan radius yang lebih besar atau super elevasi yang lebih tinggi untuk menjaga kenyamanan dan keselamatan pengendara. Untuk mempertahankan aliran lalu lintas yang efisien maka sudut sentral dipilih yang optimal memberikan transisi yang halus.

4.7 Standar dan Aturan Perencanaan Tikungan

Untuk perencanaan tikungan dapat digunakan standar Internasional dan Standar Nasional yang berlaku di Indonesia. Standar internasional dalam perencanaan tikungan berasal dari AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*). AASHTO menyediakan panduan dan standar untuk desain jalan raya dan jalan umum di Amerika Serikat melalui publikasi yang dikenal sebagai "*A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*," atau lebih dikenal sebagai "Green Book". Edisi ke-7, dirilis pada tahun 2018. Standar Nasional perencanaan tikungan berlaku di Indonesia mengacu pada peraturan dan pedoman teknis yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) yaitu:

1. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor: 19/PRT/M/2011. Peraturan ini memberikan panduan lengkap untuk desain geometrik jalan di Indonesia, termasuk ketentuan mengenai tikungan. Isinya mencakup kecepatan desain, radius tikungan minimum, super elevasi, dan jarak pandang yang disesuaikan dengan kondisi local (Pekerjaan Umum 2011).
2. Pedoman Teknis Bina Marga No: 03/BM/2020. Pedoman ini melengkapi peraturan yang ada dengan memberikan panduan teknis yang lebih rinci untuk perencanaan dan desain jalan, termasuk aspek-aspek yang berkaitan dengan tikungan jalan (Bina Marga 2021).

Perbandingan antara **Standar AASHTO** dan **Standar Indonesia** dalam perencanaan tikungan diuraikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.2. Perbandingan Standar AASHTO dan Standar Indonesia dalam perencanaan tikungan

Aspek Perencanaan Tikungan	Standar AASHTO	Standar Indonesia
Desain Kecepatan (Design Speed)	Ditentukan oleh jenis jalan dan lokasi (urban atau rural). Nilai umum: 50-130 km/jam tergantung kategori jalan.	Ditentukan oleh kelas jalan dan kondisi medan. Kecepatan maksimum: 60-120 km/jam (Peraturan PUPR).
Jari-jari Tikungan (Minimum Radius)	Jari-jari minimum dihitung berdasarkan kecepatan dan superelevasi. Misalnya, 150 m untuk 60 km/jam.	Ditentukan oleh kecepatan desain dan kondisi medan. Nilai standar: 150 m untuk 60 km/jam di daerah datar.
Lebar Lajur Tambahan di Tikungan	Penambahan lebar lajur di tikungan dipertimbangkan untuk kendaraan besar, terutama di jalan rural. Nilai tambahan: 0.6 - 1.8 m.	Penambahan lebar pada tikungan tajam, terutama di medan pegunungan. Lebar tambahan: 0.5 - 2.0 m.
Kemiringan Superelevasi (Superelevation)	Superelevasi maksimum 6–12%, tergantung kondisi jalan dan kecepatan. Biasanya untuk daerah datar: 8-10%.	Superelevasi maksimum 6–8%, tergantung tipe jalan dan kondisi lingkungan. Nilai umum: 6% untuk daerah datar.
Kurva Transisi (Transition)	Kurva transisi menggunakan klotoid	Kurva transisi menggunakan klotoid,

Aspek Perencanaan Tikungan	Standar AASHTO	Standar Indonesia
Curve)	atau spiral dengan panjang disesuaikan kecepatan. Misal, panjang 100 m untuk kecepatan 80 km/jam.	lemniskata, atau parabola kubik. Panjang kurva dihitung dari kecepatan dan kondisi jalan.
Tata Cara Pengendalian Tikungan	Menggunakan panduan pemilihan jenis tikungan berdasarkan volume lalu lintas dan risiko kecelakaan. Fokus pada kelancaran dan keselamatan.	Memberikan panduan untuk tikungan tajam dan lengkung panjang, termasuk panduan tentang batasan kelengkungan dan superelevasi.
Panduan Kemiringan Longitudinal (Grade)	Kemiringan maksimum biasanya 3-6% untuk jalan raya di daerah pegunungan. Nilai lebih tinggi (hingga 9%) diizinkan di kondisi khusus.	Kemiringan maksimum 5-8% untuk jalan di daerah pegunungan, dengan pengecualian untuk kondisi ekstrem (hingga 10%).
Kontrol Visual dan Ruang Pandang	Memperhitungkan jarak pandang untuk keselamatan. Minimal jarak pandang untuk berhenti: 80 m untuk 60 km/jam.	Jarak pandang minimal untuk berhenti ditentukan: 85 m untuk 60 km/jam (Pedoman Bina Marga).

4.8 Faktor Pendukung Operasional Tikungan

Dalam perencanaan tikungan, selain mempertimbangkan aspek geometrik seperti radius dan superelevasi, beberapa faktor lain yang berperan penting perlu diperhatikan untuk memastikan keselamatan, kenyamanan, dan keberlanjutan infrastruktur jalan. Faktor-faktor ini meliputi pemeliharaan yang efisien, sistem

drainase yang tepat, pemilihan material jalan, pengelolaan vegetasi, serta penerangan dan rambu lalu lintas. Setiap elemen tersebut memainkan peran penting dalam menjaga tikungan tetap fungsional, aman, dan efektif sepanjang masa pemakaiannya.

4.8.1 Pemeliharaan

Pemeliharaan merupakan aspek penting yang harus diperhitungkan sejak tahap awal perencanaan tikungan. Desain tikungan yang baik harus memperhitungkan kemudahan dalam pelaksanaan pemeliharaan, termasuk akses untuk perbaikan rutin, pembersihan, serta penggantian rambu. Tikungan yang dirancang dengan memperhatikan pemeliharaan dapat memperpanjang umur layanan jalan dan mengurangi kebutuhan rekonstruksi besar yang mahal. Desain yang memudahkan akses peralatan pemeliharaan juga menghemat waktu dan biaya, serta menjaga jalan tetap aman dan nyaman digunakan (Garber, N.J. & Hoel 2014).

4.8.2 Sistem Drainase

Sistem drainase yang efektif merupakan faktor penting dalam perencanaan tikungan untuk mencegah genangan air yang dapat merusak permukaan jalan dan membahayakan pengendara. Drainase yang buruk dapat mempercepat kerusakan lapisan jalan akibat penetrasi air, menyebabkan jalan berlubang atau licin, yang dapat memicu kecelakaan. Oleh karena itu, desain tikungan harus mencakup saluran air yang dirancang dengan baik, memperhitungkan curah hujan lokal, topografi, serta material jalan yang digunakan. Sebuah sistem drainase yang optimal akan membantu memperpanjang umur jalan dan mengurangi frekuensi perbaikan (Robinson, R., & Thagesen 2004).

4.8.3 Pemilihan Material Jalan

Pemilihan material yang tepat untuk tikungan harus mempertimbangkan ketahanan terhadap beban kendaraan serta perubahan cuaca. Material yang berkualitas tinggi dan tahan terhadap perubahan suhu ekstrem serta tekanan lalu lintas berat sangat penting untuk meminimalkan kebutuhan perbaikan dan memperpanjang umur layanan jalan. Misalnya, penggunaan aspal

modifikasi polimer atau beton berkualitas tinggi yang tahan terhadap keausan, dapat mengurangi biaya pemeliharaan jangka panjang dan menjaga performa jalan di tikungan tetap optimal (Karim dan Magnusson 2008).

4.8.4 Pengelolaan Vegetasi

Pengelolaan vegetasi di sekitar tikungan merupakan aspek lain yang perlu diperhatikan dalam perencanaan. Pohon, semak-semak, dan tumbuhan lain yang tumbuh di sekitar tikungan dapat menghalangi pandangan pengemudi, terutama pada tikungan tajam. Oleh karena itu, penting untuk merencanakan area hijau dengan memperhitungkan visibilitas, serta menyediakan akses mudah untuk pemangkasan dan pembersihan vegetasi secara berkala. Pengelolaan vegetasi yang baik akan menjaga visibilitas dan meningkatkan keselamatan pengemudi (FHWA 2023).

4.8.5 Penerangan

Penerangan yang memadai sangat penting untuk tikungan, terutama pada jalan dengan volume lalu lintas tinggi atau di area yang rawan kecelakaan. Penerangan yang baik membantu pengemudi melihat kondisi jalan, rambu, dan kendaraan lain dengan jelas, terutama pada malam hari atau saat cuaca buruk. Dalam perencanaan tikungan, posisi lampu jalan harus ditempatkan secara strategis untuk memastikan bahwa setiap bagian tikungan mendapat pencahayaan yang cukup, mengurangi risiko kecelakaan akibat kurangnya visibilitas (AASHTO 2010).

4.8.6 Rambu Lalu Lintas

Rambu dan markah jalan berperan penting dalam memberikan informasi dan panduan kepada pengemudi mengenai kondisi tikungan, batas kecepatan, dan potensi bahaya. Dalam perencanaan tikungan, rambu harus ditempatkan pada jarak yang cukup jauh agar pengemudi memiliki waktu yang memadai untuk bereaksi. Selain itu, desain harus mempertimbangkan akses mudah untuk pemeliharaan dan penggantian rambu secara berkala. Rambu yang jelas dan terlihat dengan baik akan meningkatkan

efektivitasnya sebagai alat kontrol lalu lintas serta keselamatan di tikungan (Garber, N.J. & Hoel 2014).

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 2010. *Highway Safety Manual*. 1 ed. Washington DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- AASHTO. 2018. American Association of State Highway and Transportation Officials *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets: The Green Book*. www.transportation.org.
- APSEd. 2024. "Transition Curves: Concept, Types and Length Calculations." <https://www.apsed.in/post/transition-curves-concept-types-and-length-calculations>.
- Bina Marga, Dirjen. 2021. *Surat Edaran No: 20/SE/Db/2021 Tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan*.
- FHWA. 2023. *Manual On Uniform Traffic Control Devices*. US Department Of Transportation.
- Garber, N.J. & Hoel, L.A. 2014. *Traffic & Highway Engineering*. 4 ed. United States of America: Cengage Learning. <https://zealpolytechnic.com/wp-content/uploads/2023/04/Traffic-Highway-Engineering-Fouth-Edition.pdf>.
- Karim, Hawzheen, dan Rolf Magnusson. 2008. "Road design for future maintenance problems and possibilities." *Journal of Transportation Engineering*. doi:10.1061/(ASCE)0733-947X(2008)134:12(523).
- Lay, M.G. 2009. *Handbook of Road Technology*. 4 ed. London and New York: Spon Press. doi:10.1201/9781482288667.
- Mannering, F.L., & Washburn, S.S. 2013. *Principles Of Highway Engineering And Traffic Analysis*. 5 ed. Wiley.
- Pasaribu, M. 2018. "Analisa Koefisien Gesek Kinetis Terhadap Struktur Permukaan Jalan Akibat Beban Dinamik Mobil." *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)* 1(1): 047–051. doi:10.32734/ee.v1i1.110.
- Pekerjaan Umum, Kementrian. 2011. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 19/PRT/M/2011 Tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan*.

Robinson, R., & Thagesen, B. 2004. *Road Engineering for Development Second edition*. 2nd ed. London: Spon Press.

Wright, P. H., & Dixon, K. 2003. *Highway Engineering*. 7 ed. Wiley.

BAB 5

TIKUNGAN FULL CIRCLE

Oleh Eva Olivia Hutasoit

5.1 Pendahuluan

Desain jalan yang memperhitungkan alinyemen horizontal dan vertikal disebut perencanaan geometrik jalan. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa jalan tersebut memenuhi tujuan utamanya, yaitu memberikan kenyamanan berkendara bagi pengendara (Dhaniarti Raharjo, 2022). Gaya kendaraan saat melintasi tikungan harus diseimbangkan untuk menjaga keselamatan pengguna kendaraan. Alinyemen horizontal merujuk pada bentuk jalan jika dilihat dari atas. Dalam konteks tikungan, ini berkaitan dengan cara jalan berbelok. Beberapa tipe tikungan yang umum digunakan dalam desain jalan adalah:

1. Full Circle (FC): Merupakan tikungan dengan bentuk lingkaran penuh, yang memiliki radius tetap sepanjang tikungan. Desain ini paling sederhana namun tidak memberikan transisi yang halus ke dalam dan keluar tikungan.
2. Spiral Circle Spiral (SCS): Kombinasi dari lintasan spiral dan lingkaran penuh. Pada bagian spiral, tikungan dimulai dengan radius yang besar kemudian mengecil hingga mencapai radius lingkaran penuh. Tikungan kemudian diakhiri dengan spiral yang kembali memperbesar radius. Desain ini membantu transisi lebih halus dari lintasan lurus ke lintasan melingkar.
3. Spiral Spiral (SS): Tikungan ini hanya terdiri dari lintasan spiral, di mana radius terus berubah sepanjang tikungan. Desain ini memberikan transisi yang sangat halus antara lintasan lurus dan tikungan, namun memerlukan perhitungan yang lebih kompleks (American Association of State of Highway and Transportation Officials, 2001).

5.2 Alinemen Horizontal

Situasi jalan atau alinyemen jalan, alinemen horizontal merupakan proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinemen Horizontal suatu jalan biasanya terdiri dari sejumlah ruas jalan lurus dan melengkung berbentuk busur melingkar yang dihubungkan oleh kurva transisi atau tidak sama sekali. Penilaian pengemudi terhadap fitur alinyemen horizontal jalan merupakan faktor utama yang mempengaruhi kecepatan kendaraan yang digunakan. Selain itu, penyesuaian dilakukan mempertimbangkan pengemudi terhadap rambu, batas kecepatan, dan topografi suatu daerah. Agar kecepatan perjalanan di tikungan sama dengan kecepatan di jalur lurus, jari-jari lingkaran harus cukup besar (Jenderal and Marga, 1997).

Langkah-langkah yang Anda sebutkan dalam mendesain alinyemen horizontal merupakan pendekatan yang sistematis untuk memastikan bahwa desain jalan memenuhi persyaratan teknis, keselamatan, serta kenyamanan pengendara. Berikut adalah penjelasan lebih rinci dari tiap langkah:

1. Identifikasi Persyaratan Teknik Jalan

Langkah pertama adalah menentukan standar teknis yang harus dipenuhi. Ini termasuk pertimbangan kecepatan desain (V_d), kelas jalan, volume lalu lintas, serta persyaratan keselamatan seperti visibilitas di tikungan dan radius minimum. Standar ini akan berbeda tergantung pada jenis jalan, apakah jalan raya, jalan perkotaan, atau jalan pedesaan (Jenderal and Marga, 1997).

2. Tentukan Kecepatan Desain (V_d) dan Radius Minimum

Setelah menetapkan kecepatan desain, radius minimum untuk tikungan juga ditentukan. Radius ini harus mempertimbangkan gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan sehingga tikungan tidak terlalu tajam dan berbahaya. Sebagai contoh, untuk jalan dengan V_d tinggi, radius tikungan harus lebih besar (American Association of State of Highway and Transportation Officials, 2001).

3. Siapkan Alinyemen Percobaan (Trial Alignment):

Dalam tahap ini, dilakukan percobaan desain alinyemen dengan menggunakan kombinasi garis lurus dan lengkung,

memperhatikan radius minimum yang telah ditentukan. Trial alignment ini harus dirancang untuk meminimalisir risiko kecelakaan dengan mempertahankan konsistensi dalam perubahan arah dan lengkungan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021).

4. Siapkan Draft Alinyemen Vertikal dan Drainase

Alinyemen horizontal tidak bisa dipisahkan dari alinyemen vertikal. Pada tahap ini, konsep alinyemen vertikal dibuat untuk memastikan bahwa jalan tetap nyaman untuk dilalui di berbagai ketinggian. Selain itu, desain drainase juga disiapkan untuk memastikan bahwa air hujan tidak terkumpul di jalan dan menyebabkan genangan yang bisa membahayakan pengendara.

5. Pertimbangkan Penyesuaian Lengkung di Tanjakan dan Turunan

Desain tikungan di area tanjakan dan turunan perlu diperhatikan secara khusus. Penyesuaian mungkin perlu dilakukan untuk menghindari tikungan yang terlalu tajam pada tanjakan atau turunan yang bisa meningkatkan risiko kecelakaan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021).

6. Atur Alinyemen Supaya Memenuhi Persyaratan Teknis

Setelah membuat draft alinyemen, dilakukan penyesuaian lebih lanjut untuk memastikan semua persyaratan teknis terpenuhi, seperti visibilitas, kenyamanan, dan drainase yang efisien.

7. Uji Kelayakan Teknik dan Lingkungan

Setiap elemen desain harus diuji, baik dari segi teknis maupun dari dampaknya terhadap lingkungan. Uji kelayakan teknik memastikan bahwa desain dapat diimplementasikan secara praktis dan aman. Sementara itu, uji kelayakan lingkungan memastikan bahwa desain jalan tidak menimbulkan dampak negatif pada ekosistem sekitarnya.

8. Pilih Alinyemen Paling Ideal

Setelah semua desain diuji, alinyemen yang paling ideal dipilih berdasarkan hasil uji kelayakan teknik dan lingkungan, serta pertimbangan keselamatan, efisiensi, dan biaya konstruksi.

Dengan mengikuti langkah-langkah ini, proses perencanaan geometrik jalan akan lebih terstruktur dan menghasilkan desain jalan yang optimal sesuai standar teknis dan keselamatan yang berlaku (Investasi and Sektor, 2011).

5.2.1 Menentukan Ls (*Length of Spiral*)

Ls atau length of spiral dikenal sebagai radius clothoid karena radius lingkaran yang lengkungnya tidak terhingga. Lengkung peralihan ini digunakan untuk menghindari perubahan bentuk lurus sampai pada bentuk lengkung sehingga kendaraan dalam kondisi kemiringan normal ketika memasuki kemiringan pada tikungan. Fenomena kendaraan yang mulai dari jalan lurus hingga pada jalan miring disebut feneomena gaya sentrifugal. Untuk menghitung lengkung peralihan terdapat empat persamaan yang digunakan untuk menghitung Ls persamaan pada tabel 5.1 (A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2001).

Tabel 5.1. Metode menghitung Ls

No.	Metode	Ls (m)	Keterangan
1	Ls = Waktu tempuh lengkung peralihan	$Ls = \frac{Vd \cdot t}{3.6}$; t = 3 detik	Vd = kecepatan rencana (km/jam) t = waktu tempuh lengkung peralihan (detik) t = 3 detik
2	Ls = Landai relatif	$Ls = (e + e_n) \cdot B \cdot m_{maks}$	Ls = panjang lengkung peralihan, m e = superelevasi, % en = kemiringan melintang normal, (%) B = lebar jalur per arah (m) Mmaks = landai

No.	Metode	Ls (m)	Keterangan
			relatif maksimum
3	Modifikasi Shortt	$Ls = 0.022 \frac{V^3}{RC} - 2.727 \frac{Ve}{C}$	Ls = panjang lengkung peralihan, m e = superelevasi, % V=kecepatan rencana (km/jam) R = jari-jari tikungan, m C = perubahan percepatan, m/dt³ (0,3-0,9 m/dt²)
4	Tingkat pencapaian perubahan kelandaian	$Ls = \frac{(e_{maks} - e_n)Vd}{3.6 * r_e}$	Ls (m)= lengkung peralhian en (%) = super elevasi normal emaks (%) = super elevasi maksimum Vd (km/jam) = kecepatan rencana = tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan = 0.03 m/m/detik untuk Vd ≤ 70 km/jam = 0.025 m/m/detik untuk Vd = ≥ 80 km/jam.

Tabel 5.2. Kelandaian relatif maksimum

AASHTO 1990		Bina Marga (Luar Kota)	
Kec. Rencana (km/jam)	Kelandaian relatif maks, mma ks	Kec. Rencana (km/jam)	Kelandaian relatif maks, mma ks
32	33	20	50
48	150	30	75
64	175	40	100
80	200	50	115
88	123	60	125
96	222	80	150
104	244	100	
1	2		
1	5		
2	0		

Berdasarkan 4 metode dalam menentukan L_s yang digunakan dalam perencanaan adalah yang paling besar. Dari keempat persamaan tersebut, panjang lengkung peralihan, L_s yang digunakan untuk perencanaan adalah L_s dengan nilai yang terbesar.

5.2.2 Soal Perhitungan L_s

Hitung t (waktu tempuh) dan panjang spiral (L_s) menggunakan data yang diberikan.

Data yang diberikan:

1. Kecepatan desain (V_d) = 80 km/jam
2. Radius tikungan (R) = 119 meter
3. Superelevasi normal (e_n) = 2% = 0,02
4. Superelevasi maksimum (e_{maks}) = 10% = 0,10
5. Lebar jalan (B) = 7 meter (dua arah, berarti 3,5 meter per lajur)

1. Menghitung waktu tempuh t_{tt} :

Waktu tempuh untuk melewati sebuah tikungan dapat dihitung dengan rumus dasar:

$$t = \frac{d}{V}$$

di mana:

- D adalah panjang lintasan (dalam meter) = keliling lingkaran untuk sudut tertentu (misalnya θ)
- V adalah kecepatan kendaraan (dalam meter per detik)

Untuk konversi:

$$V_d = 80 \frac{\text{km}}{\text{jam}} = \frac{80 \times 1000}{3600} \left(\frac{\text{m}}{\text{detik}} \right) = 22.22 \text{ m/detik}$$

Namun, untuk menghitung waktu tempuh, kita perlu mengetahui panjang lintasan d atau sudut tikungan θ . Anda mungkin ingin memberikan informasi tambahan terkait sudut atau panjang lintasan tikungan yang dilalui untuk menghitung waktu tempuh secara spesifik.

2. Menghitung Panjang Spiral L_s

Panjang spiral L_s dapat dihitung dengan rumus:

$$L_s = \frac{V^3}{C \times R \times (e_{\text{maks}} - e_n)}$$

dimana:

- V adalah kecepatan kendaraan dalam meter per detik
- R adalah radius tikungan dalam meter
- e_{maks} adalah superelevasi maksimum
- e_n adalah superelevasi normal
- C adalah konstanta yang biasanya nilainya 46,656 untuk perhitungan dalam satuan SI.

Masukkan nilai:

$$L_s = \frac{22,22^3}{46,656 \times 119 \times (0,10 - 0,02)}$$

Sekarang, kita hitung panjang spiral L_s .

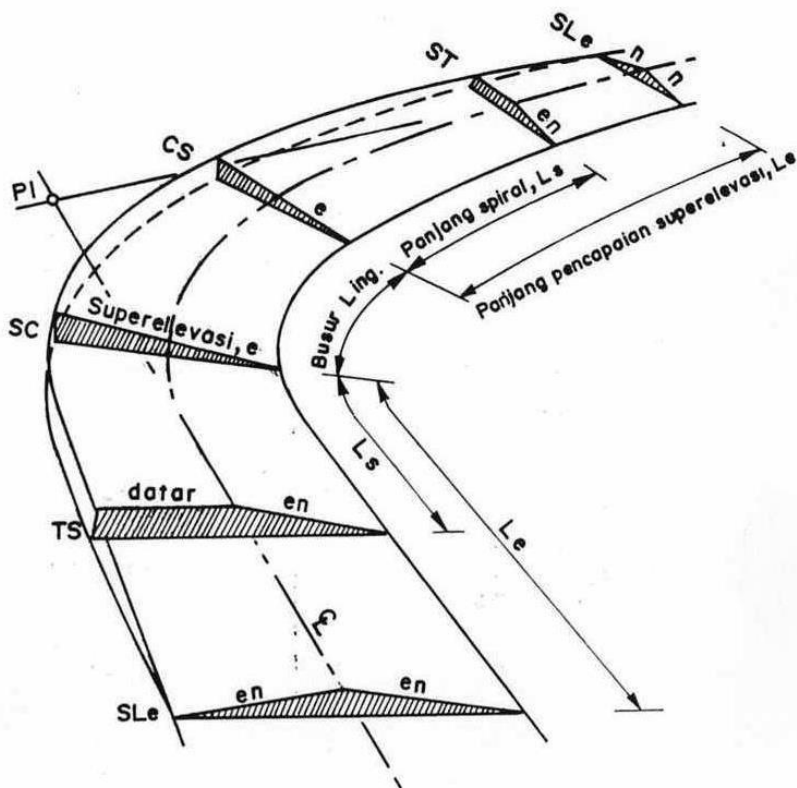
Panjang spiral L_s yang dihitung adalah sekitar **24,70 meter**.

Tabel 5.1 merupakan penyelesaian nilai L_s berdasarkan 4 metode.

Tabel 5.1. Penyelesaian Ls berdasarkan Metode-Metode Lain

No.	Metode	Ls (m)
1	Waktu tempuh di lengkung peralihan	$Ls = \frac{Vd \cdot t}{3.6}; t = 3 \text{ detik}$ $Ls = \frac{80 * 3}{3.6} = 66,67 \text{ meter}$
2	Landai relatif	$Ls = (e + e_n) * B * m_{maks}; Vd = 80 \text{ km/jam}; \text{ nilai } m_{maks} = 125$ $Ls = (0.10 + 0.02) * 7 * 125 = 52.5 \text{ meter}$
3	Modifikasi Shortt	$Ls = 0.022 \frac{V^3}{RC} - 2.727 \frac{Ve}{C}$ $Ls = 0.022 \frac{80^3}{119 * 0.4} - 2.727 \frac{80 * 0.10}{0.4}$ $= 58,93 \text{ meter}$
4	Tingkat pencapaian perubahan kelandaian	$Ls = \frac{(e_{maks} - e_n)Vd}{3.6 * r_e}$ $e_{maks} = 10\%$ $r_e = 0.035 \text{ m/m/detik untuk } Vd \leq 70 \text{ km/jam}$ $Ls = \frac{(0.10 - 0.02) * 80}{3.6 * 0.035}$ $= 50,79 \text{ meter}$

Ls yang terbesar 66,67 m dari metode 1, yang digunakan untuk jalan 2/2D. akan tetapi apabila $LS > 2$ lajur 2 arah maka dapat menggunakan Ls 4 lajur = $1.5 \times Ls$ (2 lajur) dan Ls 6 lajur = $2.0 \times Ls$ (2 lajur): Bersarnya panjang lengkung peralihan, Ls dapat dilihat pada Tabel 7.2 berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan, 2021 (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021).



Gambar 5.1. Ls pada tikungan

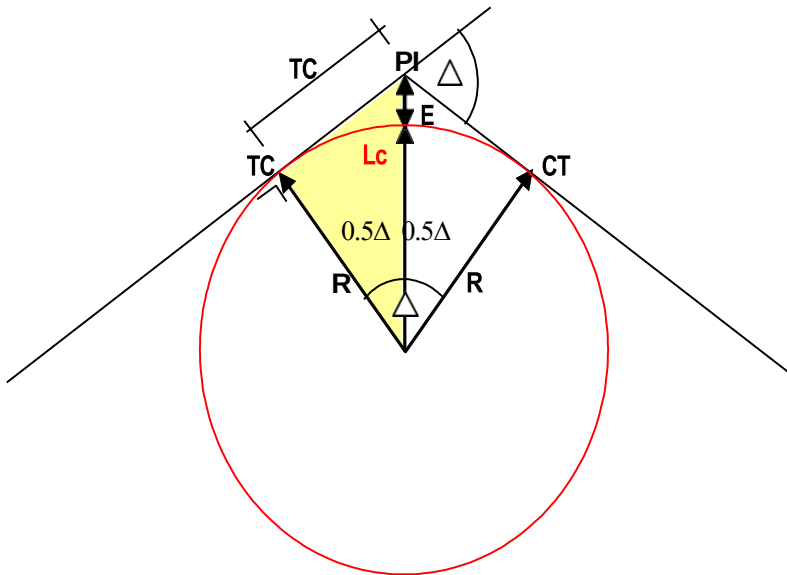
5.2.3 Alinemen Horisontal

Ada 3 bentuk alinemen horisontal, full circle, spiral – circle – spiral, spiral – spiral). Bentuk tikungan yang aman di lapangan menurut Pedoman Teknis Jalan 2021 yaitu *Full Circle* (FC) dan *Spiral Circle Spiral* (SCS). Bentuk spiral dengan lengkung penuh dan lengkung peralihan menggunakan nilai sudut *point intersection* (PI), panjang bagian lurus dan jarak kebebasan samping (Jenderal and Marga, 1997b).

5.2.4 Bentuk Tikungan *Full Circle* (FC)

Tikungan Lingkaran Penuh (FC) adalah tikungan yang menyerupai busur lingkaran utuh dan hanya terdiri dari sebagian

lingkaran. Untuk memberikan keselamatan dalam berkendara, tikungan FC dirancang untuk radius tikungan yang besar (R_c yang besar). Karena diperlukan superelevasi yang signifikan dengan radius yang kecil. Gambar 2.2 mengilustrasikan Tikungan Lingkaran Penuh(Dhaniarti Raharjo, 2022).

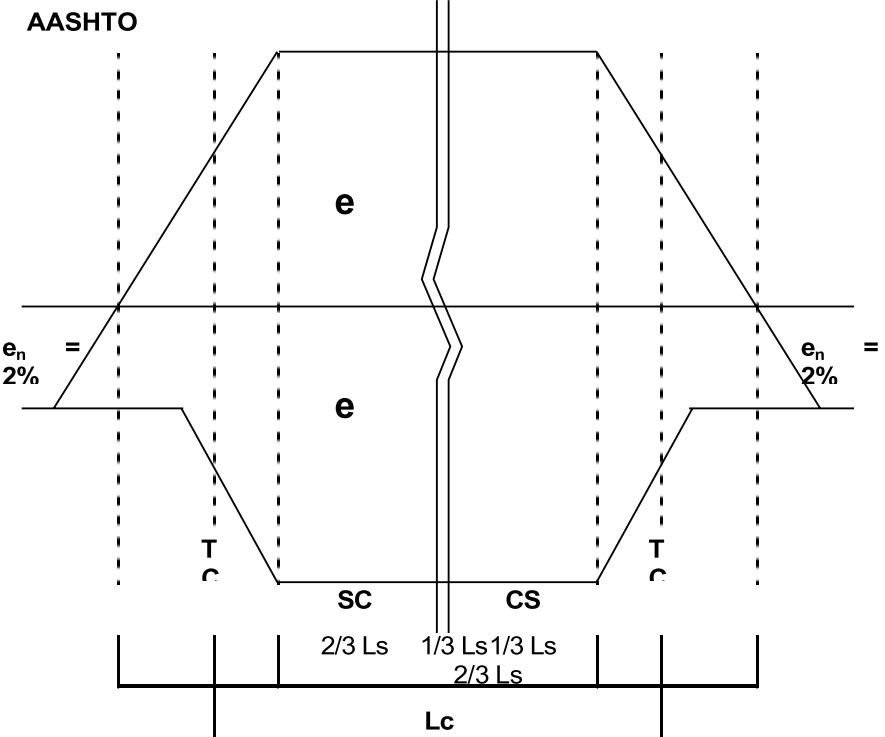


Gambar 5.2. Tikungan *Full Circle* (FC)

Jika suatu kurva mempunyai radius R besar dan nilai superelevasi kurang dari 3%, maka full Circle menjadi pilihan dalam merencanakan tikungan.

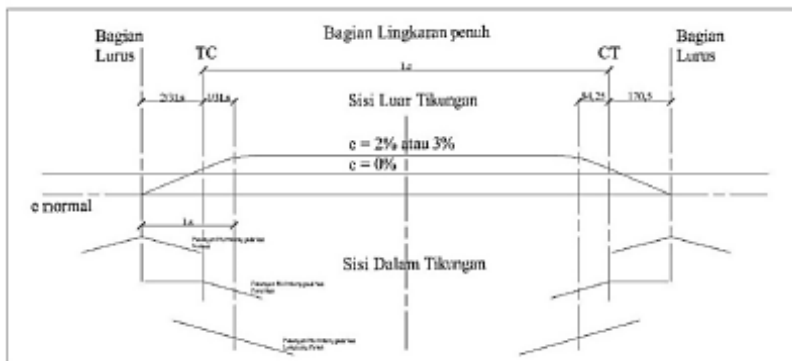
Secara umum, kurva lingkaran utuh hanya praktis bila nilai superelevasi (e) kurang dari 3% dan radius tikungan yang diinginkan (R) cukup besar. perhitungan kurva lingkaran penuh Rumus di atas menunjukkan bahwa tidak ada panjang kurva transisi. Padahal kelengkungan pada alinyemen horizontal sangatlah penting. Pada bagian lurus dan lengkung, superelevasi dicapai karena bentuk lengkung tersebut merupakan lingkaran sempurna. Oleh karena itu, istilah "panjang kurva transisi fiktif" sering digunakan untuk merujuk pada kurva transisi dalam kurva lingkaran penuh yang disebut L_s . Gambar 2.3 menunjukkan

bentuk superelevasi Full Circle suatu tikungan menurut acuan AASHTO.

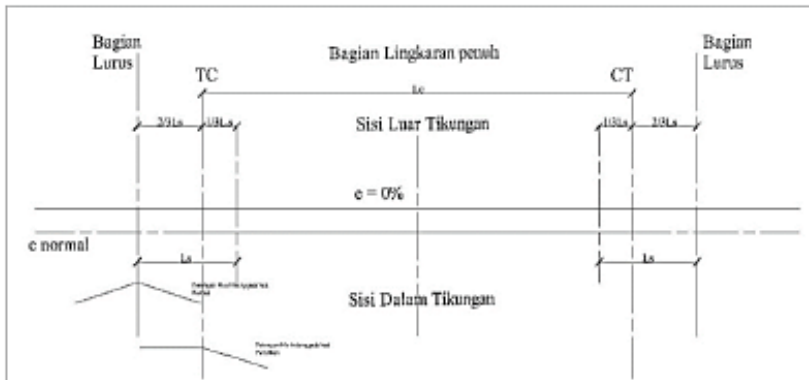


Gambar 5.3. e dan en Full Circle

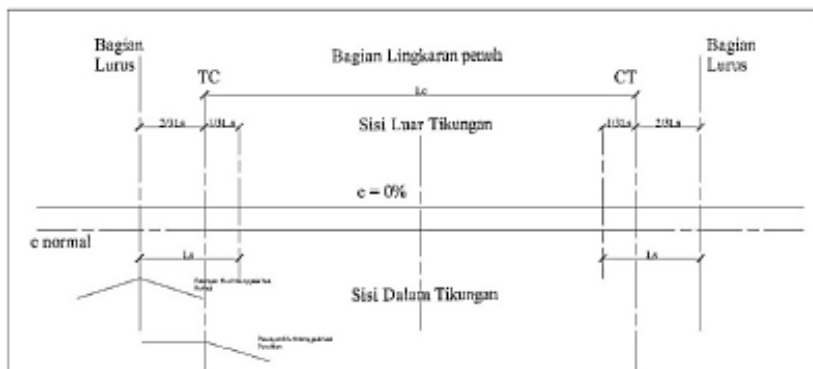
Pedoman Geometrik 2021 memberikan 3 model Full Circle (FC) yang dibedakan berdasarkan e dan en seperti gambar di bawah ini,



Gambar 5.4. $e = +2\%$ atau $+3\%$, pembulatan $e < 1\%$, $< +2\%$, atau $+3\%$



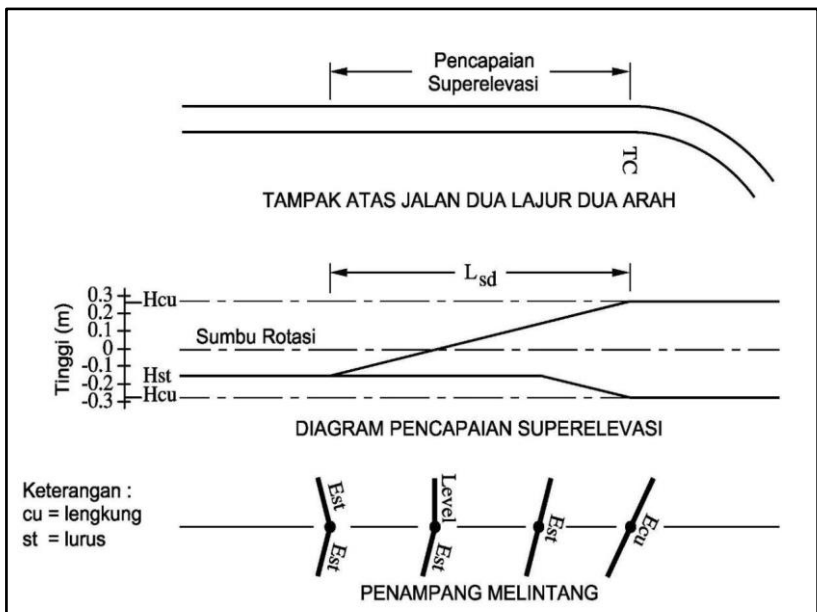
Gambar 5.5. $e = +2\%$ atau -3% , pembulatan $e < 1\%$, $> -2\%$, atau -3%



Gambar 5.6. e penuh, $e > e_{\text{normal}}$ dan $e < e_{\text{max}}$

Tikungan *Full Circle* dianggap tikungan yang dari lurus langsung ke bagian lingkaran, namun faktanya tetap ada lengkung peralihan yang disebut L_s fiktif (L_s'). Tujuan pembuatan lengkung peralihan fiktif untuk membantu pengendara tidak berhenti mendadak yang bisa mengancam keselamatan berlalu lintas. Berdasarkan Pedoman Geometrik 2021, memberikan persyaratan bahwa L_s fiktif (L_s') sebesar $\frac{3}{4} L_s$ pada bagian tangen atau lurus dan $\frac{1}{4}$ pada bagian lengkung ($\frac{1}{4}L_s'$)

Lengkung busur lingkaran adalah bagian lurus-lengkung-lurus (tangen-busur-tangen) pada lengkung F-C. Super elevasi yang disyaratkan apabila $V_d > 80\%$ maka menggunakan 70% *runoff* super elevasi pada bagian lurus (tangen). Super elevasi yang dimaksud adalah tidak lebih dari t (waktu tempuh) = 1 detik dengan panjang bagian lurus 30 m menuju bagian lengkung tikungan F-C.



Gambar 5.7. Superelevasi Lengkung FC

Soal 1. Full Circle (FC)

Sebuah tikungan direncanakan dengan jenis tikungan Full Circle (FC) dengan $V_d = 60$ km/jam, $R_c = 819$ m, $\Delta = 15^\circ$, $e_n = 2\%$,

emaks = 10 % dan B jalan untuk 2/2D = 7 m dan termasuk jenis jalan luar kota. Rencanakan tikungan tersebut dengan Metode Bina Marga dan Metode AASHTO serta gambarkan diagram superelevasinya.

Penyelesaian:

Diketahui $V_d = 80$ km/jam dan $R_c = 819$ m, didapatkan nilai $L_s = 50$ m dan $e_n = 0,0026$. Nilai $e_n < 3\%$ sehingga perencanaan menggunakan tikungan FC (dalam pemilihan L_s dengan mengambil dari Bina Marga super elevasi maksimum 10%)

$$a) Tc = R * tg\left(\frac{1}{2} \Delta\right)$$

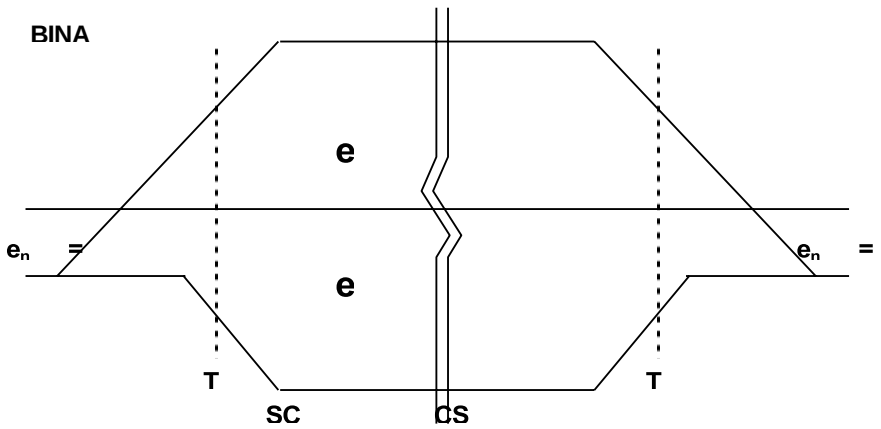
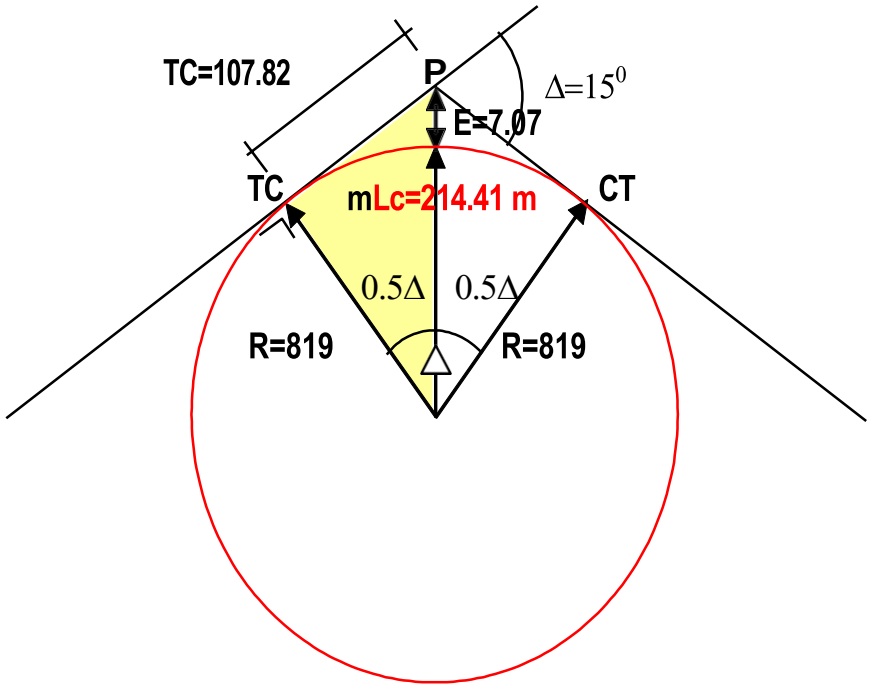
$$Tc = 819 * tg\left(\frac{1}{2} * 15\right) = 107.82 \text{ meter}$$

$$b) E = \frac{R}{\cos\left(\frac{1}{2} * \Delta\right)} - R$$

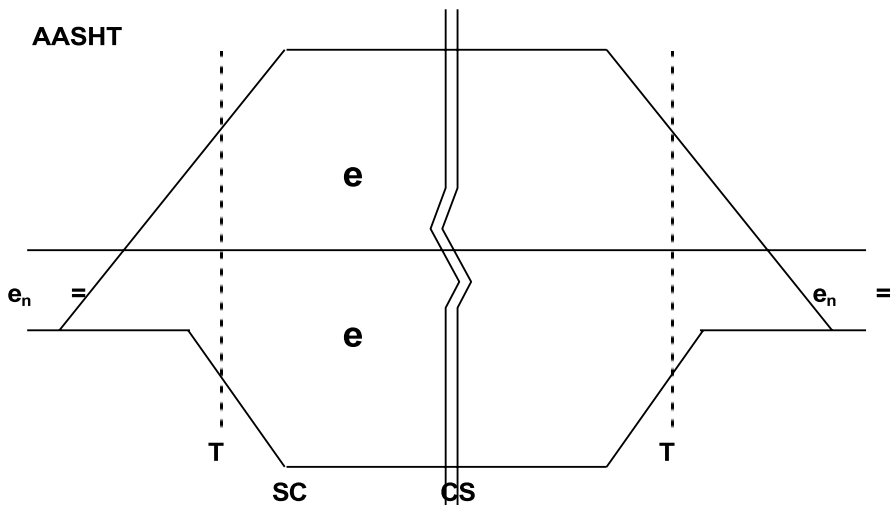
$$E = \frac{819}{\cos\left(\frac{1}{2} * 15\right)} - 819 = 7.07 \text{ meter}$$

$$c) Lc = \left(\frac{\Delta \pi * R}{180}\right) * R$$

$$Lc = \left(\frac{15 * \pi * 819}{180}\right) = 214.41 \text{ meter}$$



$3/4 Ls$	$1/4 Ls$		$1/4 Ls$	$3/4 Ls$
37.50	12.50	$Lc = 214.41$ m	12.50	37.50



2/3 Ls	1/3 Ls		1/3 Ls	2/3 Ls
33.33	16.67	Lc = 214.41 m	16.67	33.33

Soal 2. Full Circle (FC)

Sebuah tikungan direncanakan dengan jenis tikungan Full Circle (FC) dengan parameter perencanaan $V_d = 60$ km/jam, $R_c = 955$ m, $\Delta = 100$, $e_n = 2\%$, $e_{maks} = 10\%$, $B = 7$ m (2 arah) dan kategori jalan luar kota. Rencanakan tikungan tersebut dengan Metode Bina Marga serta gambarkan diagram superelevasinya.

Penyelesaian:

Diketahui $V_d = 80$ km/jam dan $R_c = 955$ m, $L_s = 50$ m dan $e_n = 0,0026$ diperoleh dari tabel Pedoman Geometrik 2021 dengan Nilai $e < 3\%$ sehingga perencanaan menggunakan tikungan FC.

$$a) T_c = R * tg\left(\frac{1}{2}\Delta\right)$$

$$T_c = 955 * tg\left(\frac{1}{2} * 10\right) = 83.55 \text{ meter}$$

$$b) E = \frac{R}{\cos\left(\frac{1}{2} * \Delta\right)} - R$$

$$E = \frac{955}{\cos(\frac{1}{2} * 10)} - 955 = 3.65 \text{ meter}$$

$$c) Lc = \left(\frac{\Delta\pi * R}{180} \right) * R$$

$$Lc = \left(\frac{10 * \pi * 955}{180} \right) = 166.65 \text{ meter}$$

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State of Highway and Transportation Officials (2001) *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2001*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Dhaniarti Raharjo, N. (2022) *DASAR PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN RAYA*.
- Investasi, I. and Sektor, D. (2011) *Penyelenggaraan Infrastruktur Berkelanjutan: Daftar Isi*.
- Jenderal, D. and Marga, B. (1997a) *TATA CARA PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN ANTAR KOTA DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM*.
- Jenderal, D. and Marga, B. (1997b) *TATA CARA PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN ANTAR KOTA DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM*.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga (2021) *Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021*. Jakarta.

BAB 6

MENDESAIN TIKUNGAN S-C-S DAN S-S DAN STATIONING

Oleh Debby Yulinar Permata

6.1 Tikungan dalam Perencanaan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan geometrik jalan, tikungan didefinisikan sebagai bagian dalam desain jalan yang melibatkan lengkungan atau belokan yang diperlukan untuk mengubah arah lintasan jalan. Tikungan adalah komponen penting dalam desain geometrik jalan, karena berperan besar dalam mengarahkan lalu lintas dengan aman dan efisien untuk melewati kondisi topografi yang berbeda atau untuk mengelola perubahan arah guna menghindari rintangan seperti bukit, sungai, atau bangunan.

Secara teknis, tikungan dalam perencanaan geometrik jalan memiliki beberapa karakteristik utama yang meliputi:

1. **Radius Tikungan:** Radius tikungan menentukan jarak dari pusat lengkungan ke tepi jalan atau apex (titik terluar), yang juga mengacu pada ukuran fisik dari tikungan tersebut. Radius minimum ditentukan berdasarkan kecepatan desain jalan dan jenis kendaraan yang akan melintasinya. Tikungan dengan radius yang terlalu kecil dapat menyebabkan kendaraan kehilangan kendali, terutama dalam kondisi jalan yang licin. Sebaliknya, radius yang cukup besar akan mengurangi gaya sentrifugal yang dirasakan oleh pengemudi, sehingga kecepatan maksimum yang diizinkan dan jenis kendaraan dominan harus diperhatikan dalam perancangan radius tikungan tersebut.
2. **Panjang Tikungan:** Panjang tikungan horizontal diukur dari awal hingga akhir dan merupakan fungsi dari kecepatan desain jalan serta kondisi lingkungan sekitarnya. Panjang fisik tikungan ini penting karena mempengaruhi kecepatan maksimum yang aman bagi pengguna jalan.

3. **Superelevasi:** Kemiringan melintang jalan pada tikungan diterapkan untuk menjaga stabilitas kendaraan dan mengurangi gaya sentrifugal yang dapat memengaruhi kenyamanan pengguna jalan. Besar superelevasi harus ditentukan berdasarkan kecepatan desain, radius lengkung, dan kondisi lingkungan seperti tipe permukaan jalan dan juga curah hujan. Superelevasi yang terlalu besar dapat menyebabkan ketidaknyamanan bagi pengemudi dan penumpang, sementara superelevasi yang terlalu kecil dapat meningkatkan risiko kecelakaan.

Selain aspek teknis, perencanaan tikungan juga harus mempertimbangkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. Marka jalan, rambu peringatan, serta pencahayaan yang memadai sangat penting untuk memberikan informasi yang jelas kepada pengemudi tentang tikungan yang akan datang. Tikungan yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan kelancaran arus lalu lintas dan mengurangi risiko kecelakaan. Oleh karena itu, desain geometrik tikungan yang baik merupakan bagian penting dari perencanaan jalan yang aman dan efisien.

6.2 Tikungan Spiral – Circle – Spiral (SCS)

Tikungan *spiral-circle-spiral* (SCS) adalah salah satu metode desain jalan yang paling umum digunakan dalam teknik sipil, terutama untuk menciptakan transisi yang halus pada tikungan jalan. Tikungan pada jalan raya ini dirancang dengan menggabungkan segmen lurus (bagian *tangen*), lengkungan lingkaran (*circular curve*), dan transisi spiral / lengkungan spiral (*spiral transition*).

Tikungan *spiral-circle-spiral* (SCS) terdiri dari tiga bagian utama:

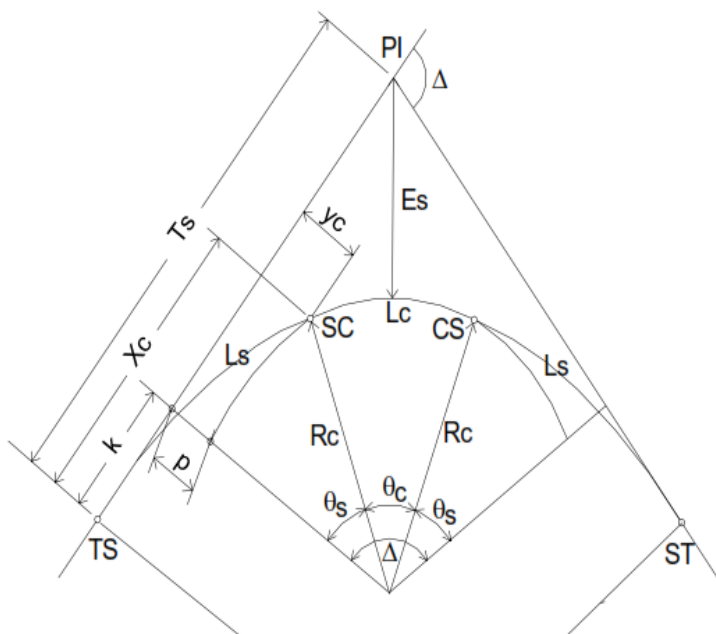
1. *Spiral Transition* (Transisi Spiral): Segmen di mana radius lengkung secara bertahap beralih dari tak terhingga (jalan lurus) ke radius lingkaran tertentu.
2. *Circular Curve* (Lengkungan Lingkaran): Segmen dengan radius tetap yang menghasilkan lintasan melingkar.

3. *Spiral Transition* (Transisi Spiral): Segmen di mana radius lengkung bertransisi dari radius lingkaran kembali ke tak terhingga (jalan lurus).

Proses perancangannya dimulai pada saat kendaraan memasuki lengkungan spiral pertama, di mana alinemen jalan secara bertahap berubah sampai kendaraan melintasi lengkungan lingkaran dengan radius tetap, kemudian keluar melalui lengkungan spiral kedua yang secara bertahap mengubah alinemen jalan kembali ke arah ke arah sebaliknya sedikit demi sedikit hingga kembali bagian lurus (bagian *tangen*). Desain perancangan tikungan ini bertujuan agar kendaraan dapat memasuki dan keluar dari tikungan tanpa perubahan arah yang tiba-tiba. Dengan demikian, desain tikungan ini akan meningkatkan kenyamanan dan keselamatan pengemudi melalui transisi yang halus dari jalan lurus ke tikungan dan sebaliknya.

Tikungan *spiral-circle-spiral* (SCS) banyak digunakan pada perencanaan jalan raya dan juga jalan tol yang dirancang berkecepatan tinggi. Panjang lengkungan spiral pertama dan kedua dirancang tergantung pada kecepatan desain dan radius lengkungan lingkaran. Lengkungan spiral disediakan untuk memfasilitasi transisi dari bagian jalan lurus ke lengkungan lingkaran, sehingga meminimalkan kemungkinan kendaraan tergelincir keluar dari tikungan akibat perubahan gaya lateral yang tiba-tiba.

Selain itu, tikungan *spiral-circle-spiral* (SCS) juga dapat digunakan pada daerah dengan medan perbukitan ataupun pegunungan karena tikungan jenis ini memiliki suatu lengkung peralihan yang memungkinkan adanya perubahan menikung tidak secara mendadak sehingga tikungan tersebut dapat menjadi lebih aman. Dengan demikian, desain tikungan *spiral-circle-spiral* (SCS) memenuhi semua manfaat pergerakan kendaraan berkecepatan tinggi dan dapat dilalui pada kecepatan yang dirancang dengan aman serta memberikan kenyamanan maksimal bagi pengemudi dan penumpang.



Gambar 6.1. Tikungan Spiral – Circle – Spiral (SCS)
(Sumber : Standar Geometri Jalan Perkotaan, RSNI T-14-2004)

Keterangan Gambar :

- TS- SC : panjang lengkung peralihan yang berbentuk spiral
- Ts : panjang titik PI ke titik TS atau titik ST
- Es : jarak titik PI ke lengkung
- R : jari-jari pada tikungan
- Lc : panjang lengkung berbentuk circle
- Ls : panjang lengkung berbentuk spiral (lengkung peralihan)
- qc : besaran sudut lingkaran
- qs : besaran sudut spiral
- p : pergeseran busur lingkaran terhadap nilai tangen asli
- k : jarak antara titik TS atau ST terhadap tangen asli
- l : panjang lengkung pada seluruh bagian tikungan

Parameter perhitungan tikungan *spiral – circle – spiral* (SCS) yaitu sebagai berikut :

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \frac{360}{2\pi} \quad (6.1)$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s \quad (6.2)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} 2\pi R \quad (6.3)$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6 \times R} \quad (6.4)$$

$$X_c = L_s - \frac{L_s^2}{40 \times R^2} \quad (6.5)$$

$$k = X_c - R \times \sin \theta_s \quad (6.6)$$

$$p = Y_c - R (1 - \cos \theta_s) \quad (6.7)$$

$$T_s = (R + p) \times \tan \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k \quad (6.8)$$

$$E_s = \frac{(R+p)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \quad (6.9)$$

$$L_{total} = L_c + 2 L_s \quad (6.10)$$

Note :

Apabila didapatkan nilai $L_c < 20$ meter, maka disarankan untuk tidak menggunakan bentuk tikungan *spiral-circle-spiral* (SCS), tetapi digunakan tikungan *spiral-spiral* (SS) (Saodang, 2010). Selain itu, tikungan *spiral-circle-spiral* (SCS) ini dapat didesain jika $0,20 \text{ m} \leq p \leq 1,0 \text{ m}$ (Sukirman. S, 2015).

Dimana :

- θ_s : besar sudut spiral yang terbentuk pada titik SC
- L_s : panjang lengkung peralihan
- R : jari – jari alinemen horizontal, m
- Δ : sudut alinemen horizontal, °
- L_c : panjang busur lingkaran, m
- T_s : jarak titik TS dari titik PI, m
- E_s : jarak dari titik PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m
- X_s, Y_s : koordinat pada titik peralihan dari bentuk *spiral* ke bentuk *circle* (SC), m

6.3 Tikungan *Spiral – Spiral* (SS)

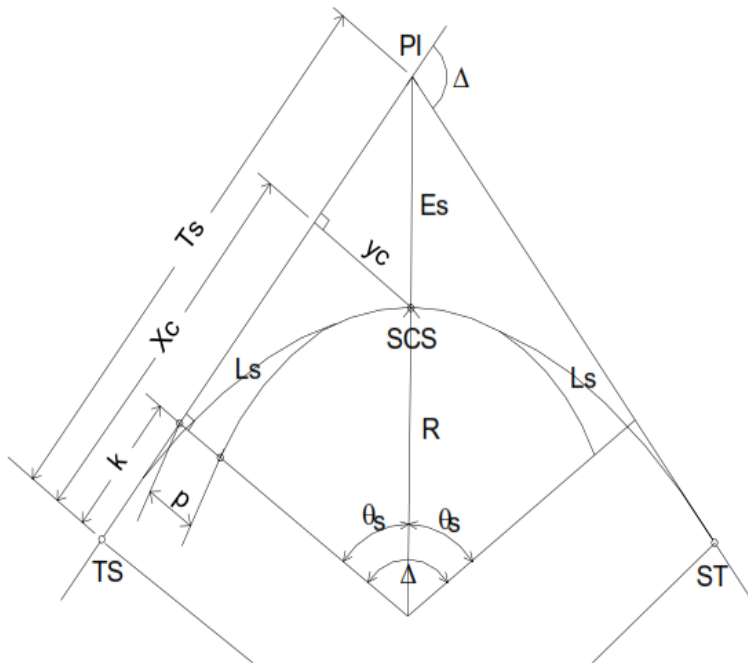
Tikungan *spiral-spiral* (SS) dirancang sedemikian rupa sehingga ada transisi yang mulus dari alinemen lurus ke bagian melingkar, dan sebaliknya. Pada dasarnya, tikungan ini terdiri dari dua segmen lengkungan spiral atau transisi yang berturut-turut tanpa segmen lengkungan lingkaran di antaranya. Desain ini sangat efektif dalam mengurangi perubahan gaya sentrifugal yang mendadak dan meningkatkan kenyamanan serta keselamatan pengendara.

Tikungan *spiral-spiral* (SS) terdiri dari dua segmen utama:

1. *Spiral Transition* (Transisi Spiral): Segmen dengan radius yang berubah secara bertahap dari tak terhingga (jalan lurus) ke radius lingkaran tertentu dan sebaliknya.
2. *Transition Point* (Titik Peralihan): Titik di mana transisi spiral pertama berakhir dan transisi spiral kedua dimulai.

Tikungan *spiral-spiral* (SS), pada umumnya, diterapkan pada jalan dengan kecepatan rendah atau di daerah perkotaan yang lahannya terbatas. Pada tikungan ini, kendaraan memasuki tikungan spiral pertama yang secara bertahap mengubah jalur jalan dan kemudian langsung menuju ke tikungan spiral berikutnya yang mengarahkan jalan kembali lurus atau ke tikungan lainnya. Desain ini memastikan perubahan arah yang halus dan aman, meskipun pada kecepatan rendah.

Tikungan *spiral-spiral* (SS) sering diterapkan pada jalan dengan tata letak yang kompleks, seperti persimpangan atau *ramp* jalan raya, di mana fleksibilitas dalam penempatan lengkungan sangat diperlukan. Meskipun tikungan *spiral-spiral* (SS) kurang efisien jika dibandingkan dengan tikungan *spiral-circle-spiral* (SCS) dalam mengakomodasi kendaraan berkecepatan tinggi, namun transisi tetap halus dan mengurangi tekanan lateral pada kendaraan. Penggunaan tikungan *spiral-spiral* (SS) harus mempertimbangkan kecepatan desain, kondisi lingkungan seperti ketersediaan ruang, dan jenis permukaan jalan untuk memastikan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan.



Gambar 6.2. Tikungan Spiral – Spiral (SS)
(Sumber : Standar Geometri Jalan Perkotaan, RSNI T-14-2004)

Keterangan :

- TS- SC : lengkung peralihan yang berbentuk spiral
- Ts : panjang PI ke titik TS atau titik ST
- Es : jarak PI ke bagian lengkung
- R : jari-jari pada tikungan
- Ls : panjang lengkung yang berbentuk spiral
- θ_s : besaran sudut spiral
- k : jarak antara titik TS atau ST terhadap tangen asli

Parameter perhitungan tikungan spiral – spiral :

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad (6.11)$$

$$\Delta_c = 0 \quad (6.12)$$

$$L_c = 0 \quad (6.13)$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6 \times R} \quad (6.14)$$

$$Xc = Ls - \frac{Ls^2}{40 \times R^2} \quad (6.15)$$

$$k = Xc - R \times \sin \theta_s \quad (6.16)$$

$$p = Yc - R (1 - \cos \theta_s) \quad (6.17)$$

$$Ts = (R + p) \times \tan \theta_s + k \quad (6.18)$$

$$Es = \frac{(R+p)}{\cos \theta_s} - R \quad (6.19)$$

$$L_{total} = 2 Ls \quad (6.20)$$

Dimana :

- θ_s : sudut spiral yang terbentuk pada titik SC = CS
- Ls : panjang lengkung yang berbentuk spiral
- R : jari – jari pada alinemen horizontal, m
- Δ : sudut pada alinemen horizontal, °
- Ts : jarak titik TS dari titik PI, m
- Es : jarak dari titik PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m

6.4 Lengkung Peralihan (Ls)

Lengkung peralihan atau lengkung spiral (Ls) merupakan lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari tetap (R). Lengkung peralihan (Ls) dibuat dengan tujuan untuk mengantisipasi perubahan alinemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung berjari-jari tetap (R) sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan (Buku Pedoman Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997).

Menurut Pedoman Desain Geometrik Jalan (2021), lengkung peralihan (Ls) memiliki 2 kegunaan utama, antara lain:

1. Lengkung peralihan akan membantu kendaraan pada saat melewati jalur yang menikung sehingga lebih mudah untuk dilalui dan akan menyebabkan perubahan gaya lateral yang meningkat dan menurun secara bertahap sesuai dengan gerakan kendaraan saat memasuki dan meninggalkan tikungan. Lengkung peralihan juga akan mengurangi kemungkinan kendaraan untuk berpindah dari lajur asal ke

- lajur yang letaknya berdampingan, dan secara umum, mendukung kecepatan lintasan yang konstan.
2. Lengkung peralihan merupakan lokasi ideal untuk membentuk superelevasi dari kemiringan melintang normal pada bagian lurus ke superelevasi penuh pada tikungan, dan dapat dirancang berdasarkan kecepatan serta perbandingan radius bagi kendaraan yang melintasinya.

Lengkung peralihan (L_s) diberikan dalam desain tikungan karena memiliki beberapa kelebihan, yaitu (Saodang, 2010) :

1. Pengemudi dapat dengan mudah mengikuti jalur yang sudah ditetapkan di depannya tanpa melintasi lajur lain.
2. Perubahan dari kemiringan jalan normal ke kemiringan sebesar superelevasi harus dilakukan secara bertahap sesuai dengan gaya sentrifugal yang bekerja.
3. Mengadakan peralihan di mana pelebaran perkerasan diperlukan dari jalan lurus menuju tikungan tajam.
4. Meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengemudi, dengan sedikit kemungkinan pengemudi keluar jalur.
5. Menambah keindahan bentuk jalan tanpa memberikan kesan patah pada batas antara bagian lurus dan lengkung dari busur lingkaran.

Panjang lengkung peralihan (L_s) ditetapkan atas pertimbangan bahwa:

1. Untuk menghindari kesan perubahan mendadak, maka nilai L_s dibatasi dan ditetapkan 3 detik dari kecepatan rencana
2. Antisipasi terhadap berangsurnya gaya sentrifugal yang terjadi pada lengkung peralihan (L_s) dengan aman
3. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (r_e) dari bentuk superelevasi normal (e normal) ke superelevasi rencana (e rencana) harus kurang dari nilai r_{e-maks} yang ditetapkan sebagai berikut:

Untuk $VR \leq 70$ km/jam, nilai $r_{e-maks} = 0,035$ m/m/detik.

Untuk $VR \geq 80$ km/jam, nilai $r_{e-maks} = 0,025$ m/m/detik.

Adapun metode perhitungan lengkung peralihan (L_s) yang didasarkan pada pertimbangan diatas adala sebagai berikut:

1. Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik),

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T \quad (6.21)$$

Dimana :

T : waktu tempuh pada lengkung peralihan, 3 detik
 V_R : kecepatan rencana kendaraan (km/jam)
 L_s : panjang lengkung peralihan (m)

2. Berdasarkan antisipasi terhadap gaya sentrifugal, Rumus modifikasi shortt:

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{R.C} - 2,727 \frac{V_R.e}{C} \quad (6.22)$$

Dimana :

L_s : panjang lengkung peralihan (m)
 V_R : Kecepatan rencana (km/jam)
 C : perubahan percepatan diambil 0,3 – 1,0 disarankan 0,4 m/dtk
 R : Jari-jari busur lingkaran (m)
 e : superelevasi

3. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

$$L_s = \frac{(e_m - e_n) \cdot V_R}{3,6 \cdot r_e} \quad (6.23)$$

Dimana :

V_R : kecepatan rencana (km/jam)
 e_m : superelevasi maksimum
 e_n : superelevasi normal (umumnya 2% - 4%)
 r_e :tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan (m/m/dtk)

6.5 Stationing

6.5.1 Stationing dalam Perencanaan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan geometrik jalan, stationing merujuk pada lokasi suatu titik sepanjang jalur jalan dengan menggunakan titik acuan yang dikenal sebagai stasiun. Stasiun biasanya diberi penomoran berurutan untuk mencerminkan jarak dari titik awal,

yang dikenal sebagai stasiun nol atau titik awal proyek. Penomoran stasiun biasanya dilakukan dalam satuan meter atau kaki, tergantung pada konvensi yang digunakan di negara tersebut. Sebagai contoh, stasiun 100+00 menunjukkan jarak 10.000 meter dari titik awal proyek. Oleh karena itu, stationing sangat penting karena memberikan referensi yang paling jelas dan konsisten untuk hampir semua aspek desain dan konstruksi jalan.

Penggunaan stationing memungkinkan untuk menentukan lokasi berbagai elemen jalan, seperti tikungan, tanjakan, persimpangan, jembatan, dan lainnya secara lebih akurat. Melalui stationing, komunikasi dan koordinasi antara berbagai pihak yang terlibat dalam proyek jalan dapat dipermudah, karena setiap perubahan atau elemen jalan dapat direferensikan secara tepat. Sebagai contoh, jika ada kesalahan yang perlu diperbaiki atau disesuaikan pada titik tertentu di sepanjang jalan, maka dapat dengan mudah merujuk ke stasiun tertentu di mana pekerjaan tersebut akan dilakukan.

Stationing juga digunakan pada tahap awal survei dan pengukuran lapangan. Stasiun ditempatkan di sepanjang jalur jalan yang diusulkan pada interval tertentu. Titik-titik ini berfungsi sebagai acuan untuk pengukuran dan pencatatan data tentang topografi, geologi, dan kondisi tanah. Data-data tersebut kemudian berguna untuk membuat profil longitudinal dan *cross-section* jalan yang menjadi dasar untuk desain geometrik. Selama masa konstruksi, stationing dapat membantu untuk memastikan jalan dibangun sesuai dengan desain yang diinginkan, dengan menyediakan titik acuan yang jelas untuk penempatan elemen jalan dan pengendalian elevasi.

Selain itu, stationing memainkan peran penting dalam proses pengawasan dan pemeliharaan jalan. Setelah jalan selesai dibangun, stationing tetap digunakan sebagai referensi untuk pekerjaan pemeliharaan rutin dan perbaikan. Dengan merujuk pada stasiun tertentu, tim pemeliharaan dapat dengan cepat dan efisien mengidentifikasi serta memperbaiki masalah, seperti kerusakan permukaan, drainase yang buruk, atau tanda-tanda bahwa jalan perlu diperbarui. Dengan demikian, stationing memastikan bahwa

perhatian besar diberikan pada desain dan konstruksi jalan terkait kualitas dan keberlanjutannya dalam jangka panjang.

6.5.2 Penentuan dan Penomoran Stationing

Penentuan stationing dalam perencanaan geometrik jalan melibatkan sejumlah langkah dan teknik untuk memastikan keselarasan dan keseragaman jalur jalan. Stasiun pertama yang ditentukan dalam suatu proyek adalah stasiun awal, atau stasiun nol, yang menjadi titik referensi pertama dalam penentuan stasiun-stasiun berikutnya. Pengukuran dilakukan secara bertahap dari titik ini di sepanjang jalur yang direncanakan, dengan nomor stasiun diberikan pada interval tetap.

Proses penentuan dan penomoran stationing melibatkan pengukuran jarak horizontal sepanjang jalur jalan yang direncanakan. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan alat survei seperti total station, theodolite, atau GPS dengan tingkat akurasi tinggi. Ketika jarak yang ditentukan tercapai, stasiun baru ditandai dan diberi nomor yang sesuai.

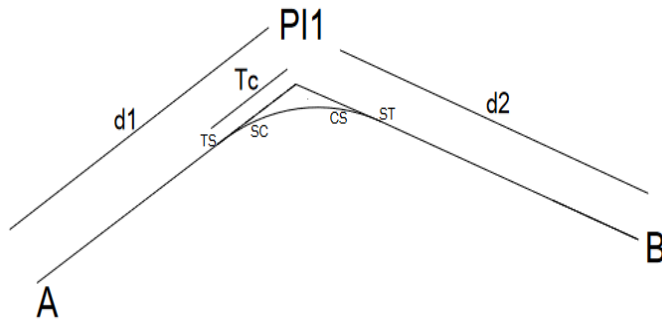
Penomoran stationing dasar dimulai dari titik awal proyek yang ditetapkan sebagai Station 0+000, yang merupakan titik referensi awal untuk semua pengukuran. Angka "0" mewakili kilometer atau ratusan meter, dan "+000" menunjukkan titik nol meter dari awal jalan. Penomoran dilakukan setiap 100 meter dengan format **X+YYY**, di mana nilai **X** adalah kilometer atau ratusan meter dari awal jalan sedangkan nilai **YYY** adalah meter tambahan setelah ratusan meter.

Contoh penentuan dan penomoran stationing:

- Sta 0+000 : Titik awal proyek.
- Sta 0+500 : Berjarak 500 meter dari titik awal proyek.
- Sta 1+000 : Berjarak 1.000 meter atau 1 kilometer dari titik awal proyek
- Sta 1+500 : Berjarak 1.500 meter atau 1 kilometer dan 500 meter dari titik awal proyek.

Pada jalur yang melibatkan tikungan, tanjakan, atau turunan, perhitungan stationing mungkin memerlukan penyesuaian lebih lanjut. Panjang tikungan harus diukur dengan sangat teliti, dan

stasiun tambahan perlu ditempatkan di titik-titik penting seperti titik awal tikungan, titik tengah, dan titik akhir tikungan. Dalam kasus tanjakan atau turunan, elevasi juga harus diperhitungkan untuk memastikan bahwa jarak horizontal yang diukur tetap akurat. Oleh karena itu, pengukuran perlu dilakukan dengan baik untuk meminimalisir terjadinya kesalahan yang bisa mempengaruhi keseluruhan desain jalan.



Gambar 6.3. Penomoran Stationing pada Tikungan

Keterangan gambar:

d_1	: Jarak dari A ke PI
Titik A	: Titik awal proyek
Titik B	: Titik akhir proyek
Jarak TS-SC = CS - ST	: L_s
Jarak SC - CS	: L_c
Jarak TS - PI	: T_s

Penentuan penomoran (stationing) pada tikungan jalan untuk setiap titik-titik penting adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Sta A} &: 0 + 000 \\ \text{Sta TS} &: \text{Sta A} + d_1 - T_s \end{aligned} \quad (6.24)$$

$$\text{Sta SC} : \text{Sta TS} + L_s \quad (6.25)$$

$$\text{Sta CS} : \text{Sta SC} + L_c \quad (6.26)$$

$$\text{Sta ST} : \text{Sta CS} + L_s \quad (6.27)$$

$$\text{Sta B} : \text{Sta ST} + d_2 - T_s \quad (6.28)$$

Selain membantu dalam pengukuran fisik, perangkat lunak desain jalan modern sangat berguna dalam menghitung dan memverifikasi stationing. Perangkat lunak ini memungkinkan pembuatan profil jalan yang akurat berdasarkan data survei, termasuk penomoran stasiun. Perangkat lunak ini juga mampu memodelkan berbagai elemen jalan, seperti tikungan, tanjakan, dan persimpangan, serta mengidentifikasi potensi masalah sebelum konstruksi dimulai. Kombinasi antara pengukuran lapangan yang akurat dan alat bantu digital ini memastikan perhitungan stationing dilakukan dengan tepat dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2004. Geometri Jalan Perkotaan (RSNI T-14-2004). Direktorat Jenderal Tata Perkotaan dan Tata Perdesaan, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2021. *Pedoman Desain Geometrik Jalan*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Saodang, H. 2010. *Konstruksi Jalan Raya Buku 1 Geometrik Jalan*. Bandung: Nova.
- Sukirman, Silvia. 1999, *Dasar – Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Bandung : Nova.

BAB 7

DESAIN TIKUNGAN SESUAI KONDISI MEDAN

Oleh Muhammad Djaya Bakri

7.1 Pendahuluan

Dalam perencanaan geometrik sebagai proses desain awal jalan, potongan melintang topografi medan jalan mempunyai pengaruh terhadap penetapan alinemen horisontal dan alinemen vertikal jalan, serta kecepatan desain. Perancangan geometrik jalan merupakan salahsatu bagian dari perancangan jalan yang difokuskan pada desain bentuk fisik jalan, dengan tujuan menghasilkan bentuk jalan yang dapat dimanfaatkan untuk operasi lalu lintas dengan cepat, lancar, aman, nyaman, dan efisien. Dasar perancangan geometrik jalan adalah sifat gerakan, ukuran kendaraan (dimensi dan berat), sifat pengemudi dalam mengemudikan kendaraannya, dan karakteristik arus lalu lintas (volume, kecepatan, dan kerapatan) (Sukirman, 1999).

Perencanaan geometrik jalan meliputi tiga elemen penting, yaitu alinyemen horisontal, alinyemen vertikal dan penampang melintang jalan. Alinyemen horisontal disebut juga sebagai "*situasi jalan*" atau "*trase jalan*" dan jika ditampilkan dalam bidang gambar, maka dapat dilihat sebagai proyeksi sumbu jalan pada bidang horisontal. Alinyemen horisontal terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung. Garis lengkung ini dapat terdiri dari busur lingkaran (*circle*), busur peralihan (*spiral*), atau busur lingkaran ditambah dengan lengkung peralihan (*spiral-circle-spiral*). Pada medan datar yang umumnya berada di wilayah perkotaan (*urban*), bagian lurus jalan dapat dibuat sangat panjang. Sebaliknya pada topografi berbukit atau pengunungan yang umumnya berada di kawasan luar kota (*rural*), trase jalan bagian lurus dibangun menjadi lebih pendek dan perlu dibuat lebih banyak tikungan jalan mengikuti bentuk topografi untuk memenuhi

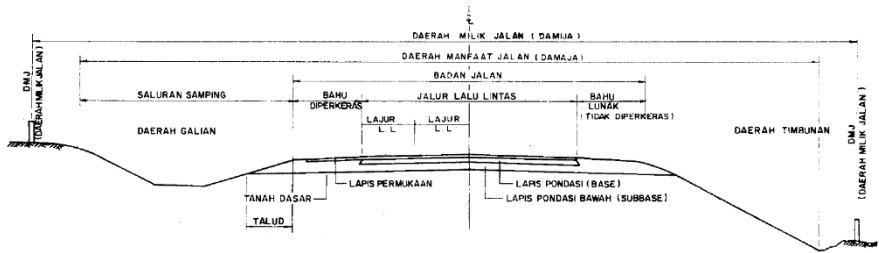
kebutuhan akan pengoperasian lalu lintas, keamanan, jarak pandangan dan fungsi jalan.

Alinyemen vertikal merupakan profil memanjang jalan yang menampilkan elevasi sumbu jalan. Penampang memanjang jalan dapat berupa jalan landai, mendaki (tanjakan) atau menurun (turunan). Alinyemen vertikal dengan profil memanjang jalan landai umumnya berada di wilayah perkotaan, dan pada wilayah luar kota, lazim ditemukan jalan dengan profil memanjang mendaki atau menurun (Hendarsin, 2000).

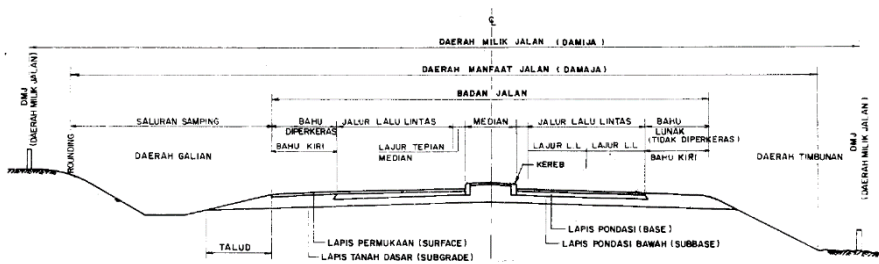
Penampang melintang jalan menggambarkan potongan jalan yang tegak lurus terhadap sumbu jalan, yang menunjukkan bentuk dan susunan bagian-bagian jalan dalam arah melintang. Menurut AASHTO (AASHTO, 2018), penampang melintang jalan merupakan bagian yang menampilkan bagian-bagian jalan seperti lebar dan jumlah lajur jalan, median atau tanpa median jalan, drainase permukaan, kelandaian melintang jalan, serta bangunan pelengkap jalan.

Sukirman (1999) mengelompokkan penampang melintang jalan menjadi beberapa bagian, yaitu bagian yang langsung berguna untuk lalu lintas meliputi: jalur lalu lintas, lajur lalu lintas, bahu jalan, trotoar, dengan dan atau tanpa median. Bagian yang berguna untuk drainase meliputi: saluran samping, kemiringan melintang jalur lalu lintas, kemiringan melintang bahu, kemiringan lereng. Bagian pelengkap jalan meliputi: kereb, dan pengaman tepi. Bagian konstruksi jalan meliputi: lapisan perkerasan jalan, lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, dan lapisan tanah dasar. Bagian lain dari penampang melintang jalan adalah: daerah manfaat jalan (damaja), daerah milik jalan (damija), dan daerah pengawasan jalan (dawasja).

Pada Gambar 7.1. ditampilkan penampang melintang jalan tanpa median, dan penampang melintang jalan dengan median ditampilkan pada Gambar 7.2.



Gambar 7.1. Penampang Melintang Jalan Tanpa Median
(Sumber: Sukirman, 1999)



Gambar 7.2. Penampang Melintang Jalan Dengan Median
(Sumber: Sukirman, 1999)

Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2011), nomenklatur damaja, damija, dan dawasja telah diubah menjadi rumaja, rumija, dan ruwasja.

Rumaja atau ruang manfaat jalan, meliputi badan jalan, saluran tepi jalan untuk drainase permukaan, lereng timbunan atau lereng galian dan ambang pengaman jalan yang dibatasi oleh tinggi dan kedalaman tertentu dari muka perkerasan. Sehingga rumaja diperuntukkan untuk perkerasan jalan, median, jalur pemisah jalan, bahu jalan, trotoar, saluran tepi dan gorong-gorong, talud tepi badan jalan, bangunan pelengkap jalan, dan perlengkapan jalan yang tidak boleh dimanfaatkan untuk prasarana perkotaan atau keperluan utilitas atau yang lainnya tanpa izin tertulis dari penyelenggara jalan.

Rumija atau ruang milik jalan merupakan ruang sepanjang jalan, dibatasi oleh lebar yang ditetapkan oleh penyelenggara jalan

dan menjadi milik negara. Rumija selain digunakan untuk ruang manfaat jalan (rumaja), dapat pula dimanfaatkan untuk: pelebaran jalan atau penambahan lajur lalu lintas di masa yang akan datang, kebutuhan ruang untuk pengaman jalan, ruang terbuka hijau yang berfungsi sebagai lansekap jalan, dan kebutuhan ruang untuk penempatan utilitas.

Ruwasja atau ruang pengawasan jalan merupakan ruang tertentu di luar Rumija, dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu, penggunaannya di bawah pengawasan penyelenggara jalan. Ruwasja diperuntukkan bagi pemenuhan pandangan bebas pengemudi, ruang bebas bagi kendaraan yang mengalami hilang kontrol, dan pengaman konstruksi jalan serta pengamanan fungsi jalan. Lebar Ruwasja ditentukan dari sisi luar Rumija dengan lebar paling sedikit 15,00 meter untuk Jalan Arteri, 5,00 meter untuk Jalan Kolektor. Jalan lokal 5,00 meter dan untuk jalan lingkungan minimal 3,00 meter. Untuk area jembatan, lebar ruwasja minimal 100,00 meter. Jika lebar rumija terbatas, lebar ruwasja dapat ditentukan dari tepi luar badan jalan

Topografi wilayah atau medan dimana jalan akan dibangun diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) tipe, yaitu: datar, bukit dan gunung. Masing-masing memiliki standar kemiringan topografi yang diukur tegak lurus terhadap garis konturnya. Suatu medan dikatakan datar apabila kecepatan kendaraan truk sama atau mendekati kecepatan mobil penumpang. Suatu medan dikategorikan perbukitan jika kecepatan kendaraan truk berkurang dengan kecepatan mobil penumpang, tetapi belum merangkak. Kecepatan kendaraan truk akan mengalami penurunan signifikan sehingga truk tersebut jalannya merangkak dengan frekuensi jika berjalan pada medan pegunungan. Klasifikasi medan jalan tersebut seperti disajikan pada Tabel. 7.1.

Tabel 7.1. Klasifikasi medan jalan

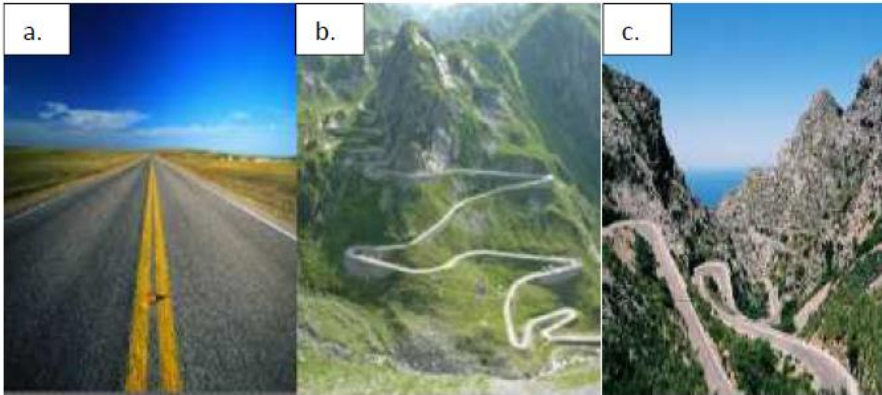
No.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan*)
1	Datar	D	< 10
2	Bukit	B	10 - 25
3	Gunung	G	> 25

Catatan: *) Nilai kemiringan medan rata-rata per 50m dalam satu kilometer

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2021)

Dalam Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 (Pemerintah Republik Indonesia, 2004), sistem jaringan jalan terdiri dari Sistem Jaringan Jalan (SJJ) Primer dan Sistem Jaringan Jalan (SJJ) Sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki fungsi jalan. SJJ Primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, berfungsi menghubungkan pusat-pusat kegiatan yang umumnya berwujud kota dan berlokasi di luar kota dikategorikan sebagai jalan antarkota. SJJ Sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang berfungsi menghubungkan pusat-pusat kegiatan yang umumnya berwujud kawasan di dalam kota dikategorikan sebagai jalan perkotaan.

Jalan-jalan di wilayah luar kota (dalam SJJ Primer) seperti jalan-jalan yang melayani antarkota dan jalan bebas hambatan (jalan tol) dapat berada pada medan datar, perbukitan, dan pegunungan. Sedangkan jalan-jalan di wilayah perkotaan (dalam SJJ Sekunder) dianggap seluruhnya berada pada medan datar. Ilustrasi klasifikasi medan seperti disajikan pada Gambar 7.3.



Gambar 7.3. Kondisi Klasifikasi Medan Jalan: a. Datar, b. Perbukitan, c. Pegunungan
(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017)

Pada medan datar, jarak pandang umumnya dapat dibuat panjang tanpa kesulitan konstruksi atau pun dengan tidak membutuhkan pembiayaan besar. Pada medan perbukitan, elevasi topografi daerah yang naik-turun, atau berlereng curam dapat membatasi bentuk alinemen horizontal dan vertikal untuk memenuhi persyaratan teknik alinemen jalan., Perubahan memanjang maupun melintang permukaan tanah yang besar dan mendadak umumnya ditemui pada medan gunung. Diperlukan penggalian tanah atau penimbunan tanah untuk membuat badan jalan yang memenuhi kriteria desain untuk alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal.

Secara umum, medan gunung menghasilkan kelandaian alinemen memanjang jalan yang lebih curam dibandingkan dengan alinemen pada medan bukit. Pada medan bukit menghasilkan kelandaian memanjang yang lebih curam dibandingkan dengan medan datar. Kondisi medan pendakian atau turunan yang curam, akan menyebabkan kendaraan berat seperti truk, harus mengurangi kecepatannya yang umumnya jauh lebih rendah dari kecepatan mobil penumpang. Sehingga medan gunung maupun bukit mempunyai efek yang lebih besar dari medan datar dalam penentuan alinemen jalan.

Desain tikungan jalan yang sesuai dengan kondisi medan adalah penting memastikan keselamatan pengemudi dan efisiensi lalu lintas, sehingga perlu dilakukan analisis medan rencana trase jalan.

7.2 Analisis Medan

Analisis medan untuk desain tikungan jalan adalah langkah penting yang mempengaruhi keselamatan dan efisiensi lalu lintas. Analisis medan ini meliputi tinjauan lokasi trase jalan, topografi, geologis, tata guna lahan dan lingkungan (Saodang, 2010).

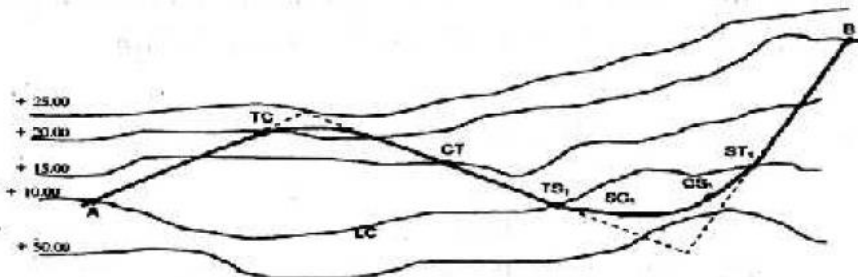
7.2.1 Trase Jalan

Kondisi topografi dimana jalan akan dibangun sangat mempengaruhi dalam penentuan lokasi suatu trase jalan, sehingga diperlukan survey awal (*reconnaissance survey*) untuk pengumpulan data lapangan yang dapat menggambarkan tentang kondisi daerah yang akan dijadikan pemilihan lokasi trase jalan. Dengan data-data yang diperoleh seperti data topografi; daerah datar, bukit, pegunungan; daerah rawa atau lokasi tanah labil yang rawan terjadi longsor; daerah situs bersejarah, cagar budaya atau hutan lindung; daerah persialngan sungai dan lain sebagainya.

Hasil survey juga dapat mengumpulkan data kondisi daya dukung tanah dasar yang dapat mempengaruhi penentuan lokasi trase jalan. Tanah dasar dengan daya dukung rendah, umumnya dihindari sebagai area pembangunan badan jalan, karena tanah dasar seperti ini akan membutuhkan penanganan (*treatment*) untuk perbaikan daya dukung dengan melakukan penimbunan badan jalan yang tinggi. Demikian juga jika terdapat tanah dasar dengan permukaan air tanah tinggi yang dapat menurunkan nilai daya dukung, maka dihindari dengan memindahkan rencana trase jalan pada area yang lebih baik

Data-data yang diperoleh diplotkan kedalam peta dasar untuk menetapkan titik-titik stasiun awal dan akhir dari trase jalan, dan dapat dibuat beberapa alternatif trase. Setelah melalui pertimbangan syarat teknis dan biaya yang paling ekonomis, maka dapat ditetapkan trase rencana jalan dengan bentuk tikungan yang menyesuaikan kondisi medan. Secara ilustratif rencana trase jalan

dengan bentuk tikungan menyesuaikan kondisi medan ditampilkan pada Gambar 7.4.



Gambar 7.4. Rencana Trase Jalan Dengan Tikungan Sesuai Kondisi Medan

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017)

7.2.2 Faktor Topografi

Topografi datar umumnya berada dalam kawasan perkotaan. Kondisi daerah datar memudahkan dalam desain alinyemen jalan, baik alinyemen horisontal maupun alinyemen vertikal. Daerah tikungan disesuaikan dengan tataguna lahan yang ada di perkotaan tersebut, seperti kawasan permukiman, perdagangan, pemerintahan, pendidikan hingga kawasan wisata.

Desain alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal pada daerah perbukitan atau daerah pegunungan lebih rumit dibanding pada daerah datar, karena harus menyesuaikan dengan kondisi topografi yang memenuhi syarat teknis dan biaya yang ekonomis. Pada daerah pegunungan, untuk dapat mempertahankan kapasitas jalan, diperlukan membangun jalur tambahan pada jalur tanjakan (*climbing lane*) yang berat.

Jalan-jalan di daerah luar kota (*rural*), umumnya diperuntukkan untuk kendaraan truk dengan bobot muatan tinggi, sedangkan jalan-jalan di daerah perkotaan (*urban*) diperuntukkan untuk variasi lalu lintas dengan kecepatan rendah atau tinggi. Secara umum trase jalan pada daerah perbukitan, selalu mengikuti kontur dari topografi, sehingga banyak dibuat tikungan untuk mempertahankan kelandaian memanjang (*grade*) jalan. Namun demikian yang paling utama adalah kelandaian memanjang jalan

disesuaikan dengan persyaratan yang ada, agar kendaraan-kendaraan berat masih bisa melaluinya. Persyaratan ini mengatur kelandaian memanjang maksimum (*grade*) jalan, agar semua jenis kendaraan yang diijinkan pada trase jalan tersebut dapat mempertahankan kecepatan rencananya, dan tidak sampai terhenti akibat keterbatasan kapasitas mesin yang dipunyai kendaraan.

7.2.3 Faktor Geologi

Daerah-daerah rawan longsor, daerah patahan, amblesan dan daerah zona geologis lainnya yang berbahaya harus dihindari dalam penentuan letak trase jalan. Data-data geologis yang menunjukkan zona rawan perlu disiapkan dan menjadi salahsatu acuan dalam penentuan letak trase jalan. Demikian pula untuk daerah yang memiliki daya dukung tanah yang rendah serta melalui genangan air yang bersifat regional, perlu dihindari kalau masih bisa dihindari. Jika tidak ada pilihan lain, maka perlu dilakukan *treatment* dengan perbaikan daya dukung tanah atau penambahan elevasi tanah dengan memperhatikan umur layanan jalan yang relatif lama.

7.2.4 Faktor Tata Guna Lahan

Tata guna lahan sangat mempengaruhi fungsi dan kelas jalan. pada daerah industri akan membutuhkan kelas jalan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan permukiman di wilayah perkotaan. Umumnya jalan di kawasan perkotaan merupakan jalan dengan fungsi sekunder dan kecepatan rendah, sehingga turut mempengaruhi bentuk tikungan jalan.

7.2.5 Faktor Lingkungan

Pembangunan infrastruktur secara umum sangat dibutuhkan sebagai penunjang kesejahteraan masyarakat secara luas, termasuk pembangunan jalan. Namun kegiatan pembangunan tersebut tidak boleh lepas dari prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan. Sehingga diperlukan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) sebelum mulai dilaksanakan pembangunan jalan guna mencegah terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan, menghindarkan konflik dengan masyarakat, menjaga agar pembangunan sesuai dengan prinsip pembangunan berkelanjutan.

Trase jalan yang memperhatikan dampak lingkungan akan menghasilkan rancangan alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal jalan yang akan mampu menghasilkan kontruksi jalan yang memberikan kenyamanan dan keselamatan bagi pengguna jalan.

7.2.6 Penetapan Stasiun (Stationing)

Tujuan dari penetapan stationing, adalah untuk menetapkan titik-titik lintasan suatu trase jalan, sekaligus untuk menentukan panjang suatu trase jalan, atau jarak dari suatu tempat ke tempat lainnya pada suatu lokasi jalan. Titik-titik penting atau titik-titik yang terdapat pada sepanjang jalan tertentu dinamakan dengan nama titik stasiun. Jadi stasiun (Sta.) adalah jarak langsung yang diukur dari mulai titik awal, berupa Sta. 0 + 000 sampai dengan titik yang akan dicari stasiunnya

Titik-titik awal yang penting dan terletak pada trase jalan, ditetapkan atau dihitung stasiunnya. Dalam hal menghitung stasiun di luar titik penting, dilakukan dengan cara-cara berdasarkan kriteria seperti disajikan pada Tabel. 7.2.

Tabel 7.2. Kriteria perhitungan titik stasioning

No.	Jenis/Kondisi Medan	Jarak Antar Patok
1	Datar	± 100 meter
2	Bukit	± 50 meter
3	Gunung	± 25 meter
4	Daerah lengkung/tikungan	Jarak patok harus dibuat lebih pendek menurut keperluan yang berkaitan dengan faktor ketelitian

Sumber: Saodang (2010)

7.3 Radius Tikungan

Radius tikungan untuk desain tikungan jalan sangat penting untuk memastikan keselamatan dan kenyamanan berkendara. Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan

radius tikungan sesuai dengan kondisi medan meliputi: kecepatan desain, faktor medan, superelevasi, kondisi cuaca, dan jenis kendaraan.

7.3.1 Kecepatan Desain

Jalan raya dengan kecepatan tinggi, radius tikungan harus lebih besar untuk menghindari kecelakaan. Di daerah perkotaan atau jalan kecil, radius bisa lebih sempit, tetapi tetap harus mempertimbangkan faktor keselamatan.

7.3.2 Faktor Medan

Di daerah datar, radius tikungan dapat dirancang lebih fleksibel, tetapi tetap harus mempertimbangkan volume lalu lintas. Di daerah bukit dan pegunungan seringkali memerlukan radius yang lebih besar untuk mengakomodasi perubahan ketinggian dan menjaga kestabilan kendaraan.

7.3.3 Superelevasi

Kemiringan jalan (superelevasi) pada tikungan harus diperhitungkan dalam perhitungan radius. Semakin besar superelevasi, semakin kecil radius yang dapat diterima untuk kecepatan tertentu.

7.3.4 Kondisi Cuaca

Dampak cuaca pada daerah dengan curah hujan tinggi, radius yang lebih besar dapat meningkatkan keamanan dengan memberikan lebih banyak ruang untuk manuver.

7.3.5 Jenis Kendaraan

Jenis kendaraan yang akan menggunakan jalan mempengaruhi radius tikungan. Jalan yang dilalui oleh kendaraan berat memerlukan radius yang lebih besar dibandingkan jalan yang hanya dilalui oleh kendaraan ringan.

7.4 Drainase

Faktor drainase merupakan elemen penting dalam desain tikungan jalan, terutama untuk memastikan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. Sistem drainase yang baik, dapat membantu mengalirkan air hujan dari permukaan jalan ke saluran samping, dan menghindari terjadinya genangan air di tikungan yang dapat menyebabkan kecelakaan. Drainase yang baik akan efektif mengurangi risiko kerusakan permukaan jalan akibat genangan air, seperti erosi atau retakan.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (2018) *The Green Book: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. 7th edn, American Association of State Highway and Transportation Officials. 7th edn. Washington, D.C: AASHTO (American Association of State Highway Transportation Officials). Available at: www.transportation.org.
- Hendarsin, S. L. T. (2000) *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Pertama. Bandung: Politeknik Negeri Bandung-Jurusan Teknik Sipil.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2011) *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 19/PRT/M/2011 Tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan*, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2017) *Modul 1 : Penentuan Trase Jalan*. Bandung: PUSDIKLAT Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengembangan, Infrastruktur Wilayah Kementerian PUPERA.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, D. J. B. M. (2021) *Pedoman Desain Geometrik Jalan (PDGJ) No. 13/P/BM/2021*, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Pemerintah Republik Indonesia (2004) *Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan*.
- Saodang, H. (2010) *Konstruksi Jalan Raya: Buku I Geometrik Jalan*. Cetakan II, Bandung. Cetakan II. Bandung: Penerbit Nova.
- Sukirman, S. (1999) *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Cetakan Ke. Bandung: Penerbit Nova.

BAB 8

KONSEP PERENCANAAN GALIAN

Oleh Erny

8.1 Pengertian Tanah Dasar.

Tanah dasar atau sub grade adalah lapisan tanah paling bawah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Tanah dasar merupakan konstruksi terakhir yang menerima beban kendaraan yang disalurkan oleh perkerasan. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, atau tanah timbunan yang didatangkan dari tempat lain setelah dilakukan pengalihan pada tanah dasar.

Pekerjaan Tanah untuk keperluan konstruksi geometrik jalan meliputi salah satu penggalian dan penimbunan.

8.2 Pekerjaan Galian-Timbunan Tanah

Pekerjaan Galian dan timbunan pada tanah yang dilakuakn sebelum proyek perencanaan geometric jalan dimulai untuk memenuhi kepadatan dan elevasi tanah sesuai rencana.

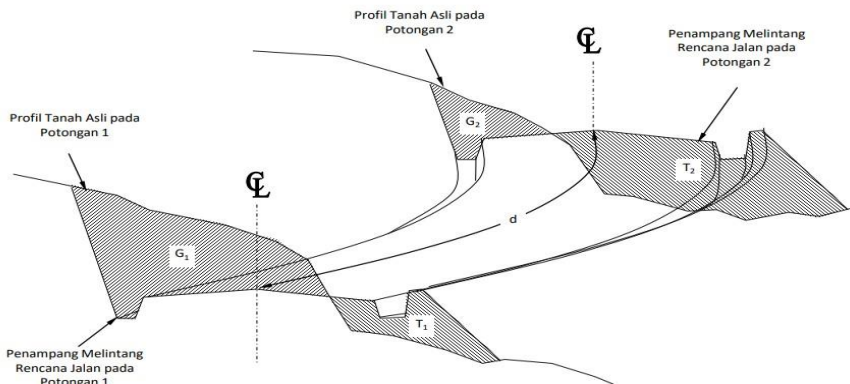
Perkerjaan Galian dan Timbunan Tanah sebagai berikut.

1. Hitungan-hitungan di kantor mengenai galian dan timbunan pada jalur-jalur yang direncanakan.
2. Pekerjaan lapangan dengan mengambil cross-sections sepanjang as jalan.
3. Pekerjaan di kantor berdasarkan hasil dari sub b., dengan menghitung volume yang lebih tepat daripada sub a. (*economical grading schedule*).
4. Pekerjaan lapangan dengan memasang patok-patok untuk menentukan hitungan-hitungan pembayaran tahap-tahap biaya.
5. Hitungan-hitungan terakhir dari semua pekerjaan
6. Dalam Hitungan Harus Dimasukkan Faktor-Faktor

- Susutan dan pengembangan (shrinkage and swell factor);
- Kepadatan dari timbunan;
- Side slopes yang tergantung dari material;
- Penampang
- Bantalan

8.3 Teknik Perhitungan Volume (*Average End Area Method*)

Perhitungan *Average End Area Method* adalah teknik perhitungan volume yang menghitung volume dengan cara irisan vertikal dipotong secara teratur. Metode ini juga dikenal dengan nama metode *cross section*.



Gambar 8.1. Penampang melintang jalan

- Perhitungan ini
Ditentukan luas galian dan timbunan pada penampang-penampang melintang berjarak (d) 25 – 50 meter.
- Volume galian (G) adalah luas galian rata-rata dari dua penampang berurutan dikalikan dengan jarak antara kedua penampang tersebut ($0,5[G_1+G_2].d$).
- Volume timbunan adalah rata-rata dari dua penampang tersebut dikalikan dengan jaraknya ($0,5[T_1+T_2].d$).

8.4 Diagram Menentukan Galian dan Timbunan

Diagram Menentukan Galian dan Timbunan yang paling efisien dan ekonomi ada dua yakni mas Diagram dan Haul dan Overhaul.

8.4.1 Mass Diagram

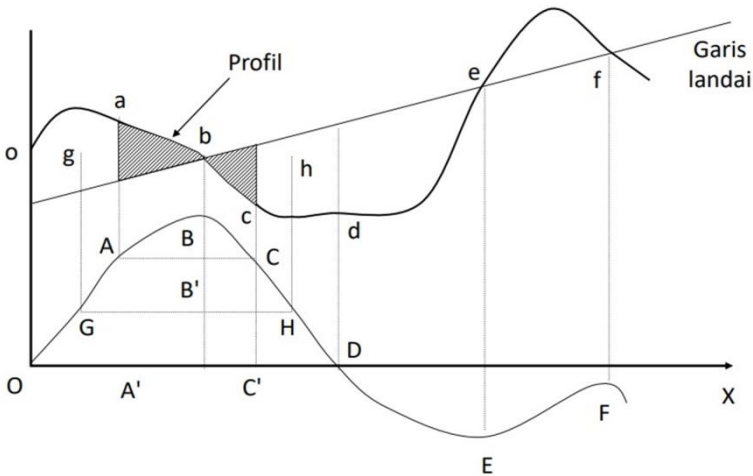
Suatu "mass diagram", berupa suatu lengkungan yang menunjukkan penjumlahan aljabar dari volume galian dan timbunan, mulai dari satu stasion tertentu sampai stasion berikutnya.

Pada gambar lengkungan volume (mass) ini, stasion ditempatkan pada absis dan volume pada ordinatnya. Skala di absis sama dengan skala horisontal dari profil memanjang. Sebelum menggambar lengkungan volume, sebaiknya disusun terlebih dahulu dalam tabel, penjumlahan dari galian (+) dan timbunan (-). Skala dari ordinat disesuaikan dengan volume dalam m³ , misalnya 1 cm = 100 m³ .

Tabel 8.1. Perhitungan Mass Diagram

Station	Volume Galian M3		Jumlah galian dan timbunan
	Galian (+)	Timbunan Susutan (-)	
140			0
	148	-	
+50			148
	130	-	
111			278
	200	-	
112			478
	-	85	
113			293
		130	
114			263

Dapat juga melihat pada mas diagram berikut.



Gambar 8.2. Contoh Mass Diagram

Keterangan Mass Diagram

1. Ordinat tiap titik di diagram menyatakan jumlah volume galian dan timbunan di titik bersangkutan,
2. Jadi pada diagram, lengkungan naik terus seperti dari titik O sampai B.
3. Dari b sampai e terdapat timbunan, jadi garis-garis turun terus.
4. Titik b, dimana galian menjadi timbunan, merupakan maksimum pada diagram (titik B) dan dimana timbunan menjadi galian (titik e) merupakan minimum dari diagram (titik E).
5. Pada gambar profil, titik-titik b dan e terdapat pada garis landai.
6. Tiap garis horisontal yang memotong suatu loop dari lengkungan seperti garis AC disebut garis keseimbangan (*balance-line*).
7. Antara titik a dan c galian sama dengan timbunan yang telah dikoreksi dengan susutan.
8. Pada lengkungan cembung, berarti pemindahan tanah dari galian ke timbunan dan cekung, arah yang terbalik.

8.4.2 Diagram Haul dan Overhaul

1. Andaikata AC adalah jarak "free haul", artinya pemindahan tanah dari A sampai C tidak perlu membayar ekstra untuk angkutan. Bila ditetapkan free haul = 150 m, maka dapat dicari di diagram sampai dapat suatu garis horisontal AC yang menyatakan panjangnya 150 m. Banyaknya tanah yang akan dipindah dinyatakan dengan ordinat BB'.
2. Apabila ditinjau volume diatas OD, berarti galian dan timbunan antara dua titik ini sudah menutup. Tetapi disini ada termasuk bagian free haul AC. Jadi bagian antara OD dan AC yang dinyatakan dengan ordinat AA' harus diangkut untuk ditimbun dibagian CD. Ini disebut overhaul. Jarak overhaul adalah jarak antara titik-titik berat dari OAA' dan CC' D dan dinyatakan dalam station. Jarak overhaul diperbanyak dengan volume dinamakan overhaul-volume-station.
3. Misalnya g dan h adalah titik berat, jarak overhaul = $G H - A C$. Overhaulvolume-station = $AA' (GH - AC)$ atau $CC' (GH - AC)$
Berdasarkan kedua diagram tsebut maka Mass Diagram lebih menguntungkan
 - a. Dapat dilihat pemindahan tanah dengan overhaul, bisa menguntungkan atau tidak.
 - b. Makin mendekati lengkungan pada garis absis atau makin banyak lengkungan berpotongan dengan absis, makin kecil overhaul-volume-station.
 - c. Dengan membuat mass diagram untuk beberapa alternatif route, bisa dibandingkan dan memilih yang paling ekonomis.

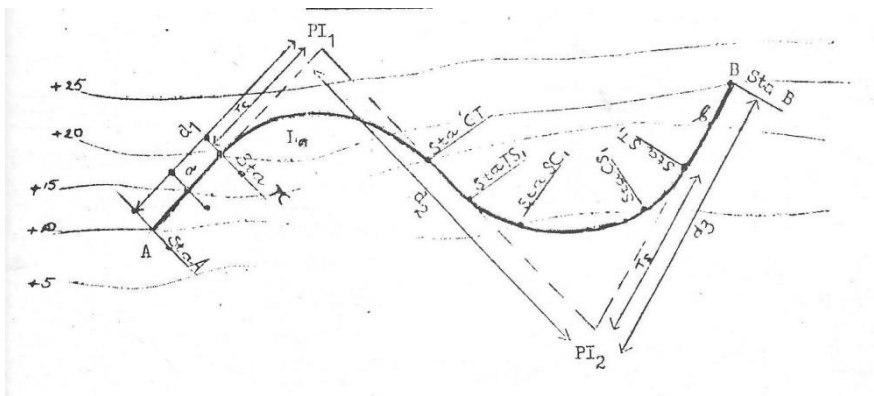
8.5 Perhitungan Galian Dan Timbunan

Dalam perencanaan jalan raya diusahakan agar volume galian dan dengan volume timbunan. Dengan mengkombinasi alinemen horosontal – alinemen vertikal memungkinkan kita untuk menghitung banyaknya volume galian dan timbunan. Langkah-langkah perhitungan galian dan timbunan :

1. Penentuan Stationing

Penentuan Stationing (Jarak Patot) sehingga diperoleh panjang horizontal jalan dan alinemen horizontal (trase).

Untuk menghitung panjang horizontal jalan dibuatkan patok-patok yang berjarak sbb : - Untuk daerah data, jarak antar patok = 100 m - Untuk daerah bukit, jarak antar patok = 50 m - Untuk daerah gunung, jarak antar patok = 25 m Sehingga dengan panjang tingkungan yang telah dihitung lebih dahulu kita akan dapatkan panjang horizontal jalan ybs.



Gambar 8.3. Peta Situasi Skala 1 : 10000

Panjang horizontal AB dihitung sebagai berikut :

Sta = Station = titik pertemuan Sta TC = $d_1 - T_c$

Sta CT = Sta TC + L_c

Sta TS1 = Sta CT + $d_2 - (T_c + T_{s1})$

Sta SC1 = Sta TS1 + L_s

Sta CS1 = Sta SC1 + L_c

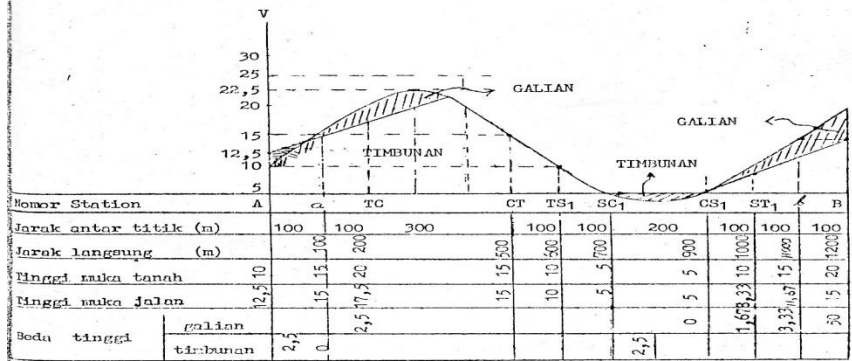
Sta ST1 = Sta CS1 + L_s Sta B = Sta ST1 + $(d_3 - T_{s1})$ = panjang horizontal jalan AB.

Jadi selain titik-titik penting pada tinkungan (TS. ST. SC. CS. dsb), perlu ditentukan station titik-titik yang berjarak 100 m, 50 m, dan 25 m yang tergantung dari keperluannya.

2. Profil Memanjang

Gambar Profil Memanjang (alinemen vertical) yang memperlihatkan perbedaan tinggi muka tanah asli dengan tinggi muka perkerasan yang akan direncanakan.

Profil ini biasanya digambarkan dengan skala vertical = 1 : 100
Skala horizontal = 1 : 1000 atau = 1 : 2000

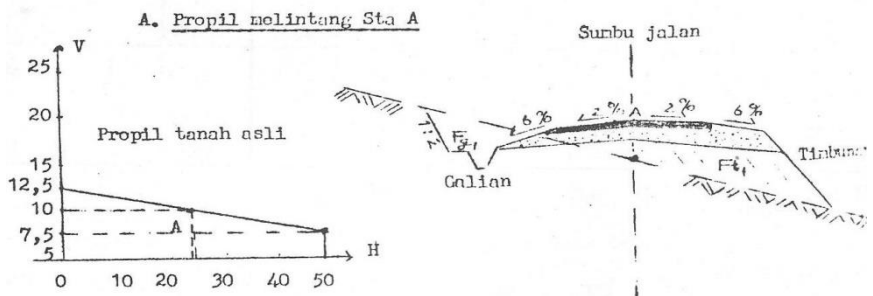


Gambar 8.4. Skala V = 1 : 500 Skala H = 1 : 10000

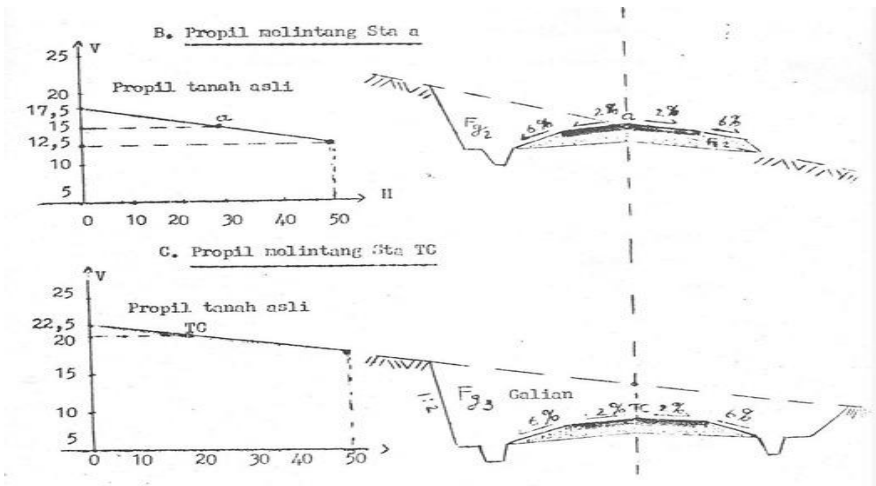
3. Profil Melintang

Gambar Profil Melintang pada tiap titik stationing, sehingga didapat luas penampang galian dan timbunan yang diukur dengan alat planimetri

Untuk contoh saja dalam hal ini kita ambil titik Sta A s/d Sta TC yang akan kita gambarkan profil melintangnya sebagai jalan raya sekunder kelas II B dengan data-data : - Lebar perkerasan = 2 x 3,5 m - Lebar bahu = 3 m - Lebar saluran = 1 m - Lereng melintang perkerasan = 2% - Lereng melintang bahu = 6%



Gambar 8.5. Profil Melintang Sta A



Gambar 8.6. Profil Melintang Sta a dan Profil Melintang Sta TC

4. Menghitung volume galian & timbunan

Hitung Volume Galian dan Timbunan dengan mengalikan luas penampang rata-rata dari galian atau timbunan dengan jarak antar patok

Jarak profil melintang = 100 m (daerah datar) dan dengan adanya data penampang galian ataupun timbunan yang telah dihitung (diukur) luasnya dari profil melintang tadi, maka langkah terakhir adalah sebagai berikut :

	Luas Penampang Melintang					Volume (m³)	
Antar Sta	G	T	$\bar{G}$	$\bar{T}$	d	V	V_t
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(3). (5)	(4). (5)
Sta A	F_{g1}	F_{t1}	$F_{g1}+F_{g2}$	$F_{t1}+F_{t2}$	100	$100 \bar{G}$	$100 \bar{T}$
Sta a	F_{g2}	F_{t2}	2	2			
Sta a	F_{g2}	F_{t2}	$F_{g2} + F_{t2}$	FT_{12}	100	$100 \bar{G}$	$100 \bar{T}$
Sta TC	F_{g3}	0	2				
JUMLAH					200	$200 \bar{G}$	$200 \bar{T}$

Gambar 8.7. Perhitungan Galian dan Timbunan

Keterangan :

- a. G = Luas penampang melintang galian satu station ...
(m^2)
- b. T = Luas penampang melintang timbunan satu station ...
(m^2)
- c. G = Luas penampang rata-rata galian antar 2 station ...
(m^2)
- d. T = Luas penampang rata-rata timbunan antar 2 station
... (m^2)
- e. d = jarak antar 2 station
- f. V_g = volume galian antar 2 station = $G \cdot d$ (m^3)
- g. V_t = Volume timbunan antar 2 station = $T \cdot d$ (m^3)

Demikianlah cara menghitung volume galian dan timbunan secara pendekatan, makin kecilnya harga Jarak antar Sta akan didapat harga galian dan timbunan yang lebih mendekati harga sesungguhnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, 2015.
Metode perencanaan penggalian dan sistem perkuatan terowongan jalan pada media campuran tanah-batuan
- Kementerian Perkerjaan umum,,2016, *Pekerjaan tanah untuk jalan*,
Badan penelitian dan perkembangann, Bandung.
- Karopeboka Barian dkk. 2021. *PPT Galian Dan Timbunan*.
- Raharjo Dhaniarti Nain, 2022, *Dasar Perencaan Geometrik Jalan*,
Cerdas Ulet Kreatif, Jawa Timur.

BIODATA PENULIS



Megalita Rodiyani, S.T., M.T.

**Dosen Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Jalan Dan Jembatan
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwang**

Megalita Rodiyani, ST., MT lahir di Kabupaten Jember, Jawa Timur pada tanggal 22 Juli 1988. Penulis melanjutkan studi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan berhasil meraih gelar Sarjana Teknik (S.T) pada tahun 2012. Pada tahun 2013, Penulis melanjutkan studi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan memperoleh beasiswa Dikti dan mendapatkan gelar Magister Teknik (M.T) pada tahun 2015. Penulis memiliki fokus dalam bidang manajemen Rekayasa Transportasi dan telah memperoleh sertifikat kompetensi di bidang Teknik Jalan.

Pada tahun 2021, Penulis diterima sebagai dosen PNS di Politeknik Negeri Banyuwangi dan ditempatkan di Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Jalan Dan Jembatan. Selain itu, Penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan sebagai Peneliti Mandiri/TIM di bidang Transportasi.

BIODATA PENULIS



Ir. Firman Hasiholan, S.T., M.Eng.

Penata Kelola Jalan dan Jembatan Ahli Muda
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum

Penulis lahir di Jakarta. Penulis merupakan Penata Kelola Jalan dan Jembatan Ahli Muda pada Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Kalimantan Tengah, Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum. Memulai karir di Kementerian Pekerjaan Umum sejak tahun 2018 hingga saat ini. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Sipil di Universitas Diponegoro, Semarang dan melanjutkan pendidikan profesi Insinyur di Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta serta pendidikan S2 pada Jurusan Teknik Pengelolaan Bencana Alam di Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Pengalaman dalam menulis jurnal ilmiah dilakukan penulis dengan judul : Perencanaan Drainase Jalan Raya Semarang-Bawen Km 12+400 - Km 16+600 (Jamu Jago – Balai Pelatihan Transmigrasi Dan Penyandang Cacat Jateng) (2016), *Comparison Between Liquefaction Potential Index And Liquefaction Risk Index In Solo-Yogyakarta-YIA Kulon Progo Toll Road (STA. 07+500 – STA. 16+700)* (2023), *Estimating of Post-liquefaction Settlement Based on SPT Data in Klaten Regency, Central Java* (2023), dan *Stability Analysis of Toll Road Embankment Induced by Liquefaction In Klaten Regency Based On FEM Numerical Simulation* (2023).

BIODATA PENULIS

Muhammad Zacky Ardhyhan

Penulis lahir di lhokseumawe, 04 November 1982. Sekolah Dasar Negeri Hagu Selatan Tamat tahun 1994 di Kota Lhokseumawe, melanjutkan ke sekolah menengah pertama negeri 1 , tamat tahun 1997. Masuk Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Kota Lhokseumawe, Tamat tahun 2000. Melanjutkan kuliah di politeknik Negeri Lhokseumawe dan menyelesaikan pendidikan Sarjana di Universitas Malikussalleh ditahun 2007. Melanjutkan Pasca Sarjana Universitas Syiah Kuala Program Studi Struktur Konstruksi di Kota Banda Aceh dan lulus pada tahun 2016.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan di kampus, bertindak sebagai Camat pada Kuliah Kerja Nyata (KKN) serta aktif dibidang olah raga kampus. Penulis juga dipercaya menjadi asisten dosen sejak tahun 2002 pada matakuliah struktur. Pada tahun 2007 penulis menjadi asisten dosen tetap untuk mengajar matakuliah bidang struktur, dan pada tahun 2008 penulis diangkat menjadi dosen tetap universitas sampai dengan sekarang.

BIODATA PENULIS



Ir. Saleh, ST, MT, ASEAN Eng

Dosen Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Enrekang

Penulis lahir di Bolang Kecamatan Alla Kabupaten Enrekang Sulawesi Selatan tanggal 2 September 1982. Penulis adalah Dosen pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Enrekang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Sipil di Universitas Hasanuddin Makassar Tahun 2004, melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Sipil di Universitas Muslim Indonesia Tahun 2020 dan Pendidikan Profesi Insinyur di Universitas Hasanuddin Makassar pada tahun yang sama.

Penulis aktif sebagai Dosen pada Universitas Muhammadiyah Enrekang Sulawesi Selatan sejak Oktober Tahun 2021. Sebelum menjadi Dosen, mengawali karir sebagai Pegawai Negeri Sipil pada Inspektorat Daerah Kabupaten Enrekang sejak 2005. Menjadi Auditor pada Tahun 2009 sampai 2019, selanjutnya menjadi Pejabat Struktural Administrator pada tahun 2019 sehingga memiliki pengalaman dalam melakukan audit terhadap perencanaan dan pelaksanaan proyek pemerintah.

BIODATA PENULIS



Eva Olivia Hutasoit, S.T.,M.T.

Penulis lahir di Siborongborong , 22 November 1994. Beliau adalah dosen yang mendedikasikan diri pada program studi S1 Terapan TRKJJ di Jurusan Teknik Sipil, Poliwangi. Sebelum menjadi dosen, beliau pernah menempuh pendidikan S1 Teknik Sipil, di FTSP, ITS dan S2 MRT di ITS tahun 2017. Penulis aktif dalam menjalankan Tri Dharma Perguruan Tinggi untuk memenuhi kewajiban sebagai dosen.

Penulis pernah bekerja selaku Estimator di salah satu industri kontraktor di Surabaya, saat sebelum menekuni profesi Dosen. Tidak hanya itu penulis jadi dosen yang mengajar pada program riset DIII Metode Sipil Politeknik Negara Banyuwangi. Penulis dapat dihubungi lewat surat elektronik dengan alamat email: eva.oliviahutasoit@poliwangi.ac.id

BIODATA PENULIS



Debby Yulinar Permata, ST., MT

Dosen Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Debby Yulinar Permata ST., MT lahir di Kota Palembang, Sumatera Selatan pada tanggal 16 Juli 1989. Penulis merupakan dosen tetap pada Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya sejak tahun 2015 sampai dengan sekarang. Pada tahun 2011, penulis menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Pada tahun 2012 melanjutkan pendidikan magister (S2) pada Jurusan Sistem dan Teknik Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung dengan beasiswa Unggulan Dikti.

Mata Kuliah yang diampu adalah Bahan Perkerasan Jalan, Pelaksanaan dan Pemeliharaan Jalan, Rekayasa Lalu Lintas dan Perancangan Geometrik Jalan. Penulis menekuni bidang kajian Material Perkerasan Jalan dan Transportasi. Penulis telah memiliki beberapa publikasi artikel penelitian dan pengabdian pada Jurnal Nasional Terakreditasi dan Jurnal Internasional Bereputasi.

BIODATA PENULIS



Muhammad Djaya Bakri

Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan

Sejak tahun 2000 bekerja sebagai dosen tetap dan peneliti di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan. Disamping aktivitas mengajar, penulis juga aktif berkarier sebagai konsultan atau tenaga ahli transportasi untuk proyek-proyek yang berhubungan dengan perencanaan transportasi di lingkungan Pemerintah Provinsi dan Pemerintah Kabupaten/Kota se Provinsi Kalimantan Utara. Serta aktif sebagai pengurus dalam organisasi Persatuan Insinyur Indonesia, baik tingkat kota Tarakan, Provinsi Kalimantan Utara, maupun Pengurus Pusat PII sejak tahun 2017.

BIODATA PENULIS



Erny, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Sipil
Institut Teknologi Dan Bisnis Indragiri

Penulis lahir di Tanjung Pinang tanggal 20 Oktober 1984. Penulis dosen tetap Program Studi Teknik Sipil di Institut Teknologi dan Bisnis Indragiri, menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan teknik sipil tahun 2009 di Universitas Islam Riau dan melanjutkan S2 pada jurusan Geoteknik jalan raya di Universitas Islam Riau. Saat ini penulis sebagai Kepala Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi dan Bisnis Indragiri, Selain sebagai seorang pengajar penulis juga aktif bekerja sebagai konsultan perencanaan dan pengawasan di CV. Ritra Consultant sebagai tenaga ahli madya teknik bangunan gedung. Email penulis erny201084@gmail.com.