

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN

PENULIS:

- Andi Ibrahim Yunus
- Fathur Rahman Rustan
- Megalita Rodiyani
- Fatmawaty Rachim
- Anugrah Yasin
- Farhan Sholahudin
- Hamka
- Muhammad Abi Berkah Nadi
- Okma Yendri
- Sahriyal



PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN

**Andi Ibrahim Yunus
Fathur Rahman Rustan**

**Megalita Rodiyani
Fatmawaty Rachim**

**Anugrah Yasin
Farhan Sholahudin**

**Hamka
Muhammad Abi Berkah Nadi
Okma Yendri
Sahriyal**



GET PRESS INDONESIA

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN

Penulis :

Andi Ibrahim Yunus
Fathur Rahman Rustan
Megalita Rodiyani
Fatmawaty Rachim
Anugrah Yasin
Farhan Sholahudin
Hamka
Muhammad Abi Berkah Nadi
Okma Yendri
Sahriyal

ISBN : 978-623-198-863-8

Editor : Ariyanto 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, November 2023

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 Buku Perencanaan Geometrik Jalan ini.

Buku ini membahas Teori tahapan pembangunan Jalan, Standar dan parameter perencanaan geometric jalan, Mendesain tikungan full circle, Mendesain tikungan S-C-S dan S-S dan stationing, Desain tikungan sesuai kondisi medan, Mendesain pelebaran tikungan, Perencanaan lengkung vertikal, Mendesain lengkung vertikal, Mendesain alinyemen vertikal, Standar desain geometric simpang sebidang.

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 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 TEORI TAHAPAN PEMBANGUNAN JALAN	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Pengertian.....	1
1.3 Pembangunan Jalan	2
1.4 Fungsi Jalan.....	2
1.5 Tahapan Pembangunan Jalan.....	3
1.6 Pengertian Jalan Aspal dan Jalan Beton	4
1.6.1 Jalan Aspal.....	4
1.6.2 Jalan Beton.....	4
1.7 Tipe Perkerasan Jalan	5
1.8 Pengaspalan Jalan	6
1.8.1 Jenis Perkerasan Lentur (<i>Fleksibel Pavement</i>).....	6
1.8.2 Tahapan Pengaspalan Jalan	8
1.9 Jalan Beton (<i>Rigid pavement</i>)	11
1.9.1 Jenis Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	11
1.9.2 Proses Pembangunan Jalan Beton	15
1.10 Kelebihan dan Kekurangan Jalan Aspal.....	17
1.10.1 Kelebihan Jalan Aspal	17
1.10.2 Kekurangan Jalan Aspal.....	17
1.11 Kelebihan dan Kekurangan Jalan Beton.....	17
1.11.1 Kelebihan Jalan Beton	17
1.11.2 Kekurangan Jalan Beton.....	18
DAFTAR PUSTAKA.....	19
BAB 2 STANDAR DAN PARAMETER	
PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN	21
2.1 Pendahuluan	21
2.2 Standar Perencanaan Jalan	22
2.2.1 Ketentuan Umum	22
2.2.2 Ketentuan Teknis.....	25
2.2.3 Tata Cara Desain Geometrik Jalan.....	25
2.3 Parameter Desain Geometrik Jalan.....	26

2.3.1 Kriteria Perencanaan Geometrik	26
2.3.2 Alinyemen Jalan	26
2.3.3 Lebar Jalan.....	27
2.3.4 Jarak Pandang.....	27
2.3.5 Kemiringan Lintasan	28
2.3.6 Radius Tikungan.....	28
2.4 Penutup.....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
BAB 3 MENDESAIN TIKUNGAN FULL CIRCLE	31
3.1 Pendahuluan	31
3.2 Pengertian <i>Full Circle</i>	32
3.3 Superelevasi <i>Full Circle</i>	33
3.4 Perhitungan <i>Full Circle</i>	35
3.4.1 Contoh Soal.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	39
BAB 4 MENDESAIN TIKUNGAN SCS DAN SS	
DAN STATIONING	41
4.1 Pendahuluan	41
4.2 Geometrik Jalan	42
4.3 Perencanaan Geometrik.....	44
4.4 Klasifikasi Jalan.....	45
4.5 Alinyemen Horizontal	47
4.5.1 Untuk lengkung busur lingkaran sederhana (<i>Full Circle</i>).....	47
4.5.2 Untuk Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)	48
4.5.3 Untuk Spiral-Spiral (S-S).....	49
4.6 Lengkung Horizontal.....	50
4.7 Kemiringan Tikungan.....	51
4.8 Gaya Gesekan Melintang (F_s) antara Ban Kendaraan dan Permukaan Jalan.....	54
4.9 Radius minimum atau derajat lengkung maksimum.....	55
4.10 Parameter Perencanaan Geometrik Jalan.....	56
4.11 Pelebaran Perkerasan Pada Lengkung Horizontal.....	59
4.12 Penentuan Stationing	60
DAFTAR PUSTAKA.....	62
BAB 5 DESAIN TIKUNGAN SESUAI KONDISI MEDAN	63
5.1 Pergeseran Lintasan Pada Tikungan.....	63

5.2 Bentuk Tikungan	64
5.3 Lengkung Full Circle (FC)	64
5.4 Lengkung Spiral-Circle-Spiral (SCS)	66
5.5 Pelebaran Pada Tikungan	68
5.6 Tikungan Gabungan	69
DAFTAR PUSTAKA.....	73
BAB 6 MENDESAIN PELEBARAN TIKUNGAN.....	75
6.1 Pendahuluan	75
6.2 Perencanaan Pelebaran Jalan pada Tikungan.....	76
6.2.1 Kecepatan Rencana	76
6.2.2 Kendaraan Rencana.....	79
6.2.3 Radius/Jari Jari Tikungan (R)	81
6.3 Pelebaran Jalan pada Tikungan	83
6.3.1 Analisis Pelebaran Jalan Pada Tikungan	83
6.3.2 Contoh Perhitungan Pelebaran Jalan Pada Tikungan	84
6.4 Penutup.....	86
DAFTAR PUSTAKA.....	88
BAB 7 PERENCANAAN LENGKUNG VERTIKAL	91
7.1 Pendahuluan	91
7.2.1 Lengkung Vertikal Cembung.....	94
7.2.2 Lengkung Vertikal Cekung.....	96
7.3 Kontrol dan Batasan Perencanaan	98
7.4 Kesimpulan	99
DAFTAR PUSTAKA.....	100
BAB 8 MENDESAIN LENGKUNG VERTIKAL	101
8.1 Bentuk Lengkung Vertikal	101
8.1.1 Lengkung Vertikal Cembung.....	103
8.1.2 Jarak Pandang Mendahului Pada Lengkung Cembung	105
8.1.3 Lengkung Vertikal Cekung.....	106
8.1.4 Pengemudi dan Penampilan	107
8.1.5 Nilai K untuk desain lengkung vertikal cekung.....	107
DAFTAR PUSTAKA.....	113
BAB 9 MENDESAIN ALINYEMEN VERTIKAL	115
9.1 Pendahuluan	115
9.2 Tahapan Desain Alinyemen Vertikal	116

9.3 Lengkung Horizontal	117
9.3.1 Tekuk dalam kurva melingkar.....	117
9.3.2 Pembengkokan Majemuk.....	118
9.3.3 Tikungan Gabungan searah (<i>Brokenback curve</i>)...	119
9.3.4 Tikungan Gabungan Balik (kurva S)	120
9.3.5 Panjang Bagian Alinemen yang Lurus.....	121
9.3.6 Lengkung Peralihan	122
9.3.7 Kekesatan melintang.....	123
9.3.8 Radius Minimum untuk Nilai Superelevasi	124
9.3.9 Turunan curam.....	125
9.3.10 Kisaran rmin kelengkungan horizontal untuk kecepatan desain tertentu dan emax untuk emax cant tipikal adalah 4%, 6-8% dan ditunjukkan pada Tabel 9.2.	125
9.4 Superelevasi.....	126
9.4.1 Metode Perolehan superelevasi.....	126
9.4.2 Nilai Superelevasi	127
9.4.3 Nilai Superelevasi Minimum	127
9.4.4 Pelaksanaan Superelevasi	128
9.4.5 Panjang Pencapaian Superelevasi.....	129
9.4.6 Laju Rotasi.....	130
9.4 Kecondongan Relatif	131
9.5 Kecondongan Maksimum.....	132
9.5.1 Panjang belok Vertikal	133
DAFTAR PUSTAKA.....	136

BAB 10 STANDAR DESAIN GEOMETRIC SIMPANG

SEBIDANG	137
10.1 Umum.....	137
10.2 Pengertian.....	137
10.3 Tipe Persimpangan Sebidang.....	137
10.4 Ketentuan Perencanaan Geometrik Simpang Sebidang.....	138
10.4.1 Ketentuan Umum	138
10.4.2 Ketentuan Teknis.....	138
10.5 Teknis Pengerjaan	145
DAFTAR PUSTAKA.....	148

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Jenis Perkerasan Jalan Lentur <i>Flexible Pavement</i>	5
Gambar 1.2. Jenis Perkerasan Kaku <i>Rigid Pavement</i>	5
Gambar 1.3. Tipe Perkerasan Komposit <i>Composite Pavement</i>	6
Gambar 2.1. Bagian-bagian jalan	24
Gambar 2.2. Bagan alir prosedur umum desain geometrik jalan.....	25
Gambar 2.3. Jarak pandang.....	28
Gambar 3.1. Pencapaian Superelevai.....	31
Gambar 3.2. Lengkung Full Circle	32
Gambar 3.3. Diagram superelevasi <i>Full Circle</i>	34
Gambar 3.4. Lengkung <i>Full Circle</i>	37
Gambar 3.5. Diagram superelevasi <i>Full Circle</i>	38
Gambar 4.1. Lengkung busur lingkaran sederhana (<i>Full Circle</i>)	47
Gambar 4.2. Lengkung Spiral-Lingkaran-Spiral (S-C-S) ..	48
Gambar 4.3. Lengkung Spiral-Spiral (S-S)	49
Gambar 4.4. Lengkung Horizontal (sederhana)	50
Gambar 4.5. kemiringan melintang rata-rata untuk patokan kondisi medan	58
Gambar 5.1. Sudut Perpotongan Horizontal.....	64
Gambar 5.2. Bentuk Geometri Lengkung <i>Full Circle (FC)</i>	65
Gambar 5.3. Bentuk Geometri Lengkung <i>Spiral-Circle-Spiral (SCS)</i>	67
Gambar 5.4. Tikungan Gabungan Searah	71
Gambar 5.5. Tikungan Gabungan Searah	71
Gambar 5.6. Tikungan Gabungan Bolak Balik	72
Gambar 5.7. Tikungan Gabungan Balik Dengan Sisipan Bagian Lurus min. 20 m.....	72
Gambar 6.1. Dimensi Kendaraan Rencana.....	81
Gambar 6.2. Pelebaran Tikungan 1 (Spiral-Spiral)	86
Gambar 7.1. Macam-macam Lengkung Vertikal.....	92
Gambar 7.2. Bentuk Dasar Lengkung Vertikal Parabola	93

Gambar 7.3. Jarak Penglihatan pada Lengkung Vertikal Cembung.....	95
Gambar 7.4. Jarak Penyinaran Lampu Depan pada Lengkung Vertikal Cembung	96
Gambar 7.5. Jarak Pandang Bebas di Bawah Lintasan	97
Gambar 8.1. Jenis-jenis lengkung vertikal	102
Gambar 8.2. Panjang Lengkung Vertikal Cembung (m)	104
Gambar 8.3. Rentang nilai K untuk lengkung cekung	109
Gambar 8.4. Panjang Lengkung Vertikal Cekung (m)	110
Gambar 8.5. Panjang dari lengkung vertikal cekung atas dasar nilai-nilai V_D dan K	112
Gambar 9.1. Jenis-jenis tikungan gabungan <i>broken back</i>	120
Gambar 9.2. Pandangan Mengemudi pada tikungan gabungan <i>broken back</i>	120
Gambar 9.3. Faktor Kekesatan melintang	124
Gambar 9.4. Bentuk tipikal pencapaian superelevasi pada jalan dua lajur.....	129
Gambar 9.5. Faktor penyesuaian jumlah lajur dirotasi..	132
Gambar 9.6. Lengkung Vertikal Cembung	134
Gambar 9.7. Lengkung Vertikal Cekung	134
Gambar 10.1. Jarak Persimpangan dengan Tikungan	140
Gambar 10.2. Jarak Antar Persimpangan	141
Gambar 10.3. Potongan Sudut	145

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kelas jalan sesuai penggunaannya.....	23
Tabel 2.2. Kelas jalan sesuai medan jalan.....	23
Tabel 4.1. Panjang Jari-Jari Minimum (dibulatkan) untuk emaks = 10%.....	45
Tabel 4.2. Kemiringan melintang berdasarkan kecepatan rencana	54
Tabel 7.1. Kelandaian Maksimum	99
Tabel 8.1. Kontrol Desain (K) untuk lengkung vertikal cembung berdasarkan J_{PH}	105
Tabel 8.2. Kontrol desain (K) untuk lengkung vertikal cembung berdasarkan J_{PM}	106
Tabel 8.3. Kontrol desain (K) untuk lengkung vertikal cekung.....	111
Tabel 9.1. Radius maksimum yang memerlukan lengkung peralihan	123
Tabel 9.2. Rmin lengkung horizontal berdasarkan emax dan f yang ditentukan	124
Tabel 9.3. Sudut defleksi maksimum yang tidak memerlukan pembengkokan horizontal dan panjang pembengkokan minimum.	126
Tabel 9.4. Hubungan VD dengan $V_{Kecepatan tempuh Rata-rata}$...	127
Tabel 9.5. Kelandaian Relatif Maksimum	128
Tabel 9.6. Kelandaian Relatif Maksimum	131
Tabel 9.7. Faktor Penyesuaian untuk Jumlah Lajur Rotasi	131
Tabel 9.8. Persyaratan Kelandaian Maksimum.....	132
Tabel 9.9. Panjang Minimum belokan Vertikal	135
Tabel 10.1. Jarak Pandang pada Persimpangan.....	140
Tabel 10.2. Dimensi Minimum Pulau Lalu Lintas	143
Tabel 10.3. Lintas Belok di Persimpangan.....	144
Tabel 10.4. Potongan Sudut	145

BAB 1

TEORI TAHAPAN PEMBANGUNAN JALAN

Oleh Andi Ibrahim Yunus

1.1 Pendahuluan

Pembangunan jalan merupakan proses pembukaan ruang lalu lintas mengatasi berbagai kendala geografis. Proses ini meliputi pengalihan lahan, penebangan vegetasi (*logging*), dan pembangunan jembatan. Agar konstruksi jalan dapat melayani lalu lintas sesuai umur yang diharapkan, diperlukan perencanaan jalan yang baik, karena dengan demikian konstruksi jalan mampu menopang beban kendaraan yang lewat dan mendistribusikan beban pada lapisan di bawahnya, termasuk landasan jalan tanpa menimbulkan kerusakan berarti pada struktur jalan itu sendiri (A Sinaga, 2019).

Tahapan pembangunan jalan mencakup sejumlah proses yang harus dipertimbangkan secara matang. Pertama, tanah diuji untuk melihat kemampuannya dalam menopang bobot kendaraan. Tanah yang tidak stabil harus mendapat bahan tambahan dan harus dipadatkan agar sifat dasar tanah menjadi stabil. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa lapisan akhir memiliki daya tahan yang baik untuk memberikan manfaat maksimal berdasarkan biaya yang dikeluarkan (RR Manik, 2014).

1.2 Pengertian

Menurut KKBI, pembangunan adalah suatu proses, suatu jalan, suatu tindakan pembangunan; sedangkan jalan adalah tempat pergerakan orang (kendaraan, dan lain-lain) (KBBI Daring edisi III, 2012-2023).

Konstruksi jalan adalah perencanaan dan penganggaran, perencanaan teknik, pelaksanaan konstruksi, pengoperasian dan pemeliharaan jalan (Admindpuk, 2014).

Menurut undang-undang, pembangunan jalan adalah kegiatan penyiapan program, anggaran, perencanaan teknis, pengadaan tanah, pelaksanaan pekerjaan konstruksi, pengoperasian jalan, dan/atau konservasi jalan (Undang-Undang Nomor 2, 2022).

1.3 Pembangunan Jalan

Menurut undang-undang, pembangunan jalan adalah kegiatan penyiapan program, anggaran, perencanaan teknis, pengadaan tanah, pelaksanaan pekerjaan konstruksi, pengoperasian dan/atau pemeliharaan jalan. Pembangunan jalan dan jembatan ke depan perlu lebih memperhatikan keberadaan perencanaan penggunaan lahan. Artinya perencanaan perlu dilakukan secara lebih terpadu agar dampak negatif yang ditimbulkan dapat diminimalisir. Permasalahan baru muncul karena kurangnya perhatian terhadap penataan ruang yang baik, sehingga pada akhirnya menyebabkan kerusakan sumber daya air yang dianggap sangat penting.

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 Fungsi Jalan

Fungsi jalan dapat menggambarkan jenis kendaraan yang menggunakan jalan tersebut dan beban lalu lintas yang akan ditopang oleh struktur jalan tersebut. Misalnya, lalu lintas barang dengan menggunakan truk-truk besar, trailer tunggal, atau trailer ganda sering kali melewati jalan arteri suatu daerah.

UU Jalan Nomor 38 Tahun 2004 membedakan jalan berdasarkan peruntukannya sebagai jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, sedangkan jalan khusus adalah jalan yang dibangun oleh badan atau organisasi komersial dan tidak diperuntukkan bagi lalu lintas umum

dalam pendistribusian barang dan jasa yang diperlukan (Silvia Sukirman, 2010).

1.5 Tahapan Pembangunan Jalan

Tahapan pembangunan jalan yang umum dilakukan di Indonesia adalah:

1. Tahap Perencanaan (*Planning*)

Tujuan dari fase ini adalah:

- a. Merencanakan pengembangan jaringan untuk mengantisipasi permintaan di masa depan dengan memperbaiki rute-rute yang ada dan mengembangkan rute-rute baru.
- b. Menentukan prioritas pengembangan jaringan.
- c. Menyiapkan ruas-ruas untuk pengembangan jaringan jalan.

2. Tahap studi kelayakan (*feasibility study*).

Hal ini sangat berguna karena ketika mempertimbangkan hasil tahap perencanaan, khususnya kebutuhan untuk membangun sejumlah jalan baru, prioritas pelaksanaan perlu ditentukan secara lebih rinci karena modal yang tersedia seringkali sangat terbatas. Selain memberikan prediksi yang lebih detail kepada pengguna, tugas berikut juga dilakukan:

- a. Pilih koridor dan rute yang optimal (lokasi rute).
- b. Desain asli.
- c. Perkiraan biaya implementasi
- d. Menganalisis kelayakan ekonomi, keuangan, lingkungan hidup dan isu-isu kelayakan lainnya.

3. Tahap Perancangan Detail (*detail design*).

Ruas-ruas jalan yang dianggap layak untuk dilaksanakan selanjutnya akan dirancang secara rinci dengan kegiatan antara lain:

- a. Pengukuran rinci dan pemetaan lokasi rute yang dipilih.
- b. Survei lapangan, identifikasi daerah labil, kondisi lingkungan sekitar lokasi jalur dan sumber bahan konstruksi.
- c. Desain garis geometris.
- d. Hitung ketebalan perkerasan.

- e. Perencanaan drainase.
- f. Merencanakan fasilitas tambahan lainnya antara lain rambu, marka jembatan, lampu jalan, dan lain-lain.
- g. Rencanakan penggalian dan pekerjaan tanah.
- h. Tentukan metode pelaksanaan dan waktu konstruksi yang optimal
- i. Menghitung volume pekerjaan dan biaya konstruksi.
- j. Menyiapkan dokumen penawaran.
- k. Tahap konstruksi dan pemeliharaan.

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, 2005).

4. Tahap Pemeliharaan (*Maintenance*).

Pemeliharaan jalan adalah kegiatan yang berkaitan dengan pemeliharaan dan perbaikan jalan yang diperlukan dan direncanakan untuk memelihara kondisi jalan agar tetap beroperasi secara optimal untuk melayani lalu lintas sepanjang umur perencanaan jalan yang ditentukan (Admindpuk, 2014).

1.6 Pengertian Jalan Aspal dan Jalan Beton

1.6.1 Jalan Aspal

Jalan aspal atau biasa ahli sipil akrab dengan istilah hot mix, adalah konstruksi jalan dengan menggunakan bahan pengikat aspal panas. Aspal sendiri merupakan bahan pengikat yang biasanya berwarna hitam atau coklat tua, bahan utamanya adalah bitumen yang diperoleh dari sisa filter oli dan berfungsi sebagai pengikat keseluruhan pada konstruksi jalan (Anonim).

1.6.2 Jalan Beton

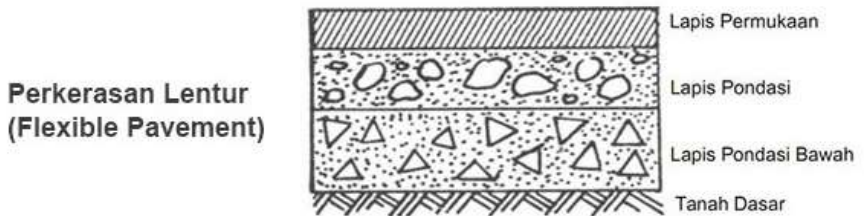
Perkerasan beton atau yang biasa dikenal dengan perkerasan kaku menerapkan sistem perkerasan kaku yang terdiri dari lapis pondasi dan lapis pondasi. Karena modulus elastisitasnya yang tinggi, perkerasan beton akan meneruskan beban ke luas pondasi yang besar. Apabila komposisinya meliputi pelat beton

semen (*slab*) sebagai lapisan dasar dan lapisan dasar di atas lapisan dasar. Konstruksi jalan beton ini dinilai kuat karena mempunyai modulus elastisitas yang tinggi (Anonim).

1.7 Tipe Perkerasan Jalan

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur merupakan perkerasan yang menggunakan aspal. Pelapisan ini sering digunakan dalam pembangunan jalan raya perkotaan dengan lalu lintas kendaraan yang besar. Bahan perkerasan ini meliputi pasir, batu, dan aspal.

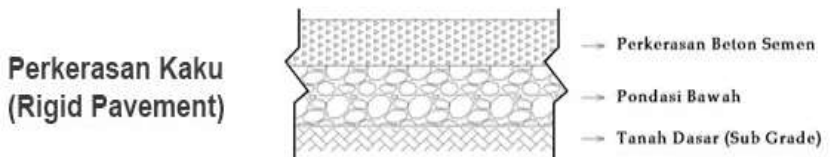


Gambar 1.1. Jenis Perkerasan Jalan Lentur *Flexible Pavement*

Lapisan perkerasan terdiri dari aspal di bagian atas, disusul lapisan subbase atau perkerasan di bawah dasar jalan. Namun jika lapisan dasarnya lunak, sering kali dikombinasikan dengan penggunaan material geosintetik untuk memperkuat dan menstabilkan lapisan dasar.

2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku merupakan perkerasan yang menggunakan bahan beton cor antara lain pasir, batu, semen dan besi struktur sebagai perkuatannya.



Gambar 1.2. Jenis Perkerasan Kaku *Rigid Pavement*

Lapisan perkerasan kaku ini terdiri dari lapisan beton tuang dengan menggunakan rangka besi atau tanpa rangka besi sebagai tulangnya. Biasanya, jalan permukaan keras dibangun di jalan raya yang diperuntukkan bagi kendaraan berat berkecepatan tinggi, seperti jalan tol.

3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit merupakan suatu perkerasan gabungan yang terbuat dari kombinasi bahan-bahan antara lain beton tuang, aspal, dan dasar jalan.



Gambar 1.3. Tipe Perkerasan Komposit *Composite Pavement*.

Perkerasan hibrida ini dibangun khusus untuk lalu lintas mobil dengan kepadatan rendah, misalnya jalan pinggiran kota dan pedesaan.

1.8 Pengaspalan Jalan

Pengaspalan jalan adalah cara atau proses menutup jalan dengan bahan aspal. (Kerajaan Aspal).

1.8.1 Jenis Perkerasan Lentur (*Fleksibel Pavement*)

Jenis lapis perkerasan lentur, yaitu:

1. Lapis Aspal Beton (laston)

Lapisan Aspal Beton (laston) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi dan aspal keras yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu.

2. Lapis Penetrasi Makadam (lapen)

Lapisan Penetrasi Makadam (lapen) merupakan lapisan perkerasan yang terdiri atas agregat dasar dengan agregat rata, saling mengunci terbuka, diikat dengan cara menyemprotkan

aspal keras di atasnya dan dipadatkan selapis demi selapis dan akan digunakan sebagai lapisan permukaan yang harus ditutup dengan aspal.

3. Lapis Asbuton Campuran Dingin (lasbutag)

Lapis Asbuton Campuran Dingin (lasbutag) merupakan campuran agregat kasar, agregat halus, asbuton, rejuvenator dan filler (jika diperlukan) yang dicampur, diamparkan dan dipadatkan dengan cara dingin.

4. *Hot Rolled Asphalt* (HRA)

Hot Rolled Asphalt (HRA) merupakan lapisan permukaan yang tersusun dari campuran agregat lepas, bahan pengisi dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, dicampur dan dipres panas pada suhu tertentu.

5. Laburan Aspal (buras)

Laburan Aspal (buras) adalah lapisan yang terdiri dari ukuran partikel aspal berlapis pasir maksimum 9,6 mm atau 3/8 inci.

6. Laburan Batu Satu Lapis (burtu)

Laburan Batu Satu Lapis (burtu) merupakan lapisan permukaan yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi lapisan agregat dengan ukuran partikel seragam. Ketebalan maksimum 20 mm

7. Laburan Batu Dua Lapis (burda)

Laburan Batu Dua Lapis (burda) merupakan lapisan permukaan yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi agregat yang diaplikasikan sebanyak dua kali secara berurutan. Ketebalan maksimum 35 mm.

8. Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (laston atas)

Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (laston atas) merupakan lapisan dasar permukaan jalan yang terbuat dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu, dicampur dan dipadatkan dalam kondisi panas.

9. Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah (laston bawah)

Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah (laston bawah) pada umumnya merupakan lapisan perkerasan antara lapisan dasar dan tanah jalan, terdiri atas campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan pada suhu tertentu.

10. Lapis Tipis Aspal Beton (laston)

Lapis Tipis Aspal Beton (lataston) merupakan suatu lapisan permukaan yang tersusun dari campuran agregat lepas, bahan pengisi dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan panas pada suhu tertentu. Ketebalan padat dari 25 hingga 30 mm.

11. Lapis Tipis Aspal Pasir (latasir)

Lapis Tipis Aspal Pasir (latasir) merupakan lapisan yang terdiri dari campuran pasir dan aspal keras yang dicampur, disebar dan dipadatkan pada suhu tertentu.

12. Aspal Makadam

Aspal Makadam merupakan lapisan perkerasan yang terdiri dari agregat utama homogen dan/atau agregat pengunci dicampur dengan aspal cair, dikeraskan dan dipadatkan dingin.

Bagian perkerasan jalan umumnya meliputi: lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*) (Darlan, 2014).

1.8.2 Tahapan Pengaspalan Jalan

Proses pengaspalan aspal dilakukan dari tahap pertama hingga tahap terakhir. Berikut adalah langkah-langkah pembangunan jalan yang kami lakukan, yaitu:

1. Pemetaan.

Hampir semua proyek pembangunan masih memerlukan proses pemetaan, termasuk proyek permukaan jalan (Kerajaan Aspal). Pada tahap ini dilakukan pengukuran pada bodi kendaraan agar apa yang diukur sebelumnya dapat mengikuti (AdminKontr, 2020).

Hal-hal yang akan dilakukan pada proses pemetaan ini adalah: mengukur lebar jalan, kondisi tanah, menentukan koordinat jalan, dan lain-lain. Langkah awal ini penting dalam menentukan keberhasilan pembangunan jalan karena menyangkut penentuan kebutuhan material, perkiraan waktu pembangunan, jumlah alat atau mesin, dan anggaran pembangunan (Kerajaan Aspal).

2. Pembersihan.

Setelah menentukan langkah-langkah pemetaan, langkah selanjutnya adalah membersihkan badan jalan, karena setiap jalan seringkali memiliki kondisi yang berbeda-beda, mungkin

rumpun, semak belukar atau mungkin jalan becek, terkadang langkah ini memakan waktu yang lama (AdminKontr, 2020).

Meski tampak sederhana, pembersihan jalan seringkali memerlukan pekerjaan berat dan bila memungkinkan, jalan beraspal harus benar-benar bersih agar pembangunan jalan dapat berjalan lancar pada tahap berikutnya (Kerajaan Aspal).

3. Pembentukan

Setelah area yang akan diaspal dibersihkan secara menyeluruh, langkah selanjutnya adalah membentuk badan jalan agar bentuk, tinggi dan lekukan jalan sesuai dengan yang telah dirancang sebelumnya (AdminKontr, 2020).

Proses-proses yang akan dideteksi dengan menyaksikan pembentukan rute antara lain:

- a. Isi jalan untuk menjadi lebih tinggi
- b. Potong medan untuk mendapatkan bentuk dan ketinggian jalan yang benar
- c. Belok jalan

Saat ini pekerja proyek harus menyediakan alat ukur theodolite agar mampu membentuk sudut, elevasi, dan tikungan jalan sesuai rencana (Kerajaan Aspal).

4. Pemadatan

Langkah selanjutnya dalam proses ini adalah pemadatan jalan. Proses ini memerlukan suatu alat yang akan digunakan untuk proses pemadatan (AdminKontr, 2020).

Jika jalan mulai terlihat jelas, langkah selanjutnya adalah memadatkan atau mengeraskan tanah agar pondasi lebih kokoh. Nama lain dari pemadatan tanah adalah "subgrade" yang artinya lapisan pondasi paling bawah. Biasanya, proses pelapisan ini mengharuskan bahan pengisi bebas dari sampah atau rumput. Setelah dilakukan pengisian, bodi kendaraan akan dipadatkan menggunakan mesin seperti: vibrator atau bulldoser (Kerajaan Aspal).

5. Pondasi

Apabila jalan sudah terlanjur mampet maka akan dilakukan proses base coat. Proses pelapisan ini merupakan perkembangan penting dalam persiapan perkerasan aspal. Dalam proses ini, tanah yang telah dipadatkan ditutup dengan bahan dasar berupa

batuan sungai atau batu kapur. Tujuan pemberian material batu adalah untuk membuat lapisan penyerap air, memperkuat lapisan aspal dan melindungi permukaan jalan. Jika pengerasan jalan bagian bawah sudah selesai, maka langkah selanjutnya adalah peletakan bagian atas yang berfungsi sebagai penyangga jalan sebelum pengaspalan. Cara pelaksanaannya adalah dengan menyebarkan material campuran antara batu pecah dan pasir dengan perbandingan 70:30 (Kerajaan Aspal).

Pada pekerjaan pondasi dibagi menjadi 2 bagian yaitu :

a. Pondasi bagian bawah.

Proses ini mengharuskan material berbentuk batuan yang kemudian dikompresi menggunakan alat kompresi atau roller paralel (Kerajaan Aspal).

b. Pondasi bagian atas

Setelah pondasi bawah selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah membuat pondasi atas dengan menggunakan bahan aspal produksi (AdminKontr, 2020).

6. *Hotmix*

Setelah pondasi selesai dan kokoh, langkah selanjutnya dilanjutkan dengan proses pengerasan jalan menggunakan Hotmix dengan menggunakan bahan-bahan yang telah disepakati (AdminKontr, 2020).

Sebelumnya bersihkan lapisan sebelumnya dengan kompresor udara untuk menghilangkan debu. Langkah selanjutnya adalah melakukan proses penuangan lapisan perekat atau pengaplikasian lapisan ATB dengan aspal campuran panas. Berapa suhu aspal saat pemasangan? Untuk aspal campuran panas suhunya berkisar antara 145 – 155 °C, rincian suhu pada saat pengolesan adalah: (Kerajaan Aspal)

a. Pemadatan awal (125 – 145°C);

b. Proses Pemadatan antara (100 – 125 °C);

c. Pemadatan akhir (sekitar 97 °C);

d. Pencampuran (sekitar 145 – 155 °C).

7. Permukaan

Langkah selanjutnya adalah mengoles aspal dengan aspal campuran panas. Untuk proses pengerasan jalan dibutuhkan

mesin yang menggunakan roller paralel atau mungkin mesin lain (AdminKontr, 2020).

8. *Finishing*

Setelah pemadatan, langkah selanjutnya adalah meratakan lokasi. Ini adalah langkah terakhir dalam proses pengirisan panas. Langkah selanjutnya adalah marka jalan, langkah terakhir dalam proses produksi aspal (AdminKontr, 2020).

Segala langkah membuat jalan beraspal sudah Anda temukan pada poin pembahasan di atas. Tahap terakhir adalah proses finishing atau finishing jalan yang meliputi pemadatan dan perataan aspal agar lebih kuat, halus dan rapi (Kerajaan Aspal).

9. Marka Jalan

Jalan yang telah dikembangkan dan diperbaiki seringkali memerlukan marka jalan (AdminKontr, 2020).

1.9 Jalan Beton (*Rigid pavement*)

Jalan beton merupakan pintu masuk menuju jalan raya beton (Investigasi, 2022).

1.9.1 Jenis Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Pada perkerasan kaku, kemampuan menahan beban lalu lintas dinyatakan dengan kapasitas tarik dan lentur beton. Perkuatan perkerasan kaku digunakan untuk mengendalikan keretakan dan tidak menopang beban lalu lintas. Perkerasan kaku dapat menyusut karena penyusutan beton selama proses pengawetan, serta mengembang dan menyusut karena pengaruh suhu, sehingga pergerakan ini harus diperhitungkan.

Jenis perkerasan kaku yang dikenal ada 5 (lima), yaitu:

1. Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan (*jointed unreinforced/ plain concrete pavement*)

Perkerasan kaku kontinu tanpa perkuatan merupakan jenis yang paling umum digunakan karena biaya pembuatannya relatif murah dibandingkan jenis lainnya. Di area di mana korosi rebar merupakan masalah, tidak adanya rebar akan menghilangkan masalah ini, meskipun jangkar masih akan terkena dampak korosi.

Pemuaian dan kontraksi perkerasan diatasi dengan sambungan. Sambungan susut biasanya dibuat dengan jarak 3,6 m sampai 6

m (di Indonesia biasanya 4,5 m sampai 5 m). Sambungan ini relatif berdekatan sehingga retakan tidak terbentuk pada pelat sebelum lapisan mencapai akhir masa pakainya.

Pelat perkerasan jenis ini tidak mempunyai tulangan, kecuali pin yang dipasang pada sambungan kontraksi dan batang pengikat pada sambungan memanjang. Pengencang dipasang pada setiap sambungan silang dengan tujuan bertindak sebagai sistem distribusi beban, sehingga panel-panel yang berdekatan dapat bekerja sama tanpa perbedaan penurunan yang signifikan. Sedangkan tie rod dipasang pada sambungan vertikal dengan tujuan agar papan tidak bergerak secara horizontal

2. Perkerasan kaku bersambung dengan tulangan (*jointed reinforced concrete pavement*)

Perkerasan kaku kontinu bertulang mempunyai ukuran pelat yang lebih panjang dan tulangan tambahan. Jarak sambungan biasanya antara 7,5 m dan 12 m. Proporsi tulangan yang digunakan pada arah memanjang biasanya antara 0,1% dan 0,2% dari luas penampang beton, sedangkan tulangan pada arah horizontal lebih rendah. Perkuatan pada perkerasan jenis ini tidak dimaksudkan untuk memikul beban struktur tetapi untuk menjaga agar retakan tetap tertutup untuk mempertahankan geser sepanjang bidang retakan.

Lapisan keras ini terus diperkuat dan pengencang selalu digunakan. Karena panjang pelat yang lebih panjang, retakan selalu terjadi dengan jarak yang sama, namun ada kemungkinan akan terdapat satu atau dua retakan pada pelat. Keuntungan dari perkerasan kaku yang diikat dengan tulangan adalah jumlah sambungan yang paling sedikit, namun biayanya lebih tinggi karena penggunaan tulangan, kinerja sambungan yang buruk dan munculnya retakan pada pelat.

3. Perkerasan kaku menerus dengan tulangan (*continuously reinforced concrete pavement*)

Perkerasan kaku kontinu bertulang adalah pelat dengan jumlah tulangan yang banyak tanpa sambungan kontraksi. Jumlah tulangan yang digunakan pada arah memanjang biasanya antara 0,6% sampai 0,8% dari luas penampang beton, dan jumlah tulangan pada arah horizontal lebih sedikit dibandingkan

pada arah memanjang. Jika jumlah tulangan kurang dari 0,6% maka resiko bocor akan lebih besar.

Retakan garis rambut dapat terjadi pada jenis pelapis ini tetapi tidak menjadi masalah bagi kinerjanya. Karakteristik retakan meliputi beberapa retakan dengan jarak 0,6 m hingga 2,4 m. Retakan ini tertahan oleh tulangan eksisting sehingga interlocking agregat dan distribusi gaya geser masih dapat terjadi. Jika gaya geser agregat tidak dipertahankan, kerusakan akibat benturan dapat terjadi di tepi jalan, suatu fenomena keruntuhan yang umum terjadi pada jalan keras yang terus menerus dengan perkuatan. Jenis pelapis ini memerlukan jangkar di bagian atas dan bawah pelapis untuk mencegah tepi menyusut akibat penyusutan dan untuk memungkinkan terjadinya retakan jika diinginkan.

Perkerasan keras yang diperkuat secara terus menerus memberikan pengalaman berkendara yang lebih nyaman karena permukaannya lebih rata dan umurnya lebih panjang dibandingkan jenis perkerasan lainnya. Biaya produksinya lebih tinggi dibandingkan pelapisan kontinyu karena penggunaan bahan penguat dalam jumlah besar. Namun, pembiayaan lebih efektif untuk jalan dengan lalu lintas tinggi karena memiliki kinerja jangka panjang yang lebih baik dibandingkan jenis perkerasan kaku lainnya.

4. Perkerasan beton semen prategang (*prestressed concrete pavement*)

Potensi perkerasan kaku pratekan berhubungan dengan beberapa faktor berikut: Dengan menggunakan material yang lebih efisien, sambungan yang dibutuhkan lebih sedikit dan kemungkinan retak lebih kecil, yang berarti biaya pemeliharaan akan lebih rendah dan umur perkerasan akan lebih lama.

Pada perkerasan kaku konvensional tegangan akibat beban roda dibatasi oleh kuat tarik lentur beton, tebal perkerasan ditentukan oleh tegangan tarik yang terjadi akibat beban roda sedemikian rupa sehingga tidak melebihi tegangan lentur, kekuatan beton. Beton yang berada di antara serat atas dan bawah pelat tidak memaksimalkan kemampuannya dalam menahan tegangan

akibat beban roda, sehingga menyebabkan tidak efektifnya penggunaan bahan konstruksi jenis ini.

Pada perkerasan beton pratekan, kuat tarik lentur beton ditingkatkan dengan memberikan tegangan tekan dan tidak lagi dibatasi oleh kuat tarik lentur beton. Dengan demikian, ketebalan perkerasan kaku yang diperlukan untuk suatu beban tertentu akan lebih tipis, sekitar 40 sampai 50% dari ketebalan perkerasan kaku konvensional.

5. Perkerasan beton semen pracetak (dengan maupun tanpa prategang)

Penggunaan hard coating pracetak memiliki keunggulan yaitu tetap menjaga kualitas beton yang diharapkan, dampak cuaca buruk sangat rendah dan proses konstruksi tidak terlalu mengganggu lalu lintas. Perkerasan kaku pracetak dibedakan menjadi dua jenis, yaitu: pelat kaku pracetak bukan pratekan dan panel kaku pracetak pratekan.

Pada perkerasan kaku pracetak pratekan terdapat tebal pelat 20 cm yang setara dengan perkerasan kaku konvensional setebal 35,5 cm. Pada perkerasan kaku pracetak dan pratekan, tiga jenis panel digunakan: pelat sambungan (terletak di ujung setiap bagian baris pelat pratekan dan memiliki radius pada sambungan untuk mengakomodasi pergerakan horizontal pelat), pelat tengah (terletak di tengah baris pelat dan dilengkapi lubang/kantong untuk meletakkan ujung tiang penegang) dan pelat dasar serat (pelat yang terletak di antara pelat majemuk dan pelat tengah).

Dalam suatu langkah pengoperasian, minimal satu segmen harus diselesaikan termasuk penataan panel dari satu panel komposit ke panel komposit berikutnya. Pelat ditempatkan pada permukaan yang rata dan siap pakai, sedangkan panel pada kedua sisinya dilengkapi dengan alur lidah (cutting key) untuk mengontrol kesejajaran vertikal selama bekerja dan menjamin kenyamanan atap agar pengemudi terhindar dari “cacat”.

Perkerasan kaku, perkerasan kaku kontinu tanpa perkuatan, perkerasan kaku kontinu bertulangan, dan perkerasan kaku kontinu bertulangan termasuk dalam perkerasan kaku konvensional. Desain umum dan detail sangat penting untuk

jenis pelapisan ini. Ketiga jenis kelongsong yang umum dapat digunakan untuk kelongsong, meskipun kelongsong keras terus menerus tanpa tulangan paling sering digunakan (Admindpu, 2022).

1.9.2 Proses Pembangunan Jalan Beton

Adapun proses pembangunan jalan beton, yaitu:

1. Perataan Permukaan Jalan.

Sebelum membangun suatu jalan, lokasi pembangunan tentunya harus bebas dari batu-batu besar, kayu dan berbagai jenis tanah lainnya. Jika tidak dilakukan tindakan pasti akan mempengaruhi kepadatan lapisan beton. Setelah lokasi dibersihkan, proses selanjutnya adalah pemadatan tanah untuk membuat jalan.

Proses pemadatan ini harus dilakukan dengan baik agar tanah tidak semakin curam. Lapisan tanah yang tidak rata dapat mempengaruhi kerataan permukaan jalan. Jika jalan beton sedang dibangun untuk memperbaiki jalan aspal yang sudah ada, pekerjaan ini biasanya dilakukan pada separuh jalan terlebih dahulu. Tentu saja separuh jalan masih bisa diakses kendaraan (Investigasi, 2022).

2. Pemberian Pondasi Untuk Beton.

Proses selanjutnya adalah pemberian timbunan untuk membangun jalan beton. Biasanya batu pecah digunakan untuk tanggul ini, tanggul ini dikerjakan hingga mencapai ketebalan sekitar 30 cm. Ukuran batu yang digunakan untuk mengisi jalan beton biasanya lebih kecil dibandingkan dengan batu yang digunakan untuk menuangkan pondasi rumah.

Setelah diisi dengan batu pecah, akan selalu dilakukan penimbunan kembali dengan menggunakan lapisan sirdam. Perataan kedua ini juga dilakukan hingga diperoleh ketebalan yang sama. Penimbunan lapisan kedua ini digunakan untuk mengisi rongga-rongga yang masih ada dari penimbunan pertama karena menggunakan campuran kerikil dan pasir. Lapisan timbunan selanjutnya akan dipadatkan hingga selesai menggunakan vibrator beton (Investigasi, 2022).

3. Landasan Cor Beton.

Proses selanjutnya adalah menutup pondasi dengan terpal plastik, hal ini dilakukan untuk menutupi pondasi beton yang sudah dituang. Plastik jenis ini digunakan agar air hasil penuangan beton tidak meresap ke dalam tanah. Dengan cara ini akan terbentuk lapisan beton yang kuat dan tahan lama untuk digunakan dalam konstruksi jalan (Investigasi, 2022).

4. Memasang Kerangka Beton.

Setelah menerima lapisan plastik, rangka besi/jaring baja bertulang beton ditempatkan di atasnya sebagai lapisan lantai beton. Biasanya ketebalan rangka baja ini sekitar 8 mm berbentuk S. Tujuan penempatan tulangan ini adalah untuk membuat pembatas dan menyambung jaring baja pada lapisan bawah dan atas (Investigasi, 2022).

5. Proses Pengecoran Beton

Menuangkan beton merupakan langkah terpenting dalam proses pembangunan jalan beton. Tentunya campuran beton ini harus diperhitungkan dan berkualitas baik.

Setelah beton dituang, tutupi permukaannya dengan kantong plastik atau goni. Hal ini membuat proses pengerasan dapat berlangsung dengan sempurna. Setelah mengeras, seringkali beton masih mengalami penyok-penyok kecil. Oleh karena itu, diperlukan proses penyembuhan untuk menghaluskan dan meratakannya agar berjalan lebih nyaman.

Proses penuangan ini akan bekerja sempurna jika dilakukan pada cuaca cerah. Tentunya saat cuaca cerah, beton akan lebih cepat kering dan hasil pelapisan akan maksimal. Namun apa jadinya jika casting dilakukan saat cuaca hujan? jadi ada proses terpisah untuk ini (Investigasi, 2022).

6. Proses Pemadatan Beton

Tentu saja, setelah beton mengeras, jalan beton tersebut tidak akan bisa langsung dilalui. Pertama, perlu dilakukan pengecekan apakah kekerasan jalan beton memenuhi standar yang dihitung atau tidak. Proses pengujian kekerasan jalan beton sering dilakukan dengan menggunakan alat ukur kekerasan beton.

Namun beton biasanya disemprot air terus menerus selama 23 hari. Hal ini untuk memastikan beton tidak mengalami dehidrasi

atau kekurangan air pada lapisannya. Kadar air atau kadar air beton juga akan mempengaruhi mutu beton, oleh karena itu diperlukan alat pengukur kadar air beton untuk pengujiannya. Berikut adalah beberapa proses sederhana untuk membuat jalan beton. Dari penjelasan singkat tersebut dapat kita simpulkan bahwa penggunaan alat ukur yang tepat akan sangat membantu dalam pemeriksaan mutu beton (Investigasi, 2022).

1.10 Kelebihan dan Kekurangan Jalan Aspal

1.10.1 Kelebihan Jalan Aspal

Adapun kelebihan jalan aspal, yaitu:

1. Jalan aspal lebih mulus, lebih tenang dan tidak bergelombang sehingga memudahkan berkendara.
2. Warna hitam pada plastik mempengaruhi psikologi pengemudi, membantu mereka menjadi lebih tenang dan nyaman.
3. Jalan aspal cenderung lebih murah dibandingkan konstruksi jalan beton jika digunakan pada jalan dengan volume lalu lintas rendah.
4. Proses perawatan lebih mudah karena Anda hanya perlu mengganti area aspal yang rusak dengan cara menggali dan menggantinya dengan yang baru (Anonim).

1.10.2 Kekurangan Jalan Aspal

Adapun kekurangan jalan aspal, yaitu:

1. Tidak tahan terhadap genangan air sehingga memerlukan saluran drainase yang baik untuk menghindari hujan dan banjir.
2. Struktur tanah yang rusak harus diperbaiki terlebih dahulu sebelum pembangunan jalan aspal (Anonim).

1.11 Kelebihan dan Kekurangan Jalan Beton

1.11.1 Kelebihan Jalan Beton

Adapun kelebihan jalan beton, yaitu:

1. Lebih kokoh dan mampu menahan beban kendaraan yang berat, sehingga jalan beton sering digunakan terutama untuk jalan tol.

2. Lebih tangguh terhadap serangan perubahan iklim, terutama terhadap genangan air dan banjir.
3. Biaya perawatan lebih murah dibandingkan jalan aspal karena biaya perawatannya minimal.
4. Dapat digunakan pada struktur tanah yang rusak tanpa perbaikan terlebih dahulu.
5. Pengadaan dan ketersediaan bahan baku lebih mudah (Anonim).

1.11.2 Kekurangan Jalan Beton

Adapun kekurangan jalan beton, yaitu:

1. Kualitas jalan beton sangat bergantung pada proses konstruksinya, misalnya pengeringan yang terlalu cepat akan menyebabkan keretakan pada permukaan jalan. Selain itu, kelancaran dan bergelombangnya jalan juga dapat terpengaruh jika ada kesalahan pengerjaan.
2. Biaya awal yang dikeluarkan bila digunakan di jalan raya dengan kendaraan berkapasitas tinggi cenderung lebih tinggi.
3. Dalam hal perbaikan jalan dilakukan dengan cara tumpang tindih atau penumpukan pekerjaan jalan beton lama sehingga menambah ketinggian jalan. Alhasil, Anda akan sering melihat beberapa jalan yang lebih tinggi dari rumah tetangga.
4. Sayangnya jalan beton lebih licin dibandingkan jalan aspal saat hujan. Oleh karena itu, tak heran jika kita berkendara di jalan tol selalu ada peringatan yang mengingatkan kita untuk berhati-hati saat hujan (Anonim).

DAFTAR PUSTAKA

- Admindpu, 2014. Peran Masyarakat Dalam Penyelenggaraan Jalan. Kulon Progo: Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman.
- Admindpu. 2022. Jenis Perkerasan Kaku (Rigid Pavement). Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Kulon Progo.
- AdminKontr. 2020. Proses Pengaspalan Jalan pada Kontraktor Jalandari Awal sampai selesai. Kontraktor Jalan.com.
- Anonim. Jalan Beton VS Jalan Aspal, Apa Saja Kekurangan dan Kelebihannya? Teknik Sipil. Universitas Bakrie.
- Darlan. 2014. Konstruksi Perkerasan Lentur (Flexible Pavement). Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Grobogan
- Investigasi. 2022. Berikut Proses Pembangunan Jalan Beton Secara Sederhana. Investigasi.news.
- KBBI. 2012-2023. Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Daring edisi III Versi 2.9 Kamus Versi Online/Daring (Dalam Jaringan). Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa (Pusat Bahasa).
- Kerajaan Aspal. Proses Pengaspalan Jalan dari A sampai Z. Jakarta Barat: WordPress.
- Manik, RR. 2014. Pendahuluan 1.1. Latar Belakang. Medan: Universitas Negeri Medan.
- Mansur, Achmad Zultan. 2017. Tahapan Pembangunan Jalan yang Biasa Dilakukan di Indonesia. Scribd.21
- Sinaga, A. 2019. Pendahuluan 1.1. Latar Belakang. Medan: Universitas HKBP Nommensen.
- 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, 2022. Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan. Jakarta: Direktorat Utama Pembinaan dan Pengembangan Hukum Pemeriksaan Keuangan Negara Badan Pemeriksa Keuangan.

BAB 2

STANDAR DAN PARAMETER PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN

Oleh Fathur Rahman Rustan

2.1 Pendahuluan

Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari desain jalan yang dititikberatkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga menghasilkan infrastruktur yang aman, pelayanan lalu lintas yang efisien, dan memberikan kenyamanan optimal sesuai dengan kecepatan yang direncanakan pada arus lalu lintas serta fungsi utamanya dapat terpenuhi. Desain geometrik jalan meliputi beberapa aspek, yaitu: (a) trase jalan, merupakan perencanaan jalur yang akan dilalui oleh jalan tersebut. (b) badan jalan diantaranya bahu jalan dan jalur lalu lintas, (c) tikungan, merupakan perencanaan radius tikungan yang aman dan nyaman bagi pengguna jalan, (d) drainase, merupakan perencanaan sistem pengaliran air hujan yang baik agar tidak mengganggu pengguna jalan, (e) kelandaian jalan, merupakan perencanaan kemiringan lintasan jalan yang aman dan nyaman bagi pengguna jalan, (f) galian dan timbunan, merupakan perencanaan perubahan ketinggian jalan. Dalam merencanakan geometrik jalan, terdapat beberapa kriteria yang menjadi perhatian, yaitu kriteria perencanaan geometrik, alinyemen jalan, lebar jalan, jarak pandang, kemiringan lintasan, radius tikungan, kapasitas jalan, dan kinerja lalu lintas. Semua kriteria tersebut harus dipertimbangkan dengan baik agar jalan yang direncanakan dapat memenuhi standar dan aturan yang berlaku serta memberikan kenyamanan, keamanan dan keselamatan bagi pengguna jalan. Oleh karenanya, pedoman untuk membangun infrastruktur jalan diperlukan untuk mencapai tujuan ini.

2.2 Standar Perencanaan Jalan

Dalam merencanakan geometrik jalan, saat ini Indonesia menggunakan Pedoman Desain Geometrik Jalan (PDGJ) sebagai standar untuk perencanaan geometrik jalan. PDGJ ini merupakan versi yang ditingkatkan dari Pedoman Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota yang diterbitkan oleh Bina Marga nomor 038 tahun 1997.

PDGJ telah diperbarui pada tahun 2021 melalui Surat Edaran Nomor 20/SE/Db/2021. Sebelumnya menggunakan standar, seperti Standar Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan (1992), Standar Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (38/TBM/1997), Geometri Jalan Perkotaan (RSNI T-14-2004), Standar Geometrik Jalan Tol (No. 007/BM/2009), dan kesemuanya di nyatakan sudah tidak lagi berlaku. Pedoman ini terbagi dalam 3 (tiga) bagian: umum, teknis, dan tata cara desain geometik jalan.

2.2.1 Ketentuan Umum

Perencanaan geometrik jalan harus memuat tentang ketentuan umum diantaranya:

1. Kebijakan pembangunan jalan yang berisi peraturan perundangan, perekonomian, keselamatan, lingkungan hidup dan drainase;
2. Pengelompokan klasifikasi jalan yang berdasarkan:
 - a. Peruntukkan (jalan umum dan khusus),
 - b. Status jalan (nasional, provinsi, kabupaten, kota, dan desa),
 - c. Sistem jaringan (sistem jaringan jalan primer dan sekunder),
 - d. Fungsi atau peranan (jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan),
 - e. Kelas jalan dikelompokkan berdasarkan:
 - 1) Penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan (LLAJ) yang terbagi ke dalam kelas I, kelas II, kelas III, dan khusus, dengan klasifikasinya dijelaskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kelas jalan sesuai penggunaannya

Kelas	Fungsi	Dimensi Kendaraan (m)			Muatan Sumbu Terberat (MST) ton
		Lebar	Panjang	Tinggi	
K. I	Arteri, Kolektor	≤ 2,55	≤ 18,00	≤ 4,2	10
K. II	Arteri, Kolektor,	≤ 2,55	≤ 12,00	≤ 4,2	8
K. III	Lokal, Lingkungan	≤ 2,20	≤ 9,00	≤ 3,5	8*
K. Khusus	Lingkungan	> 2,55	> 18,00	≤ 4,2	> 10

Sumber : KemenPUPR, 2021

- 2) Spesifikasi penyediaan prasarana jalan (SPPJ) terbagi atas JBH (Jalan Bebas Hambatan), JRY (Jalan Raya), JSD (Jalan Sedang), JKC (Jalan Kecil) dan JLR (Jalan Lalulintas Rendah).
- 3) Medan jalan
Jalan dikelompokkan sesuai dengan medan yang membentuknya. Tabel 2.2. menunjukkan kelas jalan didasarkan pada medannya.

Tabel 2.2. Kelas jalan sesuai medan jalan

Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan *) (%)
Datar	D	< 10
Bukit	B	10 – 25
Gunung	G	> 25

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

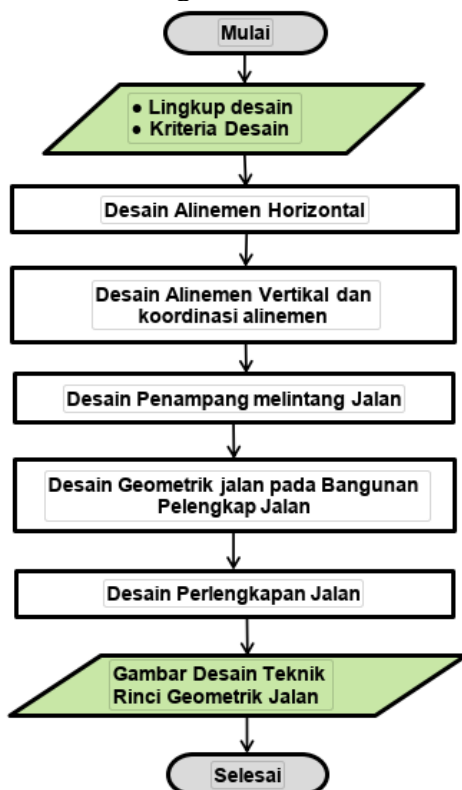
Sumber : KemenPUPR, 2021

2.2.2 Ketentuan Teknis

Dalam ketentuan teknis mencakup (a) Kriteria desain, (b) Kajian koridor, (c) penetapan jarak pandang, (d) Desain alinyemen horizontal, termasuk jarak pandang dan daerah bebas samping di tikungan, (e) Desain alinyemen vertikal, (f) Tipikal potongan penampang melintang jalan, dan (g) Studi koordinasi antara alinyemen.

2.2.3 Tata Cara Desain Geometrik Jalan

Tata cara desain geometrik jalan untuk desain jalan baru maupun rekonstruksi jalan lama lazim digunakan dalam perencanaan jalan antar kota, jalan perkotaan, dan jalan pedesaan, prosedur perencanaan geometrik jalan biasanya terdiri dari tahapan yang ditampilkan kedalam bagan alir Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Bagan alir prosedur umum desain geometrik jalan

2.3 Parameter Desain Geometrik Jalan

Beberapa parameter kunci untuk desain geometrik jalan harus diperhatikan dengan baik, agar menghasilkan suatu perencanaan geometrik yang baik, benar, dan sesuai dengan standar dan ketentuan yang berlaku.

2.3.1 Kriteria Perencanaan Geometrik

Dalam kriteria perencanaan geometri jalan berisi cakupan perencanaan meliputi kendaraan rencana, volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (smp), kapasitas jalan (rasio volume/kapasitas – RVK), tingkat pelayanan jalan (*level of service* – LOS), kecepatan rencana (kecepatan kendaraan yang bisa dicapai bila melaju aman dan tanpa gangguan), dan faktor gaya yang bekerja serta jarak pandang.

2.3.2 Alinyemen Jalan

Parameter kunci berikutnya mengacu pada alinyemen jalan, termasuk alinyemen horizontal dan vertikal.

1. Alinyemen horizontal (juga disebut "trase jalan") pada peta perencanaan adalah kumpulan titik yang membentuk garis lurus atau lengkung proyeksi sumbu as jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal melibatkan banyak elemen, termasuk gaya sentrifugal, bentuk busur peralihan, bentuk tikungan, diagram superelevasi, pelebaran perkerasan pada tikungan, dan jarak pandang pada tikungan.
2. Alinyemen vertikal, yang juga dikenal sebagai profil jalan atau penampang memanjang, adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang vertikal yang berbentuk penampang memanjang jalan. Perencana harus membuat desain alinyemen vertikal untuk menghubungkan dua kelandaian dan elevasi jalan. Alinyemen vertikal biasanya dibedakan menjadi lengkung vertikal cembung dan cekung. Dalam merencanakan alinyemen vertikal, beberapa faktor penting harus dipertimbangkan. Ini termasuk kelandaian, panjang kritis, laju pendakian, dan bentuk lengkung vertikal.
3. Koordinasi antar alinyemen. Untuk mendapatkan hasil perencanaan yang baik, alinyemen vertikal, horisontal, dan potongan melintang jalan harus disesuaikan. Persyaratan ini

harus dipenuhi: (1) Alinyemen horisontal berimpit dengan alinyemen vertikal, dan alinyemen horizontal melingkupi alinyemen vertikal sedikit lebih jauh; (2) Tidak ada tikungan tajam di bagian bawah lengkung vektor; (3) Hindari kelandaian jalan yang lurus dan panjang dengan lengkung vertikal yang cekung; (4) Hindari gabungan dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal; dan (5) hindari tikungan tajam di antara bagian jalan yang lurus dan panjang.

2.3.3 Lebar Jalan

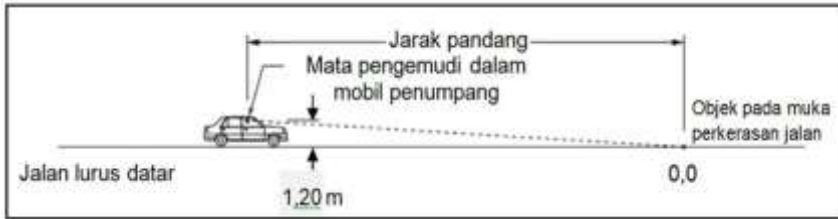
Lebar jalan atau penampang melintang jalan didesain berdasarkan faktor berikut :

1. Lokasinya (dalam atau luar kota);
2. Fungsi jalan;
3. Kelas pengguna jalan;
4. Spesifikasi penyedia prasarana jalan;
5. Rerata volume lalu lintas harian dan jenis kendaraan;
6. Peningkatan jalan baru atau lama;
7. Ketersediaan angkutan umum;
8. Kondisi topografi, geologi, utilitas publik, lebar Rumija, dan vegetasi;
9. Ketersediaan material untuk membuat jalan.

Bagian badan jalan terdiri dari jalur lalu lintas dan bahu jalan. Klasifikasi jalan dan volume lalu lintas menentukan lebar jalur lalu lintas dan bahu jalan.

2.3.4 Jarak Pandang

Hal lainnya mengacu pada jarak pandang yang diperlukan untuk berkendara yang aman, termasuk jarak pandang henti (J_{PH}), jarak pandang mendahului (J_{PM} - jarak pandang lewat minimum), jarak pandang aman (J_{PA}), dan jarak pandang bebas di tikungan (J_{PB}). Gambar 2.3 menggambarkan konsep jarak pandang. Dalam perencanaan geometrik jalan, jarak pandang di dasarkan pada kecepatan desain (V_D).



Gambar 2.3. Jarak pandang

2.3.5 Kemiringan Lintasan

Kemiringan permukaan badan jalan yang diukur secara konvensional terhadap garis tengah jalan atau desain disebut kemiringan melintang. Kemiringan melintang ini bertujuan untuk memberikan superelevasi pada lengkung horizontal dan air dapat mengalir pada badan jalan yang lurus dan tikungan. Ini mengacu pada kemiringan lintasan jalan, yang ditentukan oleh faktor-faktor seperti rencana kendaraan dan volume rencana per jam.

2.3.6 Radius Tikungan

Hal penting berikutnya mengacu pada radius tikungan jalan, yang ditentukan oleh faktor-faktor seperti kecepatan desain dan desain kendaraan.

Parameter di atas digunakan untuk memastikan bahwa jalan dirancang agar aman dan nyaman bagi pengemudi dan penumpang.

2.4 Penutup

Perencanaan geometrik jalan sesuai dengan persyaratan dan aturan yang ditetapkan di Indonesia sangatlah penting untuk memastikan keamanan dan efisiensi dalam berlalu lintas. Pastikan untuk selalu merujuk pada edisi terbaru dari standar dan peraturan tersebut karena standar dan aturan ini dapat diperbarui sesuai dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan lalu lintas.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasibuan, S., Masdiana, Sabaruddin, Lutfie, M., Rustam, M. S. P. A., Mustika, W., Sulha, One, L., Sarita, U., Latif, A. M., Halim, H., Rustan, F. R. 2022. *Perancangan Geometrik Jalan*. Surakarta: Tahta Media Group.
- KemenPUPR. 2021. *Pedoman Desain Geometrik Jalan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Pusdiklat PUPR. 2017. *Modul 3 Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Ruas Jalan*. Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah.
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: NOVA.

BAB 3

MENDESAIN TIKUNGAN FULL CIRCLE

Oleh Megalita Rodiyani

3.1 Pendahuluan

Pada perencanaan geometrik jalan ada tiga jenis lengkung horizontal, salah satunya yaitu lengkung *Full Circle*. Tikungan *Full Circle* merupakan lengkung busur lingkaran sederhana yang artinya tikungan *Full Circle* hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja. Lengkung *Full Circle* ini tidak memiliki spiral. Pada tikungan *Full Circle* mempunyai radius lengkung (R) besar. Radius lengkung atau R besar disyaratkan agar tidak terjadi patahan.

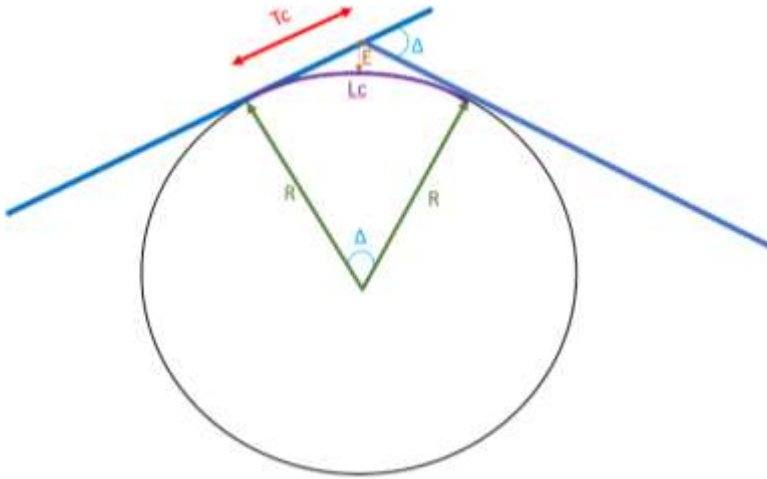
Dalam mendesain tikungan *Full Circle* yang harus direncanakan atau ditentukan yaitu kecepatan rencana (V_c). Kecepatan rencana ditentukan ini berdasarkan jenis jalan yang akan direncanakan yaitu arteri, kolektor atau lokal. Dari menetapkan kecepatan, maka dapat ditetapkan radius lengkungnya (R).



Gambar 3.1. Pencapaian Superelevai
(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga)

3.2 Pengertian *Full Circle*

Syarat pada lengkung *Full Circle* adalah jari-jari tikungan R yang direncanakan besar dan nilai superelevasi e lebih kecil dari 3%. Adapun bentuk dari lengkung *Full Circle* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Lengkung Full Circle

Adapun bagian pada tikungan *Full Circle* yaitu sebagai berikut :

1. *Point Intersection* (PI)
Point intersection atau PI merupakan titik perpotongan. PI tidak boleh berada pada kontur yang curam dan pada tanjakan, hal ini dikarenakan pada waktu pengendara di posisi tikungan maka pengendara juga akan di posisi tanjakan sehingga hal tersebut berbahaya bagi pengendara.
2. Panjang Tangen (TC)
Panjang Tangen atau *Tangent Circle* (TC) merupakan jarak dari titik awal tikungan dan *Point Intersection*.
3. *External* (E)
External merupakan jarak antara PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran.

4. *Length Curve* (LC)

Length Curve atau biasa disebut dengan busur lingkaran yaitu panjang dari busur lingkaran dari sebuah tikungan.

5. *Radius* (R)

Radius atau jari-jari (R) merupakan panjang jari-jari tikungan.

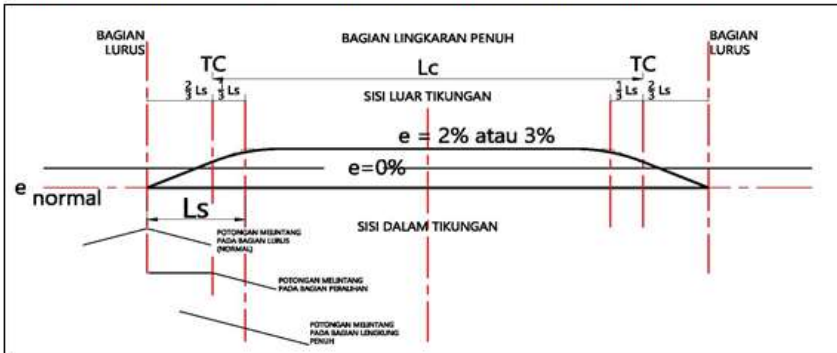
3.3 Superelevasi *Full Circle*

Superelevasi merupakan suatu kemiringan melintang pada tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan (Bina Marga, 1997). Pencapaian superelevasi yaitu superelevasi yang dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh pada bagian busur.

Syarat superelevasi pada *Full Circle* adalah lebih kecil dari 3%. Pada tikungan *Full Circle* tidak mempunyai lengkung peralihan atau Panjang spiral (Ls) hal ini dikarenakan bentuk tikungannya hanya lingkaran saja. Oleh karena itu lengkung peralihan pada *Full Circle* sering disebut Panjang lengkung peralihan fiktif.

Dalam tikungan *Full Circle* ada 3 jenis kondisi, yaitu kondisi pertama dimana nilai superelevasi $e > 1\%$ dan $< +2\%$ atau 3%, kondisi kedua nilai superelevasi $e < 1\%$ dan $> -2\%$, Kondisi ketiga Superelevasi $e > e_{\text{normal}}$ dan $< e_{\text{max}}$. Diagram superelevasi dari ketiga kondisi dapat dilihat pada Gambar 33.

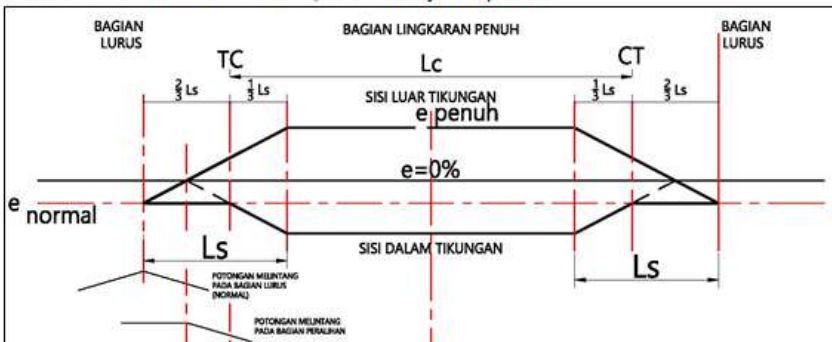
1. Jika $e > 1\%$ dan $< +2\%$ atau $+3\%$ (RC) nilai e dibulatkan menjadi $+2\%$ atau $+3\%$.



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



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



Gambar 3.3. Diagram superelevasi *Full Circle*
(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga)

3.4 Perhitungan *Full Circle*

Dalam perhitungan *Full Circle* harus diketahui terlebih dahulu yaitu sudut tikungan (Δ) kemudian dilakukan perhitungan panjang tangen (T_c) dengan rumus sebagai berikut :

$$T_c = R \cdot \tan \left(\frac{1}{2} \Delta \right) \quad (3.1)$$

Dimana,

T_c = Panjang tangen (m)

R = Jari jari tikungan (m)

Δ = Sudut tikungan ($^\circ$)

Selain menghitung T_c pada perhitungan tikungan *Full Circle* yaitu menghitung jarak luar antara busur lingkaran dan PI. Adapun perhitungannya menggunakan rumus 3.2.

$$E = \frac{R}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \quad (3.2)$$

Dimana,

R = Jari jari tikungan (m)

Δ = Sudut tikungan ($^\circ$)

E = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran

Panjang busur lingkaran pada *Full Circle* dapat dihitung menggunakan rumus 3.3 dibawah ini.

$$L_c = \left(\frac{\Delta \pi}{180} \right) \cdot R \quad (3.3)$$

Dimana,

R = Jari jari tikungan (m)

Δ = Sudut tikungan ($^\circ$)

L_c = Panjang busur lingkaran

3.4.1 Contoh Soal

Direncanakan lengkung horisontal dengan sudut tikungan 30° , kecepatan rencana 60 km/jam, jari jari tikungan 716 m, superelvasi normal 2%, Superelvasi maksimum 10%, superelvasi 0,026 dan L_s 50m. Hitung perencanaan alinyemen horizontal dan gambar diagram superelevasinya!

Jawaban :

Diketahui,

$$\Delta = 30^\circ$$

$$R = 716 \text{ m}$$

$$e_n = 2 \%$$

$$e_{\max} = 10\%$$

$$e = 0,026$$

$$L_s = 50 \text{ m}$$

Karena nilai e adalah 0,026, kurang dari 3% maka jenis tukungannya yaitu *Full Circle*. Maka perhitungan tikungan menggunakan rumus *Full Circle*.

1. Menghitung Panjang Tangen (T_c)

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

$$T_c = 716 \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} 30 \right)$$

$$T_c = 191,85 \text{ m}$$

2. Menghitung Jarak luar dari PI ke busur lingkaran (E)

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

$$E = \frac{716}{\cos \left(\frac{1}{2} 30 \right)} - 716$$

$$E = 25,258 \text{ m}$$

3. Menghitung Panjang busur lingkaran (L_c)

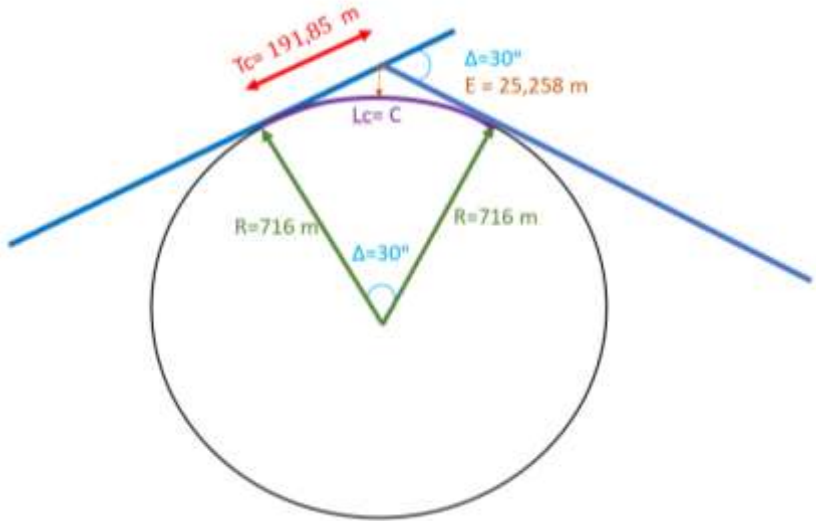
$$L_c = \left(\frac{\Delta \pi}{180} \right) \cdot R$$

$$L_c = \left(\frac{30 \pi}{180} \right) \cdot 716$$

$$L_c = 374 \text{ m}$$

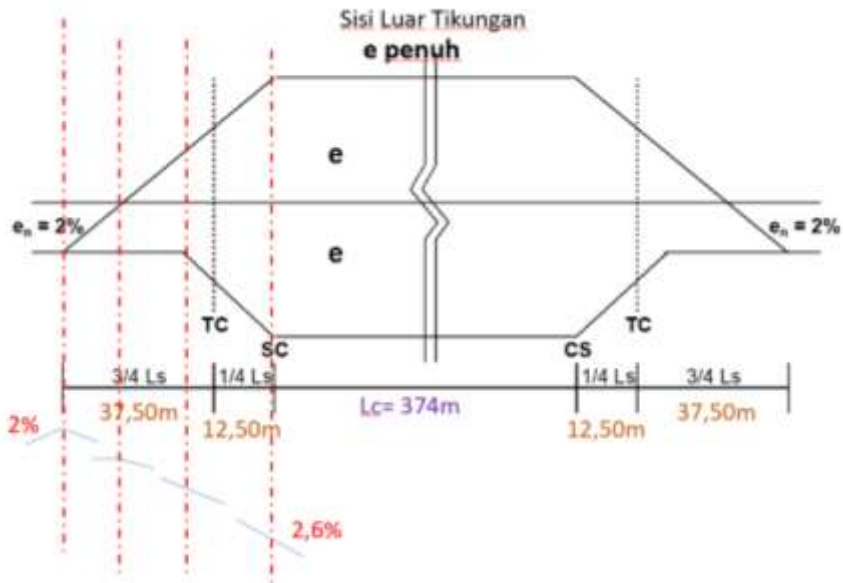
4. Gambar

Dari hasil perhitungan yang didapat T_c sebesar 191,85 m, E sebesar 25,258m, L_c sebesar 374m, maka dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.4. Lengkung *Full Circle*

Karena $e=2,6\%$ yang mana kondisi $e > e_{\text{normal}}$ maka diagram superlevasi nya sebagai berikut:



Gambar 3.5. Diagram superelevasi *Full Circle*

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2021. Pedoman Desain Geometrik Jalan.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota.
- Prastyanto, Catur A. 2001. Pengembangan Pembelajaran Mata Kuliah Rekayasa Jalan Raya (Ps 1364) Dengan Pembuatan Modul Ajar Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sukirman, Silvia 1999, Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Bandung : Nova.

BAB 4

MENDESAIN TIKUNGAN SCS DAN SS DAN STATIONING

Oleh Fatmawaty Rachim

4.1 Pendahuluan

Jalan merupakan infrastruktur transportasi yang memiliki signifikansi besar. Ini berperan sebagai saluran transportasi darat yang menghubungkan berbagai wilayah, sehingga perencanaan dan pembangunan jalan memerlukan perhatian khusus. Ketika jaringan transportasi berjalan dengan baik, dampak positifnya termasuk pertumbuhan ekonomi yang lebih baik dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Fungsi utama jalan adalah memberikan layanan yang optimal dalam hal keamanan dan kenyamanan kepada pengguna, sehingga perencanaan yang cermat untuk jalan sangat penting.

Untuk memastikan layanan yang baik, aman, dan lancar bagi pengguna jalan, penting untuk mematuhi persyaratan teknis geometrik yang berlaku untuk jalan tersebut. Geometri jalan mencakup berbagai aspek yang melibatkan bentuk dan ukuran jalan, termasuk profil jalan secara melintang dan memanjang, serta faktor-faktor lain yang terkait dengan karakteristik fisik pada jalan.

Perencanaan geometri jalan adalah proses merancang aspek-aspek fisik dari suatu jalan, seperti lebar jalan, radius tikungan, kemiringan jalan, perlintasan, dan berbagai elemen geometri lainnya. Tujuan utama dari perencanaan geometri jalan adalah menciptakan jalan yang aman, efisien, nyaman, dan sesuai dengan kebutuhan lalu lintas serta lingkungan sekitarnya seperti keselamatan lalu lintas, efisiensi lalu lintas, kebutuhan fungsional. Kenyamanan pengguna jalan, lingkungan dan keberlanjutan, aksesibilitas universal, drainase yang baik, estetika, efisiensi konstruksi, kepatuhan terhadap standar dan peraturan hingga kebutuhan masa depan.

Landasan dari perencanaan geometrik jalan melibatkan pemahaman tentang karakteristik gerakan kendaraan, dimensi kendaraan, kemampuan pengemudi dalam mengontrol kendaraan, dan ciri-ciri aliran lalu lintas. Semua faktor ini harus dipertimbangkan oleh perencana agar dapat merancang bentuk dan dimensi jalan serta ruang gerak kendaraan yang memenuhi standar kenyamanan dan keselamatan yang diharapkan. Perencanaan geometrik jalan yang sukses harus dapat menyeimbangkan masalah keselamatan dan mobilitas, bahkan ketika kedua aspek ini seringkali memiliki kepentingan yang saling bertentangan. Mobilitas yang diperhatikan dalam perencanaan tidak hanya terkait dengan kendaraan bermotor, tetapi juga mencakup mobilitas kendaraan non-motor dan pejalan kaki.

4.2 Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan adalah disiplin ilmu yang melibatkan banyak ahli di berbagai bidang seperti insinyur sipil, perencana transportasi, ahli lalu lintas, dan ahli lingkungan. Berikut adalah pandangan umum mengenai perencanaan geometrik jalan menurut beberapa ahli di bidang ini:

1. Perencanaan geometrik jalan, menurut pandangan Dr. Ir. Hendarsin Sitorus, seorang pakar dalam bidang perencanaan geometrik jalan di Indonesia, memuat sejumlah prinsip dan langkah-langkah yang penting untuk diikuti. Dalam pandangan beliau, perencanaan geometrik jalan harus memperhatikan beberapa hal kunci seperti keselamatan, kapasitas dan kelancaran lalu lintas, kemampuan jalan, faktor topografi, aksesibilitas, lingkungan, drainase, evaluasi dampak, kepatuhan terhadap standar, dan kebijakan transportasi. Jadi perencanaan geometrik jalan harus memadukan aspek teknis, keselamatan, lingkungan, dan sosial untuk menciptakan jalan yang berfungsi baik dan memberikan manfaat maksimal kepada Masyarakat (Hendarsin, 2000).
2. Menurut (Garber and Hoel, 2014) dan Hoel dalam bukunya "Traffic and Highway Engineering," perencanaan geometrik jalan melibatkan desain dan pengembangan elemen-elemen

- jalan seperti radius tikungan, lebar jalan, kemiringan, dan elemen geometrik lainnya. Tujuan utamanya adalah memastikan keselamatan, kapasitas, dan efisiensi lalu lintas.
3. Dalam bukunya yang ditulis oleh (Roger *et al.*, 2011) "Traffic Engineering," menggarisbawahi pentingnya perencanaan geometrik jalan dalam merancang jalan yang mampu mengakomodasi lalu lintas dengan baik, mengoptimalkan kapasitas jalan, dan memastikan keselamatan pengguna jalan.
 4. Buku berjudul "Transportation Infrastructure Engineering: A Multimodal Integration," (Hoel and Garber, 2010) menguraikan bahwa perencanaan geometrik jalan melibatkan berbagai aspek seperti profil vertikal dan horizontal jalan, geometri persimpangan, aksesibilitas, dan perlintasan pejalan kaki.
 5. Perencanaan geometrik jalan biasanya mencakup banyak hal, termasuk penentuan trase jalan, konfigurasi badan jalan, kurva, sistem drainase, elevasi jalan, pekerjaan galian, dan timbunan. Tujuan utama dari perencanaan geometrik jalan adalah untuk membuat infrastruktur yang aman, meningkatkan efisiensi pelayanan lalu lintas, dan mengoptimalkan perbandingan antara tingkat penggunaan jalan dengan biaya pelaksanaan proyek. (Sukirman, 1994)
 6. Proses perencanaan suatu jalur jalan tertentu disebut perencanaan geometrik jalan. Ini mencakup berbagai elemen jalan yang direncanakan berdasarkan data dasar dari survei lapangan, yang kemudian dianalisis menggunakan pedoman perencanaan geometrik yang sesuai. Standar perencanaan geometrik Indonesia berlaku untuk acuan perencanaan yang digunakan. (Saodang, 2010)

Dalam semua pandangan ahli ini, perencanaan geometrik jalan adalah aspek penting dari perencanaan transportasi yang bertujuan untuk menciptakan sistem transportasi yang aman, efisien, berkelanjutan, dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Ini melibatkan banyak disiplin ilmu dan perhatian terhadap berbagai aspek teknis, keselamatan, ekonomi, dan lingkungan.

4.3 Perencanaan Giometrik

Alinyemen horizontal adalah istilah yang digunakan dalam perencanaan geometrik jalan untuk mengacu pada perubahan arah atau sudut jalan secara horizontal, yang terjadi dalam bentuk tikungan atau kurva. Ini adalah elemen penting dalam desain jalan, dan alinyemen horizontal jalan yang tepat sangat penting untuk keselamatan lalu lintas dan kenyamanan pengemudi. Alinyemen horizontal yang baik adalah kunci untuk menciptakan jalan yang aman dan nyaman bagi pengguna jalan. Ini membantu mengurangi risiko kecelakaan, mengoptimalkan kapasitas jalan, dan memberikan pengalaman berkendara yang lebih baik. Terdapat tiga jenis tikungan yang umum digunakan dalam perencanaan geometrik jalan, dan masing-masing memiliki karakteristik khusus yang memengaruhi kecepatan, radius, dan perilaku pengemudi. Ketiga jenis tikungan tersebut adalah lingkaran (Full Circle = F-C), spiral-Lingkaran-Spiral (Spiral- Circle- Spiral = S-C-S), spiral-Spiral (S-S).

1. Jari-jari tikungan minimum

Untuk menjaga stabilitas kendaraan saat melewati tikungan, diperlukan suatu kemiringan melintang pada permukaan jalan yang disebut superelevasi (e). Saat kendaraan berada di dalam daerah superelevasi, terjadi gesekan antara ban kendaraan dan permukaan aspal yang menghasilkan gaya gesekan melintang. Perbandingan antara gaya gesekan melintang dan gaya normal dikenal sebagai koefisien gesekan melintang (f). Rumus penghitungan lengkung horizontal dapat ditemukan dalam buku TPGJAK:

R min =
$$\frac{Vr^2}{127 \times (e + f)} \dots\dots\dots (4.1)$$

Dd =
$$\frac{1432,4}{Rd} \dots\dots\dots (4.2)$$

2)
Rd adalah Jari-jari lengkung (m)
Dd adalah Derajat lengkung (°)

Agar dapat mencegah insiden kecelakaan, perlu dilakukan perhitungan terhadap jari-jari minimum yang

diperlukan untuk mencapai superelevasi maksimum dan koefisien gesekan maksimum pada suatu kecepatan tertentu.

$$f_{maks} = 0,192 - (0,00065 \times V_r) \dots\dots\dots (4.3)$$

$$R_{maks} = \frac{V_r^2}{127x(e_{maks} + f_{maks})} \dots\dots\dots (4.4)$$

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V_r^2} \dots\dots\dots (4.5)$$

- a. Rmin adalah Jari-jari tikungan minimum, (m)
- b. Vr adalah Kecepatan kendaraan rencana, (km/jam)
- c. emaks adalah Superelevasi maksimum, (%)
- d. fmaks adalah Koefisien gesekan melintang maksimum
- e. Dd adalah Derajat lengkung (°)
- f. Dmaks adalah Derajat maksimum

Untuk perhitungan, digunakan emaks = 10% sesuai tabel.

Tabel 4.1. panjang jari-jari minimum (dibulatkan) untuk emaks = 10%

V _R (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari - Jari Minimum Rmin (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber : TPGJAK No 038/T/BM/1997

Untuk kecepatan rencana < 80 km/jam berlaku fmaks = - 0,00065 V + 0,192

80 – 112 km/jam berlaku fmaks = - 0,00125 V + 0,24

4.4 Klasifikasi Jalan

Menurut ketentuan yang terdapat dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 19/PRT/M/2011 (tahun 2011) berdasarkan klasifikasinya :

1. Jalan nasional adalah jalan yang menjadi tanggung jawab pemerintah pusat dan berfungsi sebagai arteri utama yang menghubungkan berbagai wilayah di Indonesia. Jalan nasional biasanya memiliki volume lalu lintas yang tinggi dan standar teknis yang lebih ketat.
2. Jalan provinsi adalah jalan yang menjadi tanggung jawab pemerintah provinsi. Jalan ini menghubungkan berbagai

kota dan kabupaten di dalam provinsi tersebut. Standar teknis untuk jalan provinsi juga ditetapkan.

3. Jalan kabupaten/kota adalah jalan yang menjadi tanggung jawab pemerintah kabupaten atau kota. Jalan ini berfungsi menghubungkan antarwilayah di tingkat kabupaten atau kota. Standar teknis untuk jalan kabupaten/kota juga diatur dalam peraturan ini.
4. Jalan desa adalah jalan yang menjadi tanggung jawab pemerintah desa atau kelurahan. Jalan ini menghubungkan antardesa atau antarwilayah di tingkat desa atau kelurahan. Standar teknis untuk jalan desa juga diatur.
5. Klasifikasi jalan lainnya termasuk jalan tol, jalan lingkungan, dan jalan khusus lainnya yang mungkin ada sesuai dengan karakteristik dan fungsi masing-masing.

Istilah "jalan" dalam konteks infrastruktur transportasi darat merujuk kepada semua komponen yang membentuk sistem jalan raya. Ini mencakup elemen-elemen fisik dan teknis yang diperlukan untuk mendukung pergerakan kendaraan dan pejalan kaki di darat. Komponen-komponen utama dari infrastruktur jalan termasuk permukaan jalan, persimpangan jalan. Trotoar, rambu lalu lintas, dan masih banyak lagi. Semua komponen ini bersama-sama membentuk sistem jalan raya yang penting untuk mobilitas dan transportasi di suatu daerah atau kota. Dengan memperhatikan desain, pemeliharaan, dan pengaturan lalu lintas yang baik, infrastruktur jalan yang efisien dan aman dapat diberikan kepada masyarakat.

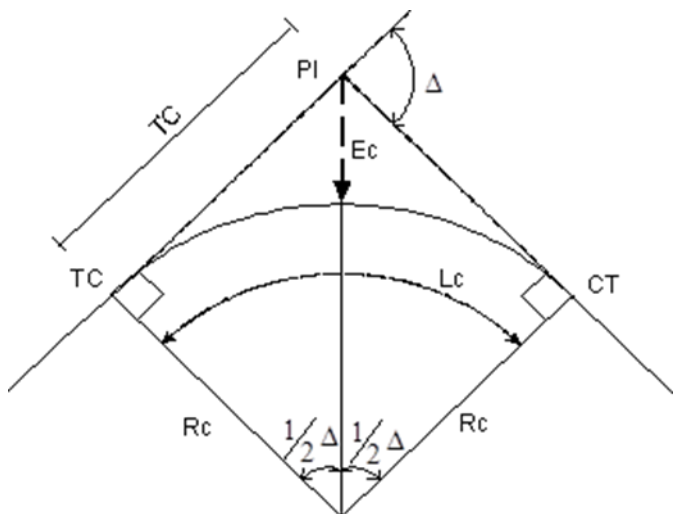
Jalan perkotaan adalah jenis jalan yang terletak di dalam kota atau daerah perkotaan. Jalan-jalan perkotaan ini memiliki karakteristik khusus yang membedakannya dari jalan-jalan di daerah pedesaan atau jalan tol. Jalan-jalan perkotaan memainkan peran penting dalam mobilitas dan kehidupan perkotaan, dan perencanaan geometrik jalan perkotaan harus mempertimbangkan semua faktor ini untuk menciptakan sistem transportasi yang aman, efisien, dan berkelanjutan.

Peraturan pelaksanaan dan peraturan teknis lebih lanjut dapat diterbitkan untuk mengatur aspek-aspek tertentu yang terkait dengan pelaksanaan Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2011

tentang Jalan. Untuk informasi lebih lanjut dan rincian yang lebih spesifik, Anda dapat merujuk langsung ke teks lengkap Undang-Undang tersebut atau menghubungi otoritas yang berwenang di bidang transportasi dan jalan di Indonesia.

4.5 Alinyemen Horizontal

4.5.1 Untuk lengkung busur lingkaran sederhana (*Full Circle*)



Gambar 4.1. Lengkung busur lingkaran sederhana (*Full Circle*)

Keterangan:

Δ adalah Sudut Tikung

O adalah Titik Pusat Tikung

TC adalah Titik peralihan dari tangen ke bentuk busur lingkaran (Circle)

CT adalah Titik peralihan dari busur lingkaran (Circle) ke tangen

R_c adalah Jari – jari lingkaran

T_c adalah Panjang Tangen (jarak dari TC ke PI atau PI ke TC)

L_c adalah Panjang Busur Lingkaran

E_c adalah Jarak antara titik PI dan busur lingkaran

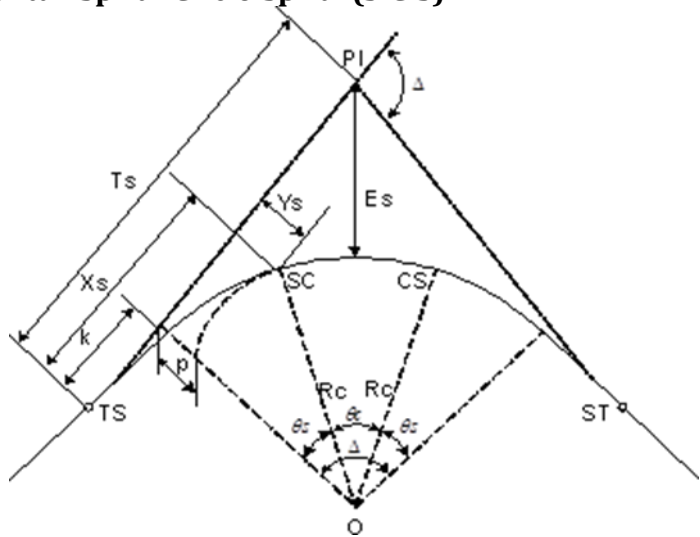
Dengan Rumus :

$T_c \text{ adalah } R_c \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (4.6)$

$E_c \text{ adalah } T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots (4.7)$

Lc adalah $0,01745 \cdot \Delta \cdot R$(4.8)

4.5.2 Untuk Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)



Gambar 4.2. Lengkung Spiral-Lingkaran-Spiral (S-C-S)

Keterangan :

Panjang titik SC pada garis tangen, jarak dari titik ST ke SC, dan jarak lurus lengkung peralihan (Xs). Ls adalah panjang lengkung peralihan (panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST) dan panjang busur lingkaran (panjang dari titik TS ke CS). Ts adalah panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST. SC adalah titik dari tangen ke spiral, dan SC adalah titik dari spiral ke lingkaran. Es adalah jarak dari PI ke busur lingkaran.

Dengan rumus

$$\theta_s = \frac{L_s \times 360}{2 \times R_d \times 2\pi} \dots\dots\dots(4.9)$$

$$\Delta c = \Delta PI - (2 \times \theta_s) \dots\dots\dots(4.10)$$

$$X_s = L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_d^2}\right) \dots\dots\dots(4.11)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R_d} \dots\dots\dots(4.12)$$

$$P = Y_s - R_d \times (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots(4.13)$$

$$K = X_s - R_d \times \sin \theta_s \dots\dots\dots(4.14)$$

$$E_t = \frac{R_d + p}{\cos (\frac{1}{2}\Delta)} - R_r \dots\dots\dots(4.15)$$

$$T_t = (R_d + p) \times \tan(\frac{1}{2}\Delta PI) + K \dots \dots \dots (4.16)$$

$$L_c = \frac{\Delta c \times 2 \times \pi \times R_d}{360} \dots \dots \dots (4.17)$$

$$L_{tot} = L_c = (2 \times L_s) \dots \dots \dots (4.18)$$

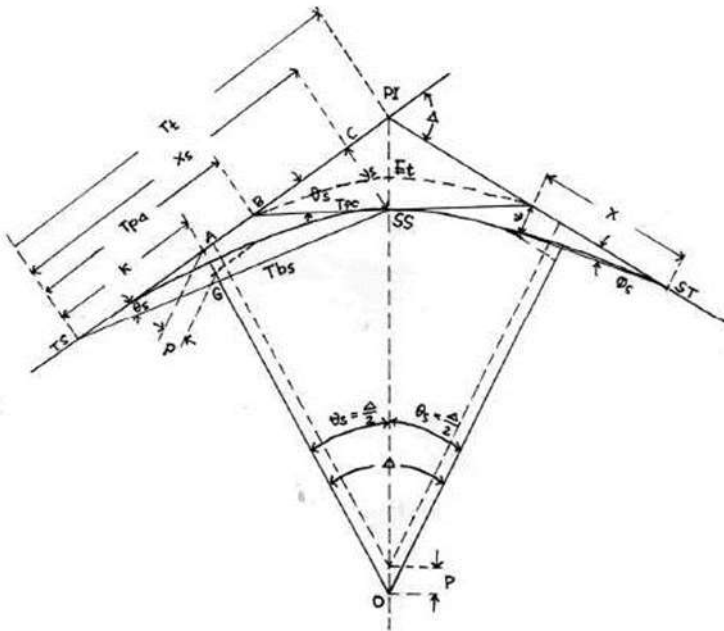
Jika P yang dihitung dengan rumus di bawah, maka ketentuan tikungan yang digunakan bentuk S-C-S.

$$P = \frac{L_s^2}{24R_d} < 0,25 \text{ m} \dots \dots \dots (4.19)$$

Untuk $L_s = 1,0 \text{ m}$ maka $p = p''$ dan $k = k''$

Untuk $L_s = L_s$ maka $P = p'' \times L_s$ dan $k = k'' \times L_s$

4.5.3 Untuk Spiral-Spiral (S-S)



Gambar 4.3. Lengkung Spiral-Spiral (S-S)

Untuk bentuk spiral-spiral berlaku rumus sebagai berikut:

$$\theta_s = \frac{1}{2}\Delta \dots \dots \dots (4.20)$$

$$L_{tot} = 2L_s \dots \dots \dots (4.21)$$

Untuk menentukan θ_s rumus sama dengan lengkung peralihan.

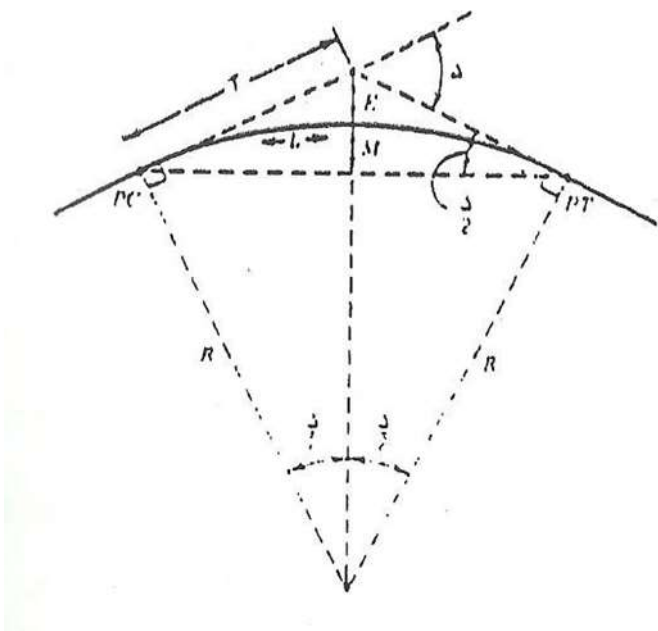
$$L_s = \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R_c}{90} \dots\dots\dots (4.22)$$

P, K, Ts, dan Es rumus sama dengan lengkung peralihan.

4.6 Lengkung Horizontal

Lengkung horizontal merujuk pada situasi di mana sebuah jalan membentuk kurva, bisa berupa parabola, spiral, atau lingkaran penuh. Bagian lengkung ini memiliki radius R. Awal dari transisi dari jalan yang lurus ke bagian lengkung disebut sebagai titik awal lengkung (PC), sementara titik akhirnya, tempat transisi dari lengkung kembali ke jalan lurus, disebut titik akhir lengkung (PT). Poin di mana kedua jalur lurus ini bersilangan adalah titik pertemuan (PI).

Sudut defleksi (Δ) merupakan sudut yang terbentuk oleh dua panjang tangen, yaitu AV dan BV, yang keduanya memiliki panjang yang disebut sebagai T.



Gambar 4.4. Lengkung Horizontal (sederhana)
 Sumber: (Ansyori, 2001)

4.7 Kemiringan Tikungan

Kemiringan tikungan, dalam konteks perencanaan geometrik jalan, mengacu pada kemiringan sudut lintasan jalan saat melintasi sebuah tikungan atau kurva. Kemiringan tikungan dirancang untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang muncul saat kendaraan bergerak di sepanjang tikungan sehingga pengemudi dapat merasa lebih nyaman dan menjaga kendaraan agar tidak meluncur keluar dari jalan.

Berikut adalah beberapa poin penting tentang kemiringan tikungan:

1. Tujuan Kemiringan Tikungan: Kemiringan tikungan bertujuan untuk meminimalkan kebutuhan untuk mengandalkan gaya sentrifugal atau gesekan lateral yang besar saat melintasi tikungan. Dengan kata lain, kemiringan tikungan membantu kendaraan tetap berada pada lintasan yang diinginkan saat melewati tikungan.
2. Super Elevation (*Superelevation*): Superelevation adalah istilah teknis yang digunakan untuk merujuk pada kemiringan sudut lintasan jalan. Ini dinyatakan dalam bentuk persentase (misalnya, 2% atau 3%), yang mengindikasikan perbedaan tinggi antara sisi dalam tikungan dan sisi luar tikungan.
3. Penyebab Kemiringan Tikungan: Kemiringan tikungan biasanya disebabkan oleh perubahan ketinggian jalan di dalam tikungan. Permukaan jalan dibangun sedikit miring, dengan sisi dalam tikungan lebih tinggi daripada sisi luar tikungan.
4. Perhitungan Kemiringan Tikungan: Kemiringan tikungan dihitung berdasarkan kecepatan yang diharapkan kendaraan saat melintasi tikungan dan radius tikungan (jari-jari tikungan).
5. Tanda-tanda Superelevation: Pada jalan yang memiliki kemiringan tikungan, biasanya ada tanda-tanda yang memberi tahu pengemudi tentang superelevation yang akan mereka hadapi. Ini dapat berupa tanda-tanda lalu lintas atau tanda-tanda geometrik di jalan.

6. Perencanaan yang Benar: Perencanaan kemiringan tikungan yang tepat sangat penting untuk keselamatan lalu lintas. Jika kemiringan tikungan tidak sesuai dengan kecepatan yang diharapkan, itu dapat menyebabkan kendaraan kehilangan kontrol saat melintasi tikungan.

Kemiringan tikungan adalah salah satu elemen penting dalam perencanaan geometrik jalan yang berkontribusi pada keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. Kemiringan yang tepat membantu mengurangi risiko kecelakaan dan memastikan bahwa kendaraan dapat melintasi tikungan dengan aman.

Superelevasi maksimum yang dapat digunakan pada suatu jalan raya dibatasi oleh berbagai faktor teknis, keselamatan, dan lingkungan. Faktor-faktor ini harus dipertimbangkan dengan hati-hati dalam perencanaan geometrik jalan untuk memastikan bahwa kemiringan sudut lintasan jalan yang dibuat sesuai dengan kondisi dan kebutuhan yang berlaku. Berikut adalah beberapa faktor yang membatasi superelevasi maksimum:

1. Kecepatan Operasi: Salah satu faktor utama yang memengaruhi superelevasi maksimum adalah kecepatan operasi yang diharapkan di jalan tersebut. Semakin tinggi kecepatan operasi, semakin sulit bagi kendaraan untuk mengatasi kemiringan tikungan yang tajam. Oleh karena itu, semakin tinggi kecepatan yang diharapkan, semakin besar superelevasi yang diperlukan.
2. Radius Tikungan: Radius tikungan adalah jarak dari pusat tikungan ke lintasan jalan. Semakin besar radius tikungan, semakin mudah bagi kendaraan untuk melalui tikungan tanpa mengandalkan kemiringan yang besar. Tikungan dengan radius kecil memerlukan superelevasi yang lebih besar.
3. Jenis Kendaraan: Jenis kendaraan yang akan menggunakan jalan juga memengaruhi superelevasi. Kendaraan berat atau kendaraan dengan tinggi pusat gravitasi yang tinggi mungkin memerlukan superelevasi yang lebih rendah untuk menjaga stabilitas.

4. Kondisi Jalan: Kondisi jalan yang ada, termasuk topografi dan perubahan elevasi alami di sekitar tikungan, dapat membatasi superelevasi yang dapat diterapkan. Jika ada perubahan elevasi yang besar atau tanjakan yang tajam sebelum atau sesudah tikungan, superelevasi mungkin harus dikurangi untuk menghindari situasi yang berbahaya.
5. Drainase: Drainase yang baik dari permukaan jalan adalah faktor penting. Superelevasi yang berlebihan dapat mengganggu aliran air hujan dari jalan, yang dapat menyebabkan bahaya banjir atau erosi.
6. Keamanan: Keselamatan pengguna jalan adalah faktor utama dalam menentukan superelevasi maksimum. Superelevasi yang berlebihan dapat menyebabkan kendaraan kehilangan kendali dan meluncur keluar dari jalan. Oleh karena itu, superelevasi harus sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku.
7. Regulasi dan Standar: Setiap negara atau wilayah mungkin memiliki regulasi dan standar yang mengatur superelevasi maksimum untuk berbagai jenis jalan. Perencana harus mematuhi regulasi dan standar ini dalam perencanaan dan desain.
8. Ketahanan Material: Kemampuan perkerasan jalan untuk menahan beban dan beban lateral juga membatasi superelevasi. Material jalan yang kuat dan stabil diperlukan untuk mendukung superelevasi yang tinggi.

Pertimbangan semua faktor ini dalam perencanaan geometrik jalan adalah penting untuk memastikan bahwa superelevasi yang diterapkan adalah yang paling sesuai dan aman untuk kondisi jalan tertentu.

Tabel 4.2. Kemiringan melintang berdasarkan kecepatan rencana

R (m)		70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	5
Vr = 20 km/jam	e %	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	4	4
Vr = 30 km/jam	e %	6,3		7,1		8	8,4	8,9	9,4	9,8				
Vr = 40 km/jam	e %	8,8		9,4		9,9								

Sumber: (DIREKTORAT JENDERAL BINA, 1997)

4.8 Gaya Gesekan Melintang (F_s) antara Ban Kendaraan dan Permukaan Jalan

Gaya gesekan melintang (F_s) merupakan gaya gesek terjadi antara ban dengan permukaan jalan dalam arah horizontal dan menyeimbangkan gaya sentrifugal. Koefisien gesekan melintang merupakan perbandingan gaya gesekan melintang dengan gaya normal yang diberikan. Nilai koefisien gesek melintang dipengaruhi oleh beberapa faktor jenis dan kondisi ban, tekanan ban, kekasaran jalan, kecepatan kendaraan, dan kondisi cuaca.

untuk merencanakan jalan, nilai maksimum koefisien gesekan melintang harus digunakan seperti dijelaskan di atas. Namun faktor pembatas yang disebutkan di atas tidak selalu sama di semua lokasi, sehingga nilai kemiringan maksimum yang diperbolehkan dapat bervariasi antar lokasi dan negara.

Menurut (Sukirman, 1994), daerah yang sering basah akibat hujan atau kabut sebaiknya menggunakan nilai superelevasi maksimum sekitar 8%. Di daerah perkotaan yang sering terjadi kemacetan, sebaiknya digunakan nilai superelevasi maksimum 4 hingga 6%. Untuk persimpangan jalan, sebaiknya menggunakan superelevasi maksimum yang lebih rendah atau tanpa superelevasi sama sekali. AASTHO merekomendasikan beberapa nilai kemiringan maksimum, yaitu 0,04; 0,06; 0,08; 0,10; dan 0,12.

Bina Marga, lembaga di Indonesia, biasanya menggunakan nilai 0,08 dan 0,10 sebagai superelevasi maksimum. Bina Marga merekomendasikan superelevasi maksimum sebesar 10% untuk kecepatan rencana di atas 30 km/jam dan 8% untuk kecepatan rencana 30 km/jam, sedangkan untuk jalan dalam kota, nilai superelevasi maksimum digunakan adalah 6%

Untuk kecepatan rencana < 80 km/jam berlaku persamaan :

$$f = -0,00065 V + 0,192 \dots\dots\dots (4.28)$$

dan untuk kecepatan rencana antara 80-112 km/jam berlaku persamaan

$$f = -0,00123V + 0,24 \dots\dots\dots (4.29)$$

4.9 Radius minimum atau derajat lengkung maksimum

Rumus umum untuk lengkung horizontal adalah:

$$e + f = \frac{V^2}{127 R} \dots\dots\dots (4.30)$$

Dalam persamaan 2.30 di atas terlihat bahwa ukuran dalam lengkungan dipengaruhi oleh nilai e dan f serta kecepatan rencana yang ditentukan.

Hal ini menunjukkan bahwa terdapat nilai minimum untuk jari-jari atau nilai maksimum untuk kelengkungan, yang berlaku untuk nilai maksimum superelevasi dan koefisien gesekan melintang.

Kelengkungan ini disebut kelengkungan paling curam yang dapat dirancang untuk nilai kecepatan rencana tertentu pada superelevasi maksimum yang ditentukan. Namun, ketika mempertimbangkan perbaikan jalan di masa depan, sebaiknya hindari perencanaan alinyemen jalan secara horizontal dengan radius minimum yang menghasilkan kelengkungan paling tajam. Selain menyulitkan adaptasi terhadap perbaikan jalan, hal ini juga dapat membuat pengemudi tidak nyaman saat berkendara dengan kecepatan lebih tinggi dari kecepatan rencana. Disarankan agar nilai radius minimum ini dianggap hanya sebagai batasan untuk dijadikan pedoman dalam pemilihan radius untuk keperluan perencanaan saja. R minimum dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 4.31 di bawah ini :

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (e_{\max} + f_{\max})} \dots\dots\dots (4.31)$$

Keterangan:

R min = Radius Minimum

V = Kemiringan melintang maksimum

e maks = kemiringan melintang maksimum

f maks = koefisien gesekan melintang maksimum

4.10 Parameter Perencanaan Geometrik Jalan

Kecepatan rencana

1. Kecepatan rencana atau VR di suatu bagian jalan adalah kecepatan yang digunakan sebagai landasan dalam perencanaan bentuk jalan, sehingga memungkinkan kendaraan untuk bergerak dengan keamanan dan kenyamanan dalam situasi cuaca yang baik, lalu lintas yang ringan, dan gangguan dari samping jalan yang minimal.
2. Kecepatan rencana (VR) untuk setiap jenis jalan.
3. Jika terdapat kondisi medan yang menantang, VR pada suatu bagian jalan dapat dikurangi dengan catatan bahwa penurunannya tidak melebihi 20 km/jam.

Kecepatan Rencana, VR, sesuai dengan klasifikasi fungsi dan medan pada jalan arteri dengan datar 70-120, bukit 60-80 dan pegunungan 40-70. Kecepatan Rencana, VR, sesuai dengan klasifikasi fungsi dan medan pada jalan kolektor datar 60-90, bukit 50-60, dan pegunungan 30-50. dan Kecepatan Rencana, VR, sesuai dengan klasifikasi fungsi dan medan pada jalan local datar 40-70, bukit 30-50, dan pegunungan 20-30 (DIREKTORAT JENDERAL BINA, 1997).

Kecepatan rencana merujuk pada kecepatan yang dipilih untuk merencanakan setiap aspek dari jalan raya, seperti tikungan, kemiringan, jarak pandang, dan faktor lainnya. Kecepatan yang dipilih ini adalah kecepatan maksimum yang dapat dicapai oleh kendaraan dengan aman, dan faktor keselamatan ini sepenuhnya bergantung pada karakteristik fisik jalan itu sendiri.

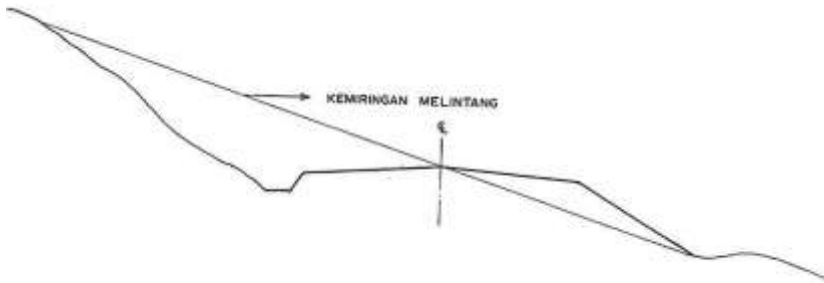
Hampir semua aspek perencanaan jalan dipengaruhi oleh kecepatan rencana, baik secara langsung, seperti tikungan horizontal, kemiringan lintang pada tikungan, jarak pandang,

maupun secara tidak langsung, seperti lebar lajur, lebar bahu, ruang lintang, dan sebagainya. Oleh karena itu, pemilihan kecepatan rencana memiliki dampak signifikan terhadap kondisi keseluruhan jalan dan biaya yang terkait dengan pembangunan jalan tersebut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kecepatan rencana adalah:

1. Keadaan terrain, apakah datar, berbukit atau gunung

Untuk mengurangi biaya, perencanaan jalan sebaiknya disesuaikan dengan karakteristik medan yang ada. Namun, ada situasi di mana fungsi jalan memerlukan perencanaan yang tidak selalu cocok dengan kondisi medan dan sekitarnya. Hal ini dapat mengakibatkan volume pekerjaan tanah yang tinggi. Keseimbangan antara fungsi jalan dan karakteristik medan akan mempengaruhi biaya pembangunan jalan tersebut. Medan dianggap datar jika kecepatan truk mendekati kecepatan mobil penumpang atau setara. Medan dianggap sebagai daerah perbukitan jika kecepatan truk berkurang hingga di bawah kecepatan mobil penumpang, tetapi belum sampai pada tingkat merangkak. Medan dianggap sebagai pegunungan jika kecepatan truk berkurang secara signifikan, sehingga truk harus merangkak melewati jalan tersebut dengan frekuensi yang tinggi. Karakteristik medan datar, perbukitan, dan pegunungan juga dapat diidentifikasi dengan mengukur tingkat kemiringan melintang rata-rata dari potongan melintang yang tegak lurus terhadap sumbu jalan.



Gambar 4.5. kemiringan melintang rata-rata untuk patokan kondisi medan. (Sukirman, 1994)

2. Sifat dan tingkat penggunaan daerah

Kecepatan rencana yang diterapkan akan lebih tinggi untuk jalan di luar kota daripada di dalam kota. Jalan raya dengan tingkat lalu lintas yang tinggi dapat direncanakan dengan kecepatan yang lebih tinggi karena penghematan biaya operasional kendaraan dan biaya operasional lainnya dapat mengimbangi biaya tambahan yang diperlukan untuk pembebasan tanah dan konstruksi tambahan. Namun, sebaliknya, jalan raya dengan tingkat lalu lintas yang rendah tidak boleh direncanakan dengan kecepatan yang terlalu rendah karena pengemudi tidak hanya mempertimbangkan tingkat lalu lintas, tetapi juga karakteristik fisik jalan. Kecepatan rencana tertinggi untuk jalan tanpa pengawasan jalan masuk adalah 80 km/jam, berdasarkan pada jenis kendaraan yang akan digunakan dan kondisi jalan. Sedangkan kecepatan rencana terendah yang masih dapat digunakan adalah 20 km/jam. Untuk jalan tol yang memiliki pengawasan penuh, kecepatan rencana yang dipilih biasanya berkisar antara 80 hingga 100 km/jam. Selain itu, kecepatan rencana untuk jalan arteri harus lebih tinggi daripada jalan kolektor. Perubahan kecepatan rencana di sepanjang jalan tidak boleh terlalu signifikan dan tidak boleh terjadi dalam jarak yang terlalu pendek. Perbedaan kecepatan sebesar 10 km/jam harus dipertimbangkan dengan baik karena dapat berdampak

signifikan pada perencanaan geometrik jalan yang diperlukan (Sukirman, 1994).

4.11 Pelebaran Perkerasan Pada Lengkung Horizontal

Pelebaran perkerasan pada lengkung horizontal (*horizontal widening*) adalah tindakan perencanaan geometrik jalan yang melibatkan penambahan lebar perkerasan jalan di sepanjang tikungan atau kurva horizontal. Tindakan ini bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan kapasitas jalan raya, terutama pada tikungan yang sering dilalui oleh kendaraan dengan kecepatan tinggi atau volume lalu lintas yang besar. Berikut adalah beberapa alasan mengapa pelebaran perkerasan pada lengkung horizontal bisa diperlukan:

1. Keselamatan: Tikungan horizontal dengan perkerasan yang terlalu sempit dapat meningkatkan risiko kecelakaan, terutama jika kendaraan meluncur keluar dari jalan. Pelebaran perkerasan memungkinkan kendaraan yang melewati tikungan untuk memiliki lebih banyak ruang untuk manuver, sehingga meningkatkan keselamatan.
2. Kapasitas: Jalan dengan tikungan yang sempit mungkin memiliki kapasitas yang terbatas. Pelebaran perkerasan dapat meningkatkan kapasitas jalan dengan memberikan lebih banyak ruang untuk kendaraan. Ini dapat mengurangi kemacetan dan memungkinkan lalu lintas yang lebih lancar.
3. Kecepatan: Tikungan yang lebih lebar dapat memungkinkan kendaraan untuk melewati tikungan dengan kecepatan yang lebih tinggi tanpa mengorbankan keselamatan. Ini penting di jalan raya dengan kecepatan yang tinggi.
4. Manuver Kendaraan Besar: Jika jalan tersebut sering dilalui oleh kendaraan besar seperti truk atau bus, pelebaran perkerasan dapat memudahkan manuver mereka di sepanjang tikungan.
5. Pejalan Kaki dan Sepeda: Pelebaran perkerasan juga dapat memperbaiki fasilitas untuk pejalan kaki dan pengendara sepeda yang harus melewati tikungan tersebut.

6. **Perencanaan Geometrik:** Dalam perencanaan geometrik jalan, pelebaran perkerasan pada lengkung horizontal dapat menjadi solusi untuk mengoptimalkan tata letak jalan dan memastikan bahwa tikungan sesuai dengan standar teknis dan keselamatan yang berlaku.

Pelebaran perkerasan ini dapat melibatkan berbagai metode konstruksi, termasuk penambahan lapisan perkerasan tambahan, perluasan bahu jalan, atau penambahan jalur tambahan pada tikungan. Perencanaan dan desain pelebaran perkerasan harus memperhatikan kondisi eksisting jalan, topografi, volume lalu lintas, dan regulasi yang berlaku untuk memastikan bahwa pelebaran ini dilakukan dengan benar dan sesuai dengan kebutuhan jalan tertentu.

4.12 Penentuan Stationing

Penentuan stationing (stasiun atau penomoran stasiun) dalam tahap perencanaan jalan adalah proses memberikan tanda atau penomoran yang berurutan pada setiap titik penting atau lokasi khusus di sepanjang jalan. Penomoran ini digunakan untuk mengidentifikasi posisi relatif dari setiap titik tersebut dalam jarak yang diukur dari titik awal atau titik referensi tertentu. Proses penentuan stationing ini memiliki beberapa tujuan, termasuk:

1. **Identifikasi Lokasi:** Stationing membantu mengidentifikasi lokasi-lokasi penting di sepanjang jalan, seperti persimpangan, tikungan, titik pengukuran, atau fasilitas lainnya.
2. **Pemetaan dan Pengukuran:** Dengan memiliki sistem penomoran yang teratur, pemetaan dan pengukuran di sepanjang jalan dapat dilakukan dengan lebih mudah dan akurat. Ini penting dalam perencanaan, pemeliharaan, dan pengembangan jalan.
3. **Pencatatan Data:** Stationing memungkinkan pencatatan data terkait jalan, seperti kondisi jalan, perubahan desain, lokasi insiden, dan lain sebagainya, untuk dilacak dengan sistem yang teratur.

4. Referensi Pekerjaan Konstruksi: Dalam konstruksi jalan, stationing digunakan sebagai referensi untuk menentukan lokasi pekerjaan, spesifikasi, dan pengukuran.

Cara penentuan stationing dalam tahap perencanaan jalan dapat bervariasi tergantung pada praktik yang berlaku di negara atau wilayah tertentu, namun umumnya melibatkan langkah-langkah berikut:

1. Penentuan Titik Awal (Milestone atau Zero Point): Titik awal adalah titik referensi yang digunakan sebagai awal penomoran stasiun. Titik awal ini sering kali berada di ujung jalan atau di persimpangan penting.
2. Pengukuran Jarak: Jarak diukur dari titik awal ke setiap titik penting di sepanjang jalan. Pengukuran ini dapat dilakukan menggunakan peralatan pengukuran yang tepat seperti odometer atau perangkat GPS yang akurat.
3. Penomoran Stasiun: Setelah jarak diukur, stasiun diberikan kepada setiap titik penting. Penomoran ini dapat berupa angka desimal atau sistem stasiun lainnya yang sesuai dengan praktik lokal atau regulasi.
4. Pemasangan Tanda Stasiun: Tanda stasiun dapat dipasang di sepanjang jalan untuk memberikan informasi visual tentang lokasi stasiun kepada pengemudi dan pekerja jalan.
5. Dokumentasi: Informasi tentang penomoran stasiun dan lokasi titik penting harus didokumentasikan secara rinci dan dapat diakses oleh pihak yang berkepentingan.

Penting untuk mencatat bahwa metode dan konvensi penentuan stationing dapat berbeda-beda antara negara atau daerah, jadi selalu penting untuk mengikuti pedoman yang berlaku dalam wilayah tertentu untuk memastikan keseragaman dan keakuratan penomoran stasiun.

DAFTAR PUSTAKA

- Garber, D. and Hoel, D. 2014. *Traffic and Highway Engineering*. Available at: https://books.google.co.id/books/about/Traffic_and_Highway_Engineering.html?id=tOHNAgAAQBAJ&redir_esc=y.
- Hoel, D. L. A. and Garber, N. J. 2010. *Transportation Infrastructure Engineering: A Multimodal Integration*. Cengage Learning.
- Roger, D. *et al.* 2011. *Traffic Engineering*. 4th, berilus edn. Pearson.
- Ansyori, A. A., 2001. *Rekayasa Jalan Raya*. Malang: UMM Press.
- DIREKTORAT JENDERAL BINA, M., 1997. *TATA CARA PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN ANTAR KOTA*. JAKARTA: DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM.
- Hendarsin, S. L., 2000. *PERENCANAAN TEKNIK JALAN RAYA*, Bandung: Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil.
- Qomaruddin, M., Sudarno & Saputro, Y., 2016. Analisis Alinyemen Horizontal pada Tikungan Depan Gardu PLN Ngabul di Kabupaten Jepara. *Disprotek*.
- Saodang, H., 2010. *Konstruksi Jalan Raya Buku 1 Giometrik Jalan*. Bandung : Nova.
- Sukirman, S., 1994. *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova.

BAB 5

DESAIN TIKUNGAN SESUAI KONDISI MEDAN

Oleh Anugrah Yasin

5.1 Pergeseran Lintasan Pada Tikungan

Setiap kendaraan yang melintas pada suatu tikungan, hampir dapat dipastikan bahwa kendaraan tersebut mengalami pergeseran lintasan, dimana posisi lintasan roda kendaraan bergeser mengikuti pola perputaran tikungan. Agar kendaraan dapat tetap stabil berada pada lintasan tikungan. Untuk menghindari ketidaknyamanan pengendara, maka salah 1 cara yang dapat dilakukan adalah dengan menyediakan radius lengkung yang cukup memadai dan atau dengan menyisipkan bagian lengkung peralihan di tikungan. Namun, perlu diperhatikan bahwa pergeseran terkait dengan transisi harus lebih besar dari pelebaran tikungan yang diterapkan pada sisi luar tikungan. Jika lengkung peralihan digunakan, posisi lintasan tikungan bergeser dari bagian jalan yang lurus ke arah sebelah dalam sebesar p. Nilai pergeseran di tikungan (p) ini dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini :

$$p = \frac{L_p^2}{24R}$$

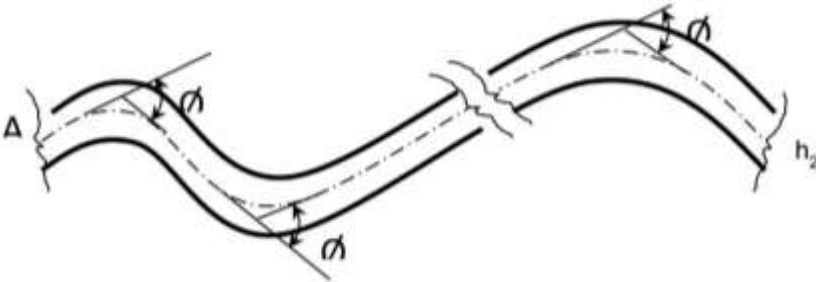
Perolehan nilai p ini menjadi sebuah indikator dalam penentuan tipe perencanaan lengkung yang akan dipilih nantinya. Apabila **nilai p kurang dari 0,25 meter**, maka perencanaan lengkung akan termasuk dalam jenis/tipe lengkung *Full Circle (FC)*, namun jika **nilai p lebih dari 0,25 meter**, maka perencanaan lengkung termasuk pada jenis/tipe *Spiral-Circle-Spiral (SCS)*.

5.2 Bentuk Tikungan

Bentuk geometri lengkung horisontal yang digunakan dan aman diterapkan di lapangan untuk keperluan perencanaan teknis, berdasarkan Peraturan Desain Geometrik Jalan Tahun 2021 terdapat 2 jenis tikungan, yaitu:

1. Busur lingkaran / *Full Circle* (FC)
2. Gabungan busur spiral-lingkaran-spiral/ *Spiral-Circle- Spiral* (S-C-S)

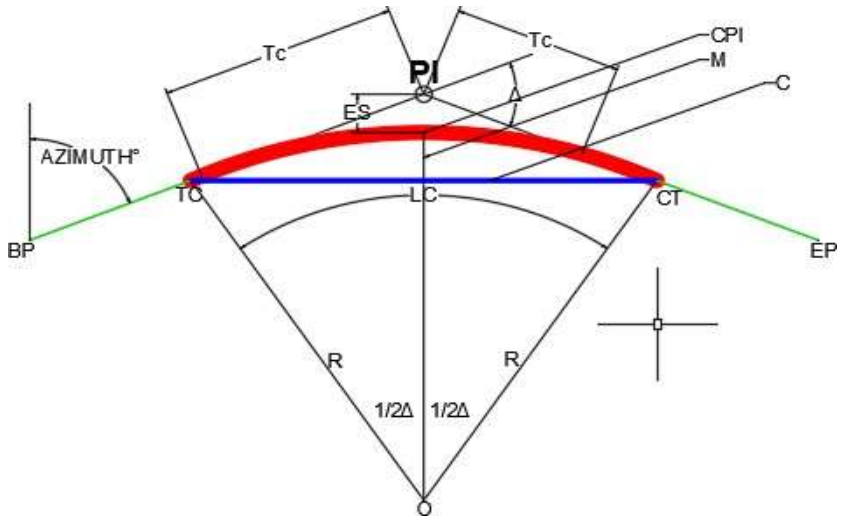
Bentuk bagian dari tikungan lengkung horisontal yang diterapkan dalam perencanaan jalan raya dapat berupa lengkung penuh atau lengkung peralihan. Pendekatan yang digunakan untuk memilih bentuk tikungan (*Full circle* dan *Spiral-circle-spiral*) dapat menggunakan nilai sudut perpotongan horizontal (Δ), panjang bagian lurus dan jarak kebebasan samping. Adapun bentuk dan komponen dari type tikungan dapat dilihat pada berikut:



Gambar 5.1. Sudut Perpotongan Horizontal

5.3 Lengkung Full Circle (FC)

Full Circle (FC) adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja. Tikungan FC hanya digunakan untuk R (jari-jari) yang besar agar tidak terjadi patahan, karena dengan R kecil maka dibutuhkan superelevasi yang besar.



Gambar 5.2. Bentuk Geometri Lengkung *Full Circle (FC)*

R = jari – jari kelengkungan busur

TC, CT = titik singgung, perubahan dari garis lurus ke garis lengkung

PI = titik perpotongan antara tergent I dan II (Point of Intersection)

0 = titik pusat lingkara

$$\Delta = \text{sudut defleksi}$$
$$\alpha = \text{sudut jurusan / Azimuth}$$

Jika α_1 merupakan azimut tangen I dan α_2 merupakan azimuth tangen II, maka $\Delta = \alpha_2 - \alpha_1$ (lihat sket) dengan catatan $\Delta > 0$.

Perhitungan komponen utama pada lengkung tipe *Full-Circle* dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

1. $D = \frac{25}{2\pi R} \times 360^\circ$
2. $R = \frac{V^2}{127(e+f)}$
3. $Tc = Rc \cdot \text{tg. } \frac{1}{2} \Delta$
4. $Ec = Tc \cdot \text{tg. } \frac{1}{4} \Delta$
5. $Lc = \frac{\pi}{180} \cdot \Delta \cdot Rc$
6. $Tlb \ TC - CT = 2 \cdot Rc \cdot \sin 0.5 \Delta$

Keterangan :

Rc = Jari-jari lengkung rencana (m) Ec = Pergeseran horizontal (m)

Lc = Panjang busur lingkaran (m) Δ = Sudut defleksi (derajat)

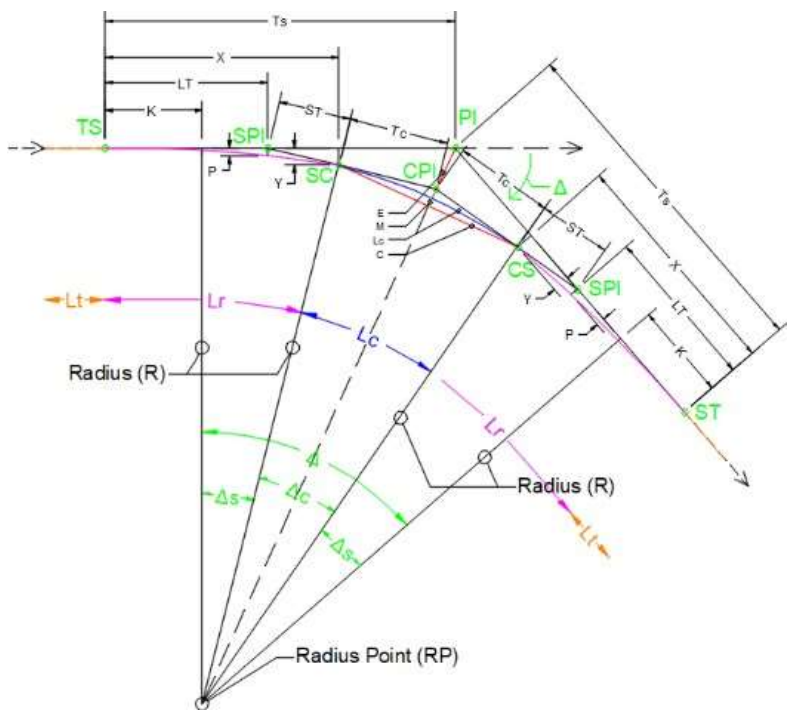
Tlb = Panjang Tali Busur

Pencapaian superelevasi pada lengkun FC dilakukan sebagian 0 pada segmen yang lurus dan sebagian lainnya pada segmen lengkung. Karena ketiadaan bagian lengkung peralihan, panjang daerah pencapaian kemiringan disebut peralihan fiktif (Ls'). Bina Marga menempatkan $\frac{3}{4} Ls'$ dibagian lurus dan $\frac{1}{4} Ls'$ ditempatkan dibagian Lengkung.

5.4 Lengkung Spiral-Circle-Spiral (SCS)

Spiral – Circle – Spiral (SCS) adalah tikungan yang terdiri dari satu lengkung lingkaran dan dua lengkung spiral atau lengkung peralihan. Tikungan ini dimaksudkan jika tidak bisa digunakan jenis FC karena ruang untuk kendaraan berbelok tidak terlalu besar atau sedang, maka alternatif kedua menggunakan tikungan jenis ini,

karena pada tikungan ini menggunakan lengkung peralihan pada saat masuk tikungan, kemudian busur lingkaran di puncak tikungan dan diakhiri lagi dengan lengkung peralihan saat kendaraan keluar tikungan.



Gambar 5.3. Bentuk Geometri Lengkung *Spiral-Circle-Spiral (SCS)*

Lengkung TS-SC adalah lengkung peralihan berbentuk spiral yang menghubungkan bagian radius tak berhingga diawal spiral (kiri TS) dan bagian berbentuk lingkaran dengan radius = Rc diakhir spiral (kanan SC). Titik TS adalah titik peralihan bagian lurus ke bagian berbentuk spiral dan titik SC adalah peralihan bagian spiral ke bagian lingkaran. Perhitungan komponen tikungan *Spiral-Circle-Spiral* dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

1.
$$Y_s = \frac{L_s^2}{6.R_c}$$
2.
$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \cdot \frac{L_s}{R_c}$$

3. $p = \frac{L_s^2}{6.Rc} - Rc (1 - \cos \theta_s)$
4. $k = L_s - \frac{L_s^2}{40.Rc^2} - Rc \cdot \sin \theta_s$
5. $T_s = (Rc + p) \cdot \tan \frac{1}{2}\Delta + k$
6. $E_s = (Rc + p) \cdot \sec \frac{1}{2}\Delta - Rc$
7. $L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \times Rc$
8. $L_t = L_c + 2L_s$

5.5 Pelebaran Pada Tikungan

Pelebaran pada tikungan dimaksudkan untuk mempertahankan konsistensi geometrik jalan agar kondisi operasional lalu lintas di tikungan sama dengan di bagian lurus. Pelebaran jalan di tikungan mempertimbangkan:

1. Kesulitan pengemudi untuk menempatkan kendaraan tetap pada lajunya.
2. Penambahan lebar (ruang) lajur yang dipakai saat kendaraan melakukan gerakan melingkar.
3. Pelebaran yang lebih kecil dari 0.6 meter dapat diabaikan.

Adapun cara menghitung pelebaran tikungan, sebagai berikut:

1. Tentukan besaran nilai Rc. Rc adalah radius lengkung untuk lintasan luar roda depan, sehingga:

$$Rc = R - \frac{1}{2} (B_n / 2) + \frac{1}{2} b$$

2. Tentukan nilai B. B adalah lebar perkerasan yang ditempati satu kendaraan di tikungan pada lajur sebelah dalam, sehingga:

$$B = \sqrt{\left\{ \sqrt{Rc^2 - (p + A)^2} + \frac{1}{2}b \right\}^2 + (p + A)^2} - \sqrt{Rc^2 - (p + A)^2} + \frac{1}{2}b$$

3. Hitung nilai *off tracking* (U):

$$U = B - b$$

4. Hitung tambahan lebar akibat kesukaran mengemudi di tikungan (Z):

$$Z = \frac{0,105 V}{\sqrt{R}}$$

5. Sehingga, tambahan lebar tikungan (Δb) dapat dihitung:

$$B_t = n (B + C) + Z ;$$

Dimana:

$$C \text{ (kebebasan samping)} = 0,5 B_n - B$$

$$\Delta b = B_t - B_n$$

Keterangan:

R = Radius lajur sebelah dalam (m)

B_n = Lebar perkerasan pada bagian lurus (m)

*jika terdapat 2 lajur maka $B_n = 2 \times B$

b = Lebar kendaraan rencana (m)

p = Jarak antar gardan (m)

A = Tonjolan depan kendaraan (m)

V = Kecepatan rencana (km/jam)

n = Jumlah lajur

B = Lebar lajur (m)

5.6 Tikungan Gabungan

Tikungan gabungan merupakan tikungan-tikungan horizontal dengan radius yang berbeda dalam arah yang sama dan terhubung pada titik sambungannya. Penggunaan tikungan gabungan tidak disarankan karena bisa menyebabkan masalah akibat pengemudi tidak melihat perubahan tikungan dan tidak mengantisipasi perubahan kekesatan menyamping. Jika tikungan gabungan tetap diperlukan, maka berikut ini pedoman yang harus diperhatikan dalam merencanakan.

1. Tikungan gabungan tidak dikehendaki pada radius kurang

dari 1.000 m.

2. Jika radius kurang dari 1.000 m tidak bisa dihindari, maka penurunan kecepatan operasional pada setiap tikungan tersebut hendaknya tidak lebih dari 5 km/jam, dan tetap di atas kecepatan operasi minimumnya pada bagian jalan tersebut.
3. Tidak boleh ada lebih dari dua tikungan dengan radius mengecil.
4. Radius mengecil hendaknya dihindari pada turunan curam.

Pada jalan satu arah, sebaiknya tikungan dengan radius lebih kecil mengawali tikungan dengan radius yang lebih besar.

Ada dua macam tikungan gabungan, yaitu:

1. Tikungan gabungan searah, yaitu gabungan dua atau lebih tikungan dengan arah putaran yang sama tetapi dengan jari jari yang berbeda
2. Tikungan gabungan balik arah, yaitu gabungan dua tikungan dengan arah putaran yang berbeda.

Penggunaan tikungan gabungan tergantung perbandingan R1 dan R2:

$$\frac{R_1}{R_2} > \frac{2}{3}$$

Maka, Tikungan gabungan searah harus dihindarkan.

$$\frac{R_1}{R_2} < \frac{2}{3}$$

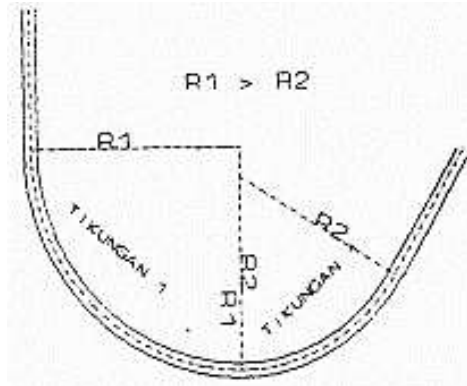
Maka, Tikungan gabungan harus dilengkapi bagian lurus atau clothoide sepanjang paling tidak 20 meter (lihat Gambar 5.4.). Setiap tikungan gabungan balik arah harus dilengkapi dengan bagian lurus di antara kedua tikungan tersebut sepanjang paling tidak 20 m (lihat Gambar 5.5). Beberapa ketentuan dalam mendesain tikungan gabungan balik:

1. Tikungan-tikungan yang membentuk tikungan gabungan hendaknya dihindari sebisa mungkin. Namun jika tidak bisa

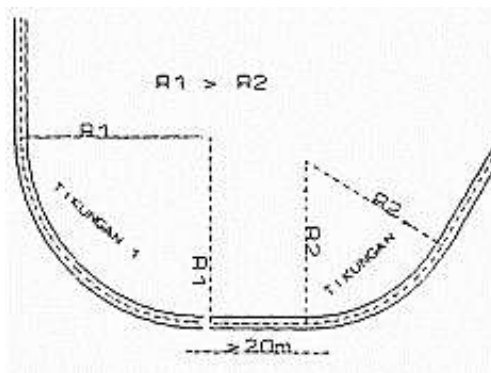
dihindari, maka jarak antartikungan (bagian lurus) sebaiknya tidak kurang dari $0,7V D$, karena pada jalan dua lajur dua arah hal ini akan menghasilkan/mencapai kemiringan melintang normal.

2. Jika antartikungan dihubungkan dengan lengkung peralihan, maka penggunaan lengkung peralihan akan memberikan peralihan yang halus dan stabil saat perubahan arah dan superelevasi.

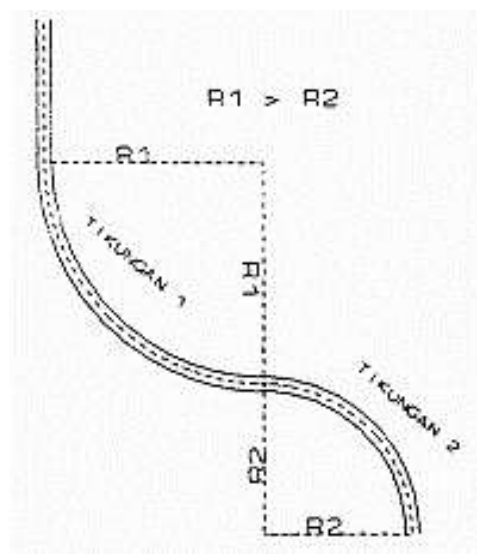
Jika antar tikungan tidak dihubungkan dengan lengkung peralihan, maka antartikungan dipisahkan oleh bagian lurus yang panjangnya tidak kurang dari $0,3V D$ bagi setiap tikungan tanpa peralihan.



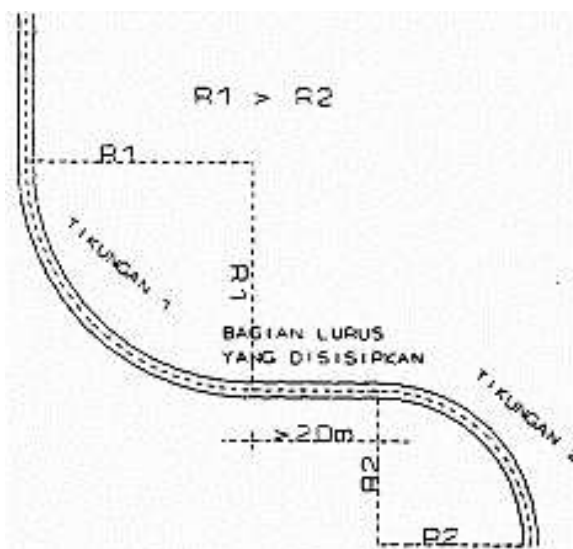
Gambar 5.4. Tikungan Gabungan Searah



Gambar 5.5. Tikungan Gabungan Searah



Gambar 5.6. Tikungan Gabungan Bolak Balik



Gambar 5.7. Tikungan Gabungan Balik Dengan Sisipan Bagian Lurus min. 20 m

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, 2001, *A Policy on Geometric Design of Highway and Streets*, Washington D.C.
- AASHTO, 2011, *A Policy on Geometric Design of Highway and Streets*, Washington D.C.
- AASHTO, 2018, *A Policy on Geometric Design of Highway and Streets*, Washington D.C.
- Badan Standarisasi Nasional, 2004, *Standart Geometri Jalan Perkotaan (Ruas Jalan) RSNI T-14-2004*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Badan Pembinaan Konstruksi dan Sumber Daya Manusia, 2005, *Modul Perencanaan Geometrik Jalan*, Pusat Pembinaan Kompetensi dan Pelatihan Konstruksi Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Bina Marga, 1997, *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Bina Marga, 2021, *Peraturan Desain Geometrik Jalan*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Hendarsin, Shirley.L., 2008, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- Hickerson, T.F., 1964, *Route Location and Design*, Fifth Edition, Mc. Graw Hill book Company Ltd, New York, USA.
- I. H. Suwardo, *Perancangan Geometrik Jalan: Standar Dan Dasar-Dasar Perancangan*. 2016.
- Irvine, W, 2006, *Surveying For Construction*, 5th Edition, Mc. Graw Hill book Company Ltd, London.
- Peraturan Pemerintah, 2006, *Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan*, Lembaran Negara Republik Indonesia.
- Peraturan Pemerintah, 2014, *Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2014 tentang LLAJ*, Lembaran Negara Republik Indonesia.
- Rogers Martin., dan Enright Bernard, 2016, *Highway Engineering Third Edition*, Washington D.C.

- Saodang, Hamirhan., 2010, *Konstruksi Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung.
- Sasongko, R., 2018, *Ilmu Ukur Tanah II*, Modul Ajar, Politeknik Negeri Malang.
- Suwardo, 2016, *Perancangan Geometrik Jalan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sulaksono, Sony., 2001, *Rekayasa Jalan*, Institut Teknologi Bandung Press, Bandung.
- Undang-Undang, 2004, *Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*, Lembaran Negara Republik Indonesia.

BAB 6

MENDESAIN PELEBARAN TIKUNGAN

Oleh Farhan Sholahudin

6.1 Pendahuluan

Dalam perencanaan dan perancangan desain geometrik jalan, pelebaran perkerasan jalan pada tikungan sangat diperlukan karena beberapa alasan utama yang berkaitan dengan keselamatan, kelancaran lalu lintas, dan kenyamanan pengguna jalan (Singgih, Erwan and Kadarini, 2019). Pertama yaitu untuk meningkatkan keselamatan pengguna jalan yang melintas, desain tikungan jalan yang terlalu sempit dapat meningkatkan risiko dan potensi terjadinya kecelakaan lalu lintas, terutama pada tikungan yang tajam (Utomo and Fatikasari, 2023). Pelebaran tikungan dapat memberikan lebih banyak ruang bagi pengguna jalan untuk melintasi tikungan tersebut dengan aman tanpa adanya risiko menabrak kendaraan lain atau menabrak benda lain di sisi jalan (Rochmanto, Umam and Fauziah, 2019).

Kedua yaitu untuk mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas, dengan adanya pelebaran pada tikungan memungkinkan kendaraan untuk bergerak dengan lebih lancar dan mengurangi kemungkinan antrean dan/atau tundaan di tikungan (Muti and Wibisono, 2023). Hal ini tentunya dapat mengurangi risiko kecelakaan yang disebabkan oleh pengguna jalan yang salah dalam memperhitungkan jarak atau kecepatan kendaraannya.

Ketiga, perencanaan dan perancangan pelebaran pada tikungan dapat meningkatkan kelancaran lalu lintas karena dapat mengurangi kemacetan yang mungkin terjadi saat kendaraan harus melambat secara signifikan atau bahkan berhenti saat melewati tikungan yang terlalu sempit (Wiyono *et al.*, 2023).

Keempat, tikungan yang diperlebar juga dapat meningkatkan kenyamanan bagi pengguna jalan. Pengemudi akan merasa lebih nyaman saat melewati tikungan yang lebih luas, yang

dapat mengurangi stres dan kelelahan karena jarak pandang lebih luas dan leluasa (Qomaruddin and Saputro, 2016).

Kelima, desain pelebaran pada tikungan sering diperlukan untuk mengakomodasi akses dan mobilitas kendaraan besar seperti truk besar atau bus. Kendaraan ini memerlukan lebih banyak ruang saat melalui tikungan, adanya desain pelebaran jalan pada tikungan dapat memastikan kendaraan dapat melintasi tikungan dengan aman (Raharjo, 2022).

Keenam, desain tikungan yang lebih lebar dan luas dapat membantu dalam mengendalikan kecepatan kendaraan. Hal ini tentunya dapat menjadi catatan penting terutama di tikungan tajam dan berbahaya di mana pengendara mungkin cenderung melaju terlalu cepat (Lawalata, Cahyadi and Amelia, 2022).

Ketujuh, pelebaran perkerasan jalan pada tikungan dapat meningkatkan kapasitas jalan, memungkinkan lebih banyak kendaraan untuk melintasi area tersebut dalam waktu yang sama. Ini dapat mengurangi kemacetan dan waktu perjalanan yang lebih lama (Sutanto, 2018).

Dalam perencanaan dan perancangan desain pelebaran pada tikungan sangat penting untuk mempertimbangkan parameter teknis yang sesuai, seperti radius tikungan, lebar jalan, dan peraturan keselamatan lalu lintas, untuk memastikan bahwa pelebaran pada tikungan tersebut benar-benar meningkatkan keselamatan dan kelancaran lalu lintas di area tersebut (Nain Dhaniarti Raharjo, 2022).

6.2 Perencanaan Pelebaran Jalan pada Tikungan

6.2.1 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana (VR) pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lenggang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Kecepatan Rencana (*Desain Speed*) adalah kecepatan kendaraan yang mendasari perencanaan teknis geometri jalan yang

merupakan kecepatan kendaraan yang dapat dicapai bila melaju tanpa gangguan dan aman (Rizal, 2022).

Sebagai contoh ketika kita akan membuat jalan dengan kecepatan rencana 80 km/jam, jalan tersebut harus didesain dengan persyaratan-persyaratan geometri jalan yang diperhitungkan terhadap kecepatan maksimum 80 km/Jam, sehingga kendaraan bermotor yang melaju dengan kecepatan 80 km/jam akan merasakan rasa aman dan nyaman pada kondisi volume jam perencanaan.

Pada saat *engineer* menetapkan batas kecepatan rencana sebagai dasar perencanaan, terdapat beberapa hal yang perlu menjadi pertimbangan seperti biaya pembangunan jalan, medan yang dilalui, kelas jalan, tipe jalan, fungsi jalan, perkiraan volume lalu lintas, keselamatan pengguna jalan, biaya operasi kendaraan, dan lain lain.

Kecepatan rencana merupakan kecepatan maksimum yang masih dalam ambang aman dilakukan oleh pengendara di sepanjang ruas jalan tersebut. Kecepatan rencana ini harus disesuaikan dengan kelas jalan, fungsi jalan, dan tentunya klasifikasi medan jalan tersebut. Juga, bentuk geometric jalan seperti bentuk tikungan, superelevasi, dan jarak pandang juga turut memberikan kontribusi dalam penentuan kecepatan rencana dalam sebuah jalan (Nain Dhaniarti Raharjo, 2022).

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kecepatan rencana antara lain kondisi pengemudi dan kendaraan yang bersangkutan, sifat fisik jalan, keadaan medan jalan dan tata guna lahan sekitar, cuaca, hambatan samping, serta batasan kecepatan yang diperbolehkan. Kecepatan rencana inilah yang akan digunakan sebagai dasar penentuan geometrik terutama pada perhitungan pelebaran pada tikungan.

Jika kecepatan rencana di suatu ruas jalan lebih tinggi, maka pelebaran jalan mungkin diperlukan untuk memastikan bahwa tikungan dijaga dengan aman dan nyaman. Tikungan dengan radius lebih besar atau sudut yang lebih kecil mungkin diperlukan untuk mendukung kecepatan rencana yang lebih tinggi.

Peningkatan kecepatan pada suatu jalan dapat memerlukan pelebaran jalan untuk memastikan keamanan pengguna jalan.

Radius tikungan yang lebih besar atau sudut yang lebih kecil dapat mengurangi kecuraman tikungan, memungkinkan kendaraan untuk melewati dengan lebih aman pada kecepatan yang direncanakan. Kecepatan rencana mempengaruhi kenyamanan pengemudi. pelebaran jalan mungkin diperlukan untuk memastikan bahwa kendaraan dapat melalui tikungan dengan nyaman tanpa perasaan terlalu terkekang.

Pemilihan kecepatan rencana yang semakin tinggi, akan berakibat terhadap peningkatan biaya pembangunan jalan. Peningkatan biaya pembangunan jalan tersebut disebabkan karena beberapa hal sebagai antara lain yang pertama karena memerlukan radius lengkung horisontal yang semakin besar, sehingga diperlukan pembebasan tanah yang lebih luas. Kedua, dengan meningkatnya kecepatan rencana menuntut kelandaian jalan yang semakin kecil, sehingga diperlukan konstruksi jalan yang khusus misalnya pembangunan jembatan atau tunnel. Ketiga, dampak terhadap elemen bagian jalan seperti bahu jalan, lebar lajur lalu lintas, jarak pandang dan lain sebagainya, berdampak pada meningkatnya biaya konstruksi pembangunan jalan (Yusra, Isya and Angraini, 2018).

Pemilihan kecepatan rencana juga dipengaruhi oleh kondisi medan terrain trase jalan seperti kondisi medan datar, kondisi ini apabila kecepatan truk relatif hampir menyamai dengan kecepatan mobil penumpang. Kondisi medan perbukitan, kondisi dimana kecepatan truk sudah lebih rendah dari kecepatan mobil penumpang, namun mobil penumpang masih mudah melakukan manuver untuk menyiapkan kendaraan truk. Kondisi medan pegunungan, kondisi dimana kecepatan truk sudah sedemikian rendah jauh dibawah kecepatan mobil penumpang, sudah merangkak dan mengganggu manuver mobil penumpang yang akan mendahului kendaraan truk (Fitriyanti Kaharu, Lucia G. J. Lalamentik, 2020).

Maka dari itu, dalam penentuan pelebaran jalan perencana harus mempertimbangkan kecepatan rencana yang diinginkan dan memastikan bahwa desain jalan mencukupi untuk mendukung kecepatan tersebut dengan aman dan efisien. Ini dapat melibatkan penyesuaian radius tikungan, peningkatan lebar jalan, dan

implementasi elemen desain lainnya untuk mencapai tujuan keamanan dan kenyamanan.

6.2.2 Kendaraan Rencana

Kendaraan Rencana merupakan kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik jalan. Kendaraan rencana ini mengacu pada jenis-jenis kendaraan yang digunakan sebagai parameter atau acuan saat merencanakan karakteristik geometrik jalan (Nain Dhaniarti Raharjo, 2022). Pemilihan kendaraan rencana sangat penting karena akan mempengaruhi desain geometrik jalan, termasuk lebar jalan, radius lengkung, kemiringan jalan, dan elemen-elemen lainnya (Febtianto and Hakim, 2023).

Kendaraan rencana ini mewakili dimensi dan karakteristik kendaraan yang akan melintasi jalan yang direncanakan. Misalnya, kendaraan rencana dapat mencakup panjang, lebar, tinggi, dan jarak sumbu kendaraan, serta sifat dinamis seperti kecepatan dan akselerasi maksimum (Badan Standardisasi Nasional, 2004).

Dalam perencanaan geometrik jalan, mempertimbangkan kendaraan rencana yang sesuai adalah esensial untuk memastikan bahwa jalan yang direncanakan dapat mengakomodasi berbagai jenis kendaraan dengan aman dan efisien. Ini membantu memastikan bahwa jalan memiliki geometrik jalan yang sesuai dan dapat mendukung lalu lintas dengan baik.

Dalam Pedoman Desain Geometrik Jalan Nomor 13/P/BM /2021 terdapat dua karakteristik utama kendaraan desain yang perbedaan utamanya antara lain :

1. Kendaraan penumpang memiliki tinggi mata pengemudi yang lebih rendah, kecepatannya relatif kurang terpengaruh oleh kelandaian jalan, dan dapat berakselerasi lebih cepat sehingga jarak pengeremannya lebih pendek.
2. Kendaraan besar jika dibandingkan dengan kendaraan penumpang, memiliki tinggimata pengemudi yang lebih tinggi, kecepatannya langsung dipengaruhi oleh kelandaian jalan, dan kemampuan berakselerasinya lebih rendah sehingga jarak pengeremannya lebih panjang; memerlukan lajur yang lebih lebar, radius tikungan yang lebih besar,

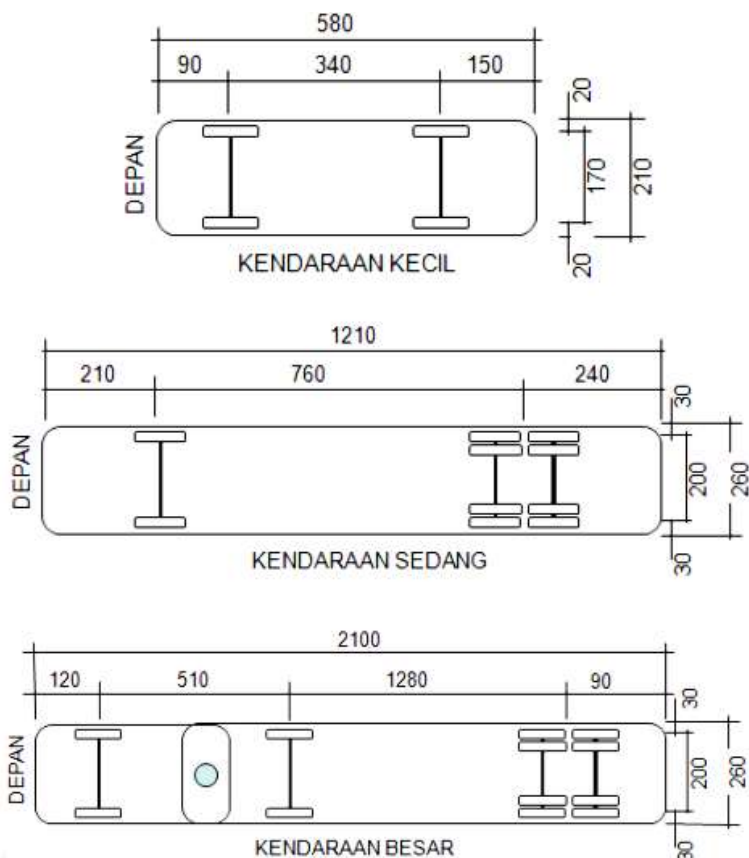
pelebaran lajur di tikungan yang lebih besar untuk mengakomodasi jalur lapak roda dan jalur ruang bebas vertikal badan kendaraan.

Sifat dan karakteristik dari semua jenis kendaraan ini, akan diwakili oleh kendaraan rencana pada waktu desainer menetapkan bagian-bagian jalan, lebar lajur kendaraan, jari-jari tikungan, kelandaian geometrik, serta lebar median apabila diperlukan tempat untuk fasilitas memutar (U-Turn).

Kendaraan rencana untuk pelebaran tikungan merujuk pada jenis kendaraan yang digunakan sebagai acuan dalam merancang lebar dan geometri tikungan jalan yang akan diperlebar. Pemilihan kendaraan rencana adalah faktor penting dalam penentuan lebar tambahan yang dibutuhkan pada tikungan tertentu.

Kendaraan rencana harus mewakili karakteristik umum dari kendaraan yang akan melintasi tikungan tersebut. Beberapa kendaraan rencana yang umum digunakan dalam penentuan pelebaran tikungan meliputi kendaraan rencana standar yaitu kendaraan acuan yang mewakili kebanyakan kendaraan yang akan melintasi jalan tersebut. Umumnya, kendaraan rencana standar memiliki dimensi khusus yang mencakup lebar, panjang, dan sudut belok kendaraan yang umum digunakan dalam wilayah tersebut. Kemudian ada kendaraan khusus, untuk situasi tertentu, seperti jalan yang banyak dilalui truk besar atau kendaraan khusus lainnya, kendaraan rencana khusus dengan dimensi dan karakteristik yang sesuai akan digunakan sebagai acuan. Misalnya, kendaraan rencana untuk pelebaran tikungan di daerah industri mungkin akan mempertimbangkan dimensi truk pengangkut barang.

Sebagai referensi untuk ukuran kendaraan rencana untuk kendaraan penumpang, truk/bis tanpa gandengan dan semi trailer diatur oleh Bina Marga didalam peraturan 007/BM/2009 dan AASHTO 2018. Berikut ini merupakan visualisasi dimensi kendaraan rencana yang ditunjukkan pada Gambar 6.1 :



Gambar 6.1. Dimensi Kendaraan Rencana

Sumber : Peraturan Dirjen Bina Marga Nomor 007/BM/2009

Pemilihan kendaraan rencana yang sesuai akan memungkinkan perencana untuk memastikan bahwa tikungan jalan yang akan diperlebar dirancang untuk mengakomodasi kendaraan-kendaraan ini dengan aman dan efisien. Hal ini membantu dalam menentukan lebar tambahan yang diperlukan untuk memastikan keamanan dan kenyamanan pengguna jalan.

6.2.3 Radius/Jari Jari Tikungan (R)

Dalam perencanaan pelebaran tikungan, radius tikungan adalah salah satu parameter penting yang harus dipertimbangkan dengan cermat. Radius tikungan mengacu pada jarak dari pusat

lingkaran (atau garis pusat) yang mewakili lengkungan tikungan jalan hingga tepi luar tikungan.

Pelebaran tikungan sering diperlukan untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengemudi, terutama pada jalan dengan tikungan tajam. Radius tikungan yang lebih besar akan memberikan lebih banyak ruang bagi kendaraan untuk bermanuver di dalam tikungan, mengurangi risiko kecelakaan dan memungkinkan kendaraan melalui tikungan dengan kecepatan yang lebih tinggi.

Dalam perencanaan pelebaran tikungan, peningkatan radius tikungan dapat melibatkan pembebasan tanah di sisi dalam atau luar tikungan untuk memperluas jalur, penyesuaian bahu jalan, dan mungkin konstruksi tambahan seperti dinding penahan atau penggantian struktur jembatan.

Perencanaan alinyemen horizontal radius tikungan dipengaruhi oleh nilai e dan f serta nilai kecepatan rencana yang ditetapkan. Artinya terdapat nilai radius minimum untuk nilai superelevasi maksimum dan koefisien gesekan melintang maksimum. Besaran nilai Radius tikungan minimum dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127 (e_{max} + f)}$$

dimana,

R_{min} : Jari jari tikungan minimum (m),

V_R : Kecepatan Rencana (km/j),

e_{max} : Superelevasi maximum (%),

f : Koefisien gesek, untuk perkerasan aspal $f = 0,14 - 0,24$

Penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor seperti kecepatan rencana, jenis kendaraan yang akan melalui tikungan, karakteristik topografi, dan tuntutan lalu lintas saat menentukan radius tikungan untuk pelebaran tikungan. Tujuannya adalah untuk menciptakan kondisi yang aman dan nyaman bagi pengguna jalan.

6.3 Pelebaran Jalan pada Tikungan

6.3.1 Analisis Pelebaran Jalan Pada Tikungan

Analisis pelebaran pada tikungan adalah suatu proses untuk mengevaluasi dan merencanakan peningkatan lebar jalan pada tikungan yang ada. Tujuannya adalah untuk memastikan keamanan, kenyamanan, dan efisiensi lalu lintas pada tikungan tersebut. Pelebaran pada tikungan dimaksudkan untuk mempertahankan konsistensi geometrik jalan agar kondisi operasional lalu lintas di tikungan sama dengan di bagian lurus. Pelebaran jalan di tikungan mempertimbangkan (Nain Dhaniarti Raharjo, 2022) :

1. Kesulitan pengemudi untuk menempatkan kendaraan tetap pada lajunya.
2. Penambahan lebar (ruang) lajur yang dipakai saat kendaraan melakukan gerakan melingkar.
3. Pelebaran yang lebih kecil dari 0.6 meter dapat diabaikan.

Adapun cara menghitung pelebaran tikungan, sebagai berikut:

1. Tentukan besaran nilai R_c . R_c adalah radius lengkung untuk lintasan luar roda depan, sehingga:

$$R_c = R - \frac{1}{2} (B_n / 2) + \frac{1}{2} b$$

2. Tentukan nilai B . B adalah lebar perkerasan yang ditempati satu kendaraan di tikungan pada lajur sebelah dalam, sehingga:

$$B = \sqrt{\left\{ \sqrt{R_c^2 - (p + A)^2} + \frac{1}{2} b \right\}^2 + (p + A)^2} - \sqrt{R_c^2 - (p + A)^2} + \frac{1}{2} b$$

3. Hitung nilai *off tracking* (U):

$$U = B - b$$

4. Hitung tambahan lebar akibat kesukaran mengemudi di tikungan (Z):

$$Z = \frac{0,105 V}{\sqrt{R}}$$

5. Sehingga, tambahan lebar tikungan (Δb) dapat dihitung:

$$B_t = n (B + C) + Z$$

Dimana:

$$C \text{ (kebebasan samping)} = 0,5 B_n - B$$

$$\Delta b = B_t - B_n$$

Keterangan:

R = Radius lajur sebelah dalam (m)

B_n = Lebar perkerasan pada bagian lurus (m)

*jika terdapat 2 lajur maka $B_n = 2 \times B$

b = Lebar kendaraan rencana (m)

p = Jarak antar gardan (m)

A = Tonjolan depan kendaraan (m)

V = Kecepatan rencana (km/jam)

n = Jumlah lajur

B = Lebar lajur (m)

6.3.2 Contoh Perhitungan Pelebaran Jalan Pada Tikungan

Pertimbangan dalam menentukan pelebaran tikungan berdasarkan kendaraan rencana yang melintas pada ruas jalan dan menentukan dimensi kendaraan rencana. Pada survey terlebih dahulu diketahui kendaraan yang paling besar melintas, misalkan terdapat kendaraan barang berupa truck 3 as (Sutanto, 2018).

Diketahui :

Medan jalan = Datar

VR = 60 km/jam

Rc = 145 m

emaks = 10% = 0,1

fmaks = 0,153

B_n = 6 m

b = 250 cm

Lp = 3,0 m

C = 0,5 m

n = 2 (jumlah lajur)

Perhitungan Radius Lengkung = $R_c - (\frac{1}{2} \times L_p) + (\frac{1}{2} \times b)$

$$= 145 - (\frac{1}{2} \times 3) + (\frac{1}{2} \times 2,5)$$

$$= 144,75 \text{ m}$$

Perhitungan B

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{(Rc^2 - 64)} + 1,25 \\ &= \sqrt{(144,75^2 - 64)} + 1,25 \\ &= 144,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \sqrt{(\sqrt{(Rc^2 - 64)} + 1,25)^2 + 64} \\ &= \sqrt{(\sqrt{(144,75^2 - 64)} + 1,25)^2 + 64} \\ &= 168,77 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= \sqrt{(\sqrt{(Rc^2 - 64)} + 1,25)^2 + 64} - (\sqrt{(Rc^2 - 64)}) \\ &= \sqrt{(\sqrt{(144,75^2 - 64)} + 1,25)^2 + 64} - (\sqrt{(144,75^2 - 64)}) \\ &= 1,47 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= c + 1,25 \\ &= 1,47 + 1,25 \\ &= 2,72 \text{ m} \end{aligned}$$

Selanjutnya, perhitungan Z :

$$\begin{aligned} Z &= \frac{0,105 \times VR}{\sqrt{Rc \text{ pelebaran}}} \\ &= \frac{0,105 \times 60}{\sqrt{144,75}} \\ &= 0,523 \end{aligned}$$

Perhitungan total lebar jalan (Bt)

$$\begin{aligned} Bt &= n \times (B + C) + z \\ &= 2 \times (2,62 + 0,5) + 0,523 \\ &= 6,763 \text{ m} \end{aligned}$$

Lebar perkerasan lurus (Bn) = 2 x 3 = 6 m

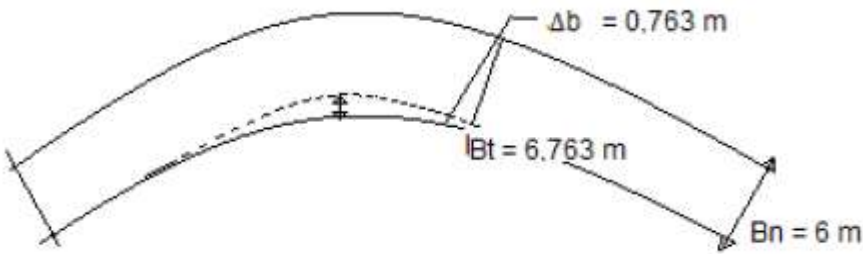
Bt > Bn

6,763 m > 6 m

Perhitungan total lebar perkerasan

$$\begin{aligned}\Delta b &= 6,763 - 6 \\ &= 0,763 \text{ m}\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan nilai pelebaran perkerasan pada tikungan 1 sebesar 0,763 m. Perencanaan pelebaran pada tikungan 1 dilihat pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2. Pelebaran Tikungan 1 (Spiral-Spiral)

6.4 Penutup

Mendesain pelebaran jalan pada tikungan melibatkan beberapa tahapan perencanaan yang hati-hati untuk memastikan keselamatan pengguna jalan dan kelancaran lalu lintas. Beberapa poin penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan desain pelebaran jalan pada tikungan antara lain : (1) Pemetaan dan Pengumpulan Data, melakukan pemetaan detil dari tikungan yang akan diperlebar, termasuk radius tikungan, elevasi, dan geometri jalan yang sudah ada serta mengumpulkan data lalu lintas, termasuk volume lalu lintas, jenis kendaraan yang melewati tikungan, dan pola lalu lintas. (2) Analisis Geomerik Jalan, menentukan parameter-parameter kunci seperti radius tikungan, elevasi, dan superelevasi yang diperlukan untuk tikungan tersebut serta menghitung kecepatan desain dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi geometri jalan pada tikungan, seperti panjang transisi dan sudut superelevasi. (3) Perencanaan Pelebaran, menentukan lebar tambahan yang diperlukan pada tikungan untuk meningkatkan kelancaran dan keselamatan lalu lintas serta melakukan penyesuaian perencanaan pelebaran dengan radius tikungan,

memastikan transisi yang halus antara bagian yang diperlebar dan tidak. (4) Keamanan dan Keselamatan, memastikan bahwa desain pelebaran memenuhi standar keamanan, termasuk pencahayaan yang memadai, marka jalan, dan tanda peringatan serta menentukan lokasi yang tepat untuk tanda peringatan tambahan dan sinyal lalu lintas serta perlengkapan jalan. (5) Drainase dan Lingkungan, mempertimbangkan sistem drainase yang memadai untuk mengatasi air hujan dan mencegah genangan air di tikungan yang diperlebar serta melakukan evaluasi dampak lingkungan dan rancang langkah-langkah untuk mengurangi dampak negatif pada lingkungan sekitar. (6) Modeling dan Simulasi, menggunakan perangkat lunak desain jalan yang canggih untuk memodelkan dan mensimulasikan pelebaran pada tikungan serta melaksanakan evaluasi kinerja lalu lintas dan keamanan menggunakan simulasi untuk memastikan desain yang efektif. (7) Monitoring dan Evaluasi, monitoring pelaksanaan konstruksi untuk memastikan bahwa pelebaran dilakukan sesuai dengan desain yang telah dibuat serta melakukan evaluasi pasca-implementasi dan perbarui desain jika diperlukan untuk meningkatkan fungsionalitas dan keselamatan. Dengan mengikuti beberapa tahapan tersebut dengan teliti, kita dapat merancang pelebaran jalan pada tikungan yang aman, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan lalu lintas.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *Geometri Jalan Perkotaan*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. 'TATA CARA PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN ANTAR KOTA', *DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM*, (September).
- Febtianto, E. and Hakim, E. A. 2023. 'Perencanaan Pra Design Pelebaran Jalan Jemplang', *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, 3(1), pp. 1161–1168. doi: 10.22219/skpsppi.v3i1.7988.
- Fitriyanti Kaharu, Lucia G. J. Lalamentik, M. R. E. M. 2020. 'Evaluasi Geometrik Jalan Pada Ruas Jalan Trans Sulawesi Manado-Gorontalo di desa Botumoputi Sepanjang 3 km', *Jurnal Sipil Statik*, 8(3), pp. 353–360. Available at: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/28761>.
- Lawalata, G. M. L., Cahyadi, U. and Amelia, S. 2022. 'Desain Jalan Kelandaian Curam', *Prosiding KRTJ-HPJI*, pp. 1–13. Available at: <https://proceeding.hpji.or.id/index.php/test/article/view/208%0Ahttps://proceeding.hpji.or.id/index.php/test/article/download/208/187>.
- Muti, P. and Wibisono, R. E. 2023. 'Desain Perencanaan Geometrik Jalan pada Tikungan dengan Metode Bina Marga dan Perhitungan Kebutuhan Alat Pengaman Pengguna Jalan pada Sta 11+800 s/d Sta 12+200 Ruas Jalan Bareng – Wonosalam Pasar Kabupaten Jombang', *Mitrans: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 1(April), pp. 49–63.
- Nain Dhaniarti Raharjo. 2022. 'Dasar Perencanaan Geometrik jalan Raya', *Cerdas Ulet Kreatif*.
- Qomaruddin, M. and Saputro, Y. A. 2016. 'Analisa Alinyemen Horizontal Pada Tikungan Depan Gardu PLN Ngabul Di Kabupaten Jepara', *Jurnal DISPROTEK Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara*, 7(2), pp. 36–42.
- Raharjo, N. D. 2022. 'Evaluasi Desain Lengkung Horizontal Jalan Raya Pada Kawasan Wisata Alam Arak-Arak Kabupaten Bondowoso Jawa Timur', *Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), pp. 25–34. doi: 10.31284/j.jts.2022.v3i1.2963.

- Rizal, A. 2022. 'Analisis Hubungan Geometrik Jalan Dengan Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas (Studi Kasus: Jalan Pangeran Suryanata)', *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Sipil*, 11(2), pp. 828–842.
- Rochmanto, D., Umam, K. and Fauziah, F. F. 2019. 'Evaluasi Geometrik Jalan Ditinjau Dari Aspek Alinyemen Horisontal Terhadap Pelebaran Tikungan Jalan Bangsri - Kelet', *Reviews in Civil Engineering*, 3(2), pp. 29–35. doi: 10.31002/rice.v3i2.1456.
- Singgih, A., Erwan, K. and Kadarini, S. N. 2019. 'ANALISIS GEOMETRIK TIKUNGAN PADA JALAN YA'M SABRAN TANGJUNG HULU KECAMATAN PONTIANAK TIMUR', *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil ...*, 3(1), pp. 1–10. Available at: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/35632>.
- Sutanto, H. 2018. 'Perencanaan Jalan Denganperkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Jalan Rawa Indah Kota Sangatta', *JURNAL TEKNOLOGI SIPIL (Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Sipil)*, 2(November).
- Utomo, N. and Fatikasari, A. D. 2023. 'Analisis Perencanaan Ulang Alinyemen Horizontal dan Pelebaran Perkerasan Tikungan di Ruas Jalan Nasional Gunitir (STA 231+000 - STA 235+100)', *Semesta Teknika*, 26(1), pp. 65–77. doi: 10.18196/st.v26i1.18033.
- Wiyono, A. S. *et al.* 2023. *Rekayasa Lalu Lintas*. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/371170726>.
- Yusra, C. liliiza, Isya, M. and Anggraini, R. 2018. 'Analisis Pengaruh Kerusakan Jalan Terhadap Kecepatan Perjalanan', *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 1(3), pp. 46–55. doi: 10.24815/jarsp.v1i3.11761.

BAB 7

PERENCANAAN LENGKUNG VERTIKAL

Oleh Hamka

7.1 Pendahuluan

Perencanaan geometrik jalan merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam melaksanakan pembangunan jalan untuk menjamin kenyamanan, keamanan dan kelancaran arus lalu lintas. Jika perencanaan jalan tidak diperhitungkan, arus lalu lintas akan terganggu baik waktu maupun biaya. Oleh karena itu perencanaan geometri jalan perlu direncanakan sesuai dengan kebutuhan dan kemiringan jalan tergantung jenis kendaraan yang akan digunakan.

Perencanaan geometrik jalan yang tepat harus dilakukan dengan pertimbangan semaksimal mungkin tergantung pada jenis jalan dan kecepatan yang diharapkan. Dengan semakin berkembangnya teknologi khususnya komputer, masyarakat didorong untuk dapat melakukan perhitungan dengan lebih cepat dan akurat. Oleh karena itu, berdasarkan pemikiran tersebut, perlu dikembangkan suatu program komputer untuk membantu dalam menghitung geometri jalan. Pada dasarnya perhitungan manual dengan data yang banyak juga memakan banyak waktu dalam perhitungannya.

Geometri garis dapat dihitung dengan menggunakan metode konvensional atau secara manual berdasarkan parameter yang ada. Dalam perencanaan geometri jalan, pemilihan rute horizontal dan vertikal harus memperhatikan tata letak yang ditentukan. Oleh karena itu, proses perhitungan secara manual memerlukan ketelitian dan waktu. Untuk mempercepat dan menyederhanakan perhitungan tersebut, maka perlu dibuat suatu program yang berfungsi sebagai alat untuk menyederhanakan dan mempersingkat waktu.

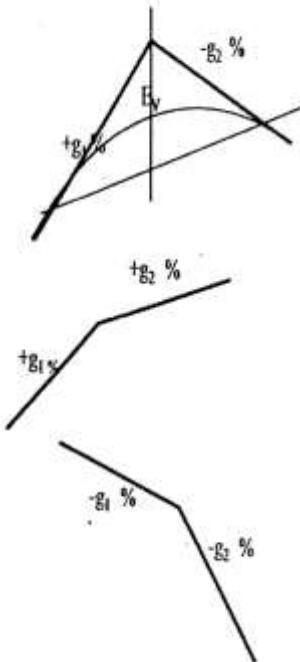
9.2 Dasar Dasar Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal adalah lengkung yang digunakan untuk bertransisi secara bertahap dari satu tanjakan ke tanjakan berikutnya. Lengkung vertikal dirancang untuk kenyamanan, yaitu mengurangi guncangan akibat perubahan ketinggian dan untuk keselamatan, yaitu memberikan jarak pandang saat berhenti.

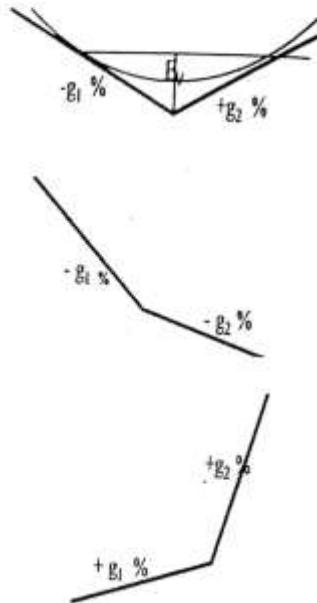
Garis lengkung yang digunakan bisa berbentuk busur lingkaran, parabola dan parabola pangkat tiga. Demi kesederhanaan perhitungan dan pemenuhan jarak pandang, kurva vertikal adalah parabola sederhana.

Perpindahan vertikal dari titik mana pun pada lengkung vertikal sehubungan dengan garis tangen sebanding dengan kuadrat jarak horizontal yang diukur dari ujung lengkung.

LENGKUNG VERTIKAL
CEMBUNG



LENGKUNG VERTIKAL
CEKUNG



Gambar 7.1. Macam-macam Lengkung Vertikal
(Sumber : Sukirman Silvia, 1999, Dasar-dasar Geometrik Jalan)

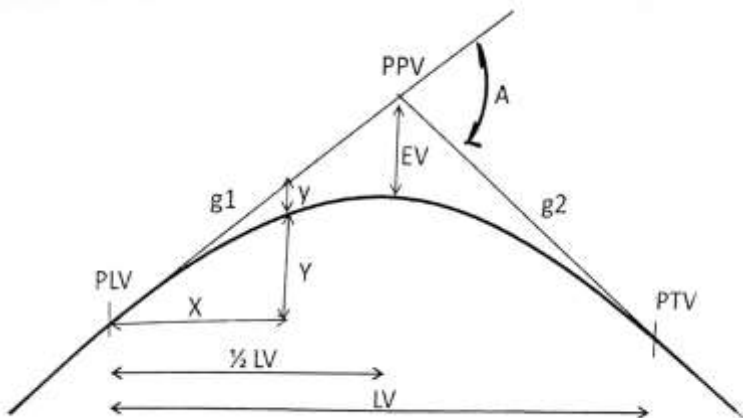
Perhatikan gambar 7.1 terlihat bermacam-macam lengkung vertikal, yang dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. Lengkung vertikal cembung (*crest vertical curves*), merupakan lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada diatas permukaan jalan yang bersangkutan.
2. Lengkung vertikal cekung (*sag vertical curves*) merupakan lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada dibawah permukaan jalan.

Oleh karena itu, kurva vertikal dan desainnya adalah:

1. Tetap sama saat mengubah kemiringan.
2. Persyaratan untuk menjamin kriteria keamanan, kenyamanan, drainase dan tampilan bentuk (estetika).
3. Kurva yang digunakan bisa berbentuk lingkaran, parabola level 2 (sederhana) atau parabola level 3. Jenis yang paling sering digunakan (juga standar di Indonesia) adalah parabola level 2, yang memberikan perubahan terus menerus sebanding dengan jarak.
4. Kurva vertikal dapat berupa kurva vertikal cembung (*crest*) dan kurva vertikal cekung (*sag*).

Kurva vertikal mengikuti persamaan parabola sederhana, seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 7.2. Bentuk Dasar Lengkung Vertikal Parabola

(Sumber : Sukirman Silvia, 1999, Dasar-dasar Geometrik Jalan)

Notasi lengkap yang digunakan dalam perencanaan lengkung vertikal sebagai berikut:

PPV : pusat perpotongan vertikal

PLV : pusat permulaan lengkung vertikal

PTV : permulaan tangen vertikal

EV : pergeseran vertikal PPV ke permukaan jalanan rencana

A : perbedaan aljabar landai (%), $A = g_1 - g_2$

Persamaan dasar yang digunakan dalam perencanaan lengkung vertikal sebagai berikut:

$$y = \frac{A}{200.Lv} x^2 \quad (7.1)$$

Untuk $x = \frac{1}{2}$ dan $y = EV$, maka:

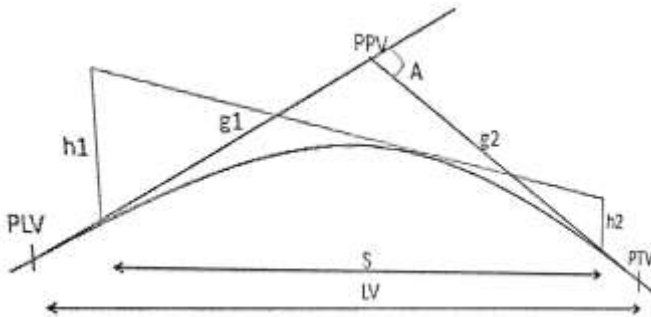
$$EV = \frac{A.Lv}{800} \quad (7.2)$$

Persamaan ini berlaku untuk lengkung vertikal cembung maupun cekung. Nilai EV negatif menunjukkan lengkung vertikal cekung dan nilai EV positif menunjukkan lengkung vertikal cembung.

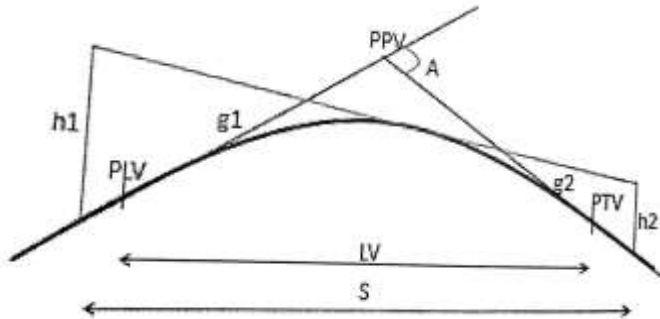
7.2.1 Lengkung Vertikal Cembung

Panjang Minimum lengkung vertikal cembung ditentukan oleh jarak pandang. Penentuan panjang minimum lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandangan ini pada umumnya akan memenuhi keselamatan, kenyamanan dan penampilan. Persamaan dasar panjang lengkung diberikan dalam hubungan dengan perbedaan aljabar landai (A) dan jarak pandang (S). Persamaan dibedakan untuk dua kondisi yaitu $S < L$ dan $S > L$. Perhatikan Gambar 7.3 memperlihatkan kondisi $S < L$ dan $S > L$.

1. $S < L_v$



2. $S > L_v$



Gambar 7.3. Jarak Penglihatan pada Lengkung Vertikal Cembung

(Sumber : Sukirman Silvia, 1999, Dasar-dasar Geometrik Jalan)

Untuk $S < L$ berlaku persamaan :

$$L_v = \frac{AS^2}{100.(\sqrt{2}.h_1 + \sqrt{2}.h_2)^2}$$

(9.3)

Untuk $S > L$ berlaku persamaan :

$$L_v = 2.S - \frac{200.(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{100.(\sqrt{2}.h_1 + \sqrt{2}.h_2)^2} \quad (7.4)$$

dimana :

A : perbedaan aljabar landai

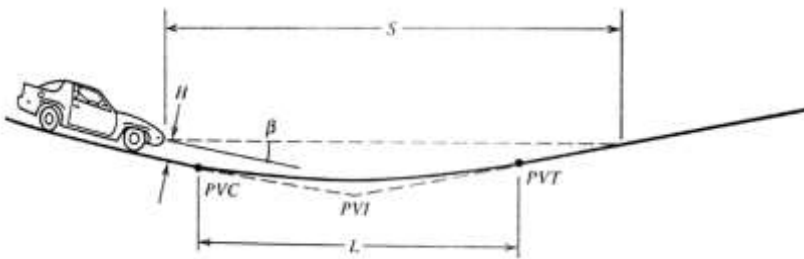
S : jarak pandang (m)

h1 : ketinggian mata pengemudi (m)

h2 : ketinggian objek (m)

7.2.2 Lengkung Vertikal Cekung

Jika pada lengkung vertikal cembung penentuan panjang lengkung terutama berdasarkan jarak pandang henti, maka pada lengkung vertikal cekung terdapat lebih banyak faktor yang harus diperhatikan. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan lengkung vertikal antara lain jarak penyinaran lampu depan, kenyamanan pengemudi, pengendalian drainase, jarak pandang bebas dibawah bangunan/lintasan dan penampilan.



Gambar 7.4. Jarak Penyinaran Lampu Depan pada Lengkung Vertikal Cembung
(Sumber : Oglesby, Clarkson H, 1999, Teknik Jalan Raya)

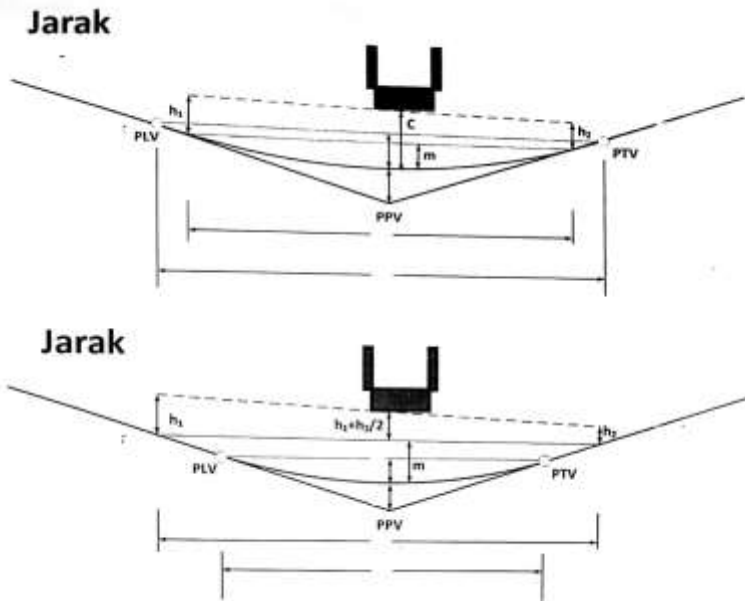
Berdasarkan jarak penyinaran lampu depan, menggunakan persamaan dari AASHTO (2011), yang dibedakan dua kondisi:

Untuk $S < L$ berlaku persamaan :

$$Lv = \frac{AS^2}{120+3,5.S} \quad (7.5)$$

Untuk $S > L$ berlaku persamaan :

$$Lv = 2.S - \frac{120+3,5.S}{A} \quad (7.6)$$



Gambar 7.5. Jarak Pandang Bebas di Bawah Lintasan
(Sumber : Oglesby, Clarkson H, 1999, Teknik Jalan Raya)

Panjang lengkung vertikal cekung, berdasarkan jarak pandangan di bawah lintasan ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

Jika jarak pandangan henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cekung ($S < L$)

$$Lv = \frac{AS^2}{800.(C - \frac{h_1 + h_2}{2})} \quad (7.7)$$

Dengan memasukkan nilai $h_1 = 2,4$ m dan $h_2 = 0,6$ m maka diperoleh:

$$Lv = \frac{AS^2}{800.(C - 1,5)} \quad (7.8)$$

Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cekung ($S > L$),

$$Lv = 2.S - \frac{800}{A} . (C - \frac{h_1 + h_2}{2}) \quad (7.9)$$

Dengan memasukkan nilai $h_1 =$ dan h_2 maka diperoleh:

$$Lv = 2.S - \frac{800}{A} . (C - 1,5) \quad (7.10)$$

dengan:

L	= panjang lengkung vertikal (m)
A	= perbedaan aljabar landai (%)
S	= jarak pandang henti (m) = J_h
C	= kebebasan vertikal (m)

Panjang lengkung vertikal ditetapkan berdasarkan panjang minimum (LV terbesar) yang diperoleh berdasarkan jarak penyinaran lampu depan, kenyamanan pengemudi, pengendalian drainase, jarak pandang bebas di bawah bangunan/lintasan dan penampilan.

7.3 Kontrol dan Batasan Perencanaan

Kontrol yang umum digunakan dalam perencanaan lengkung vertikal adalah sebagai berikut:

1. Kelandaian diusahakan mengikuti bentuk permukaan tanah asli sebanyak mungkin untuk mengurangi galian dan timbunan untuk menekan biaya.
2. Perencanaan harus dilakukan sebaik mungkin karena sulit dan mahal untuk memperbaiki suatu kelandaian jalan dikemudian hari.
3. Penggunaan landai maksimum sebaiknya dihindari dan jika kondisi harus menggunakan landai maksimum maka perlu ditambahkan jalur pendakian khusus.
4. Perencanaan alinemen vertikal dikoordinasikan dengan alinemen horisontal.

Landai maksimum adalah landai vertical maksimum dimana truk dengan muatan penuh masih mampu bergerak dengan penurunan kecepatan kurang lebih dari setengah kecepatan awal tanpa penurunan gigi atau pindah ke gigi rendah, seperti pada table berikut:

Tabel 7.1. Kelandaian Maksimum

V_R (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Kelandaian Maksimum(%)	3	3	4	5	8	9	10	10

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

7.4 Kesimpulan

Lengkung peralihan merupakan lengkung yang digunakan untuk mengadakan peralihan secara berangsu -angsur dari suatu landai ke landai yang lain.

Lengkung vertikal dirancang untuk aspek kenyamanan, dengan mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian dan untuk aspek keamanan, yaitu dengan menyediakan jarak pandang henti.

Perbedaan antara Lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung adalah, pada lengkung vertikal cembung penentuan panjang lengkung terutama berdasarkan jarak pandang henti, sedangkan pada lengkung vertikal cekung terdapat lebih banyak faktor yang harus diperhatikan antara lain: jarak penyinaran lampu depan, kenyamanan pengemudi, pengendalian drainase, jarak pandang bebas dibawah bangunan/lintasan dan penampilan.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997. " Peraturan Perencanaan Geometrik untuk Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997", Penerbit Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Geometrik Jalan Perkotaan RSNI-14-2004,"*Geometrik Jalan Perkotaan RSNI T14-2004,"1-60.*
- Ir. Hamirhan Saodang 2004, Konstruksi Jalan Raya: *Geometrik Jalan Raya*, Bandung, Nova.
- Oglesby, Clarkson H, 1999, *Teknik Jalan Raya*, Jilid 1. Jakarta: Gramedia.
- Sukirman Silvia, 1999. "Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan ", Penerbit Nova, Bandung.
- Undang-undang Republik Indonesia No.38/2004, tentang Jalan

BAB 8

MENDESAIN LENGKUNG VERTIKAL

Oleh Muhammad Abi Berkah Nadi

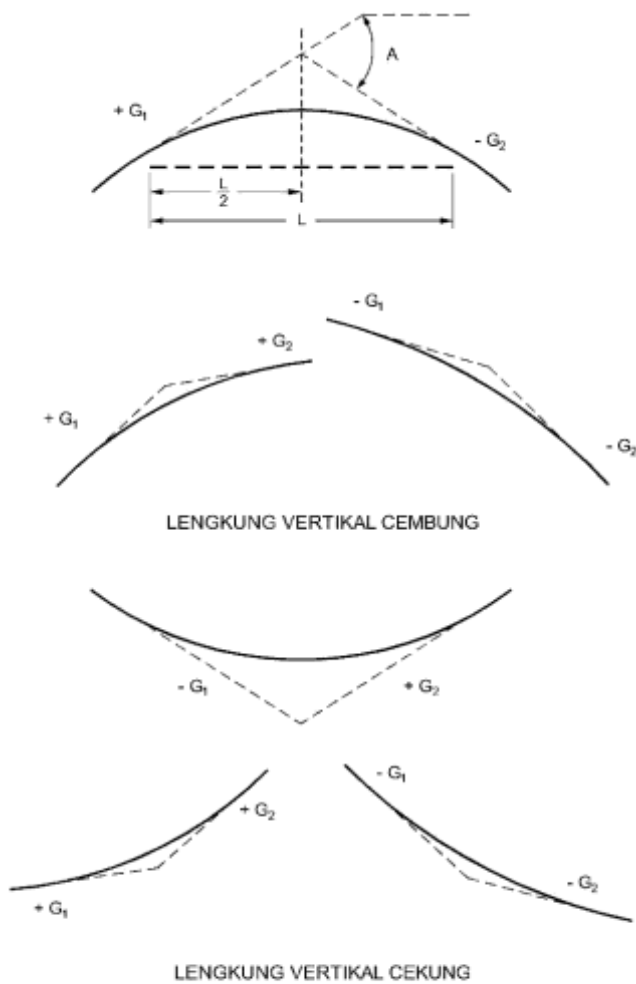
8.1 Bentuk Lengkung Vertikal

Alinemen vertikal jalan merupakan dari serangkaian kelandaian memanjang dengan lengkung vertikal, dan juga bisa dimanfaatkan untuk menerapkan perubahan gradual di antara profil memanjang pada beberapa kondisi jalan. Dalam hal ini bisa dapat berupa lengkung cekung atau cembung sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 8.1.

Alinemen vertikal hendaknya bisa menyesuaikan dalam mengikuti medan alami, mempertimbangkan keseimbangan pada pekerjaan tanah, penampilan, keselamatan, drainase, dan kelengkungan vertikal maksimum dan minimum yang diizinkan pada peraturan yang sesuai dari bina marga; dalam hal ini dapat dinyatakan sebagai nilai K . Besaran nilai lengkung vertikal K yang ditentukan ini cukup ekonomis.

Untuk nilai lengkung vertikal K minimum, hendaknya dipilih berdasarkan tiga faktor pengendali, (Pedoman Desain Geometri Jalan – PDGJ 2021) yakni:

1. Jarak pandang: persyaratan dalam semua situasi untuk keselamatan pengemudi.
2. Penampilan: biasanya diperlukan pada situasi timbunan rendah dan topografi datar.
3. Kenyamanan berkendara



G_1 and G_2 = kelandaian jalan (%)

A = perbedaan aljabar kalandaian jalan (%)

L = panjang lengkung vertikal (m)

Gambar 8.1. Jenis-jenis lengkung vertikal
(Sumber: PDGJ 2021)

Pada umumnya lengkung vertikal didesain menggunakan persamaan (1), (2), dan (3).

$$L = K A \quad (1)$$

$$K = \frac{S^2}{200 (\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2})^2}, \text{ untuk } S \leq L \quad (2)$$

$$K = \frac{2S}{A} - \frac{200 (\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2})^2}{A^2}, \text{ untuk } S > L \quad (3)$$

Keterangan:

- L = panjang lengkung vertikal, m
- K = panjang lengkung vertikal dalam meter untuk setiap perubahan kelandaian 1%
- A = perubahan kelandaian aljabar, %
- S = jarak pandang, m
- h_1 = tinggi mata pengemudi, digunakan untuk menetapkan jarak pandang, m
- h_2 = tinggi objek, digunakan untuk menetapkan jarak pandang, m

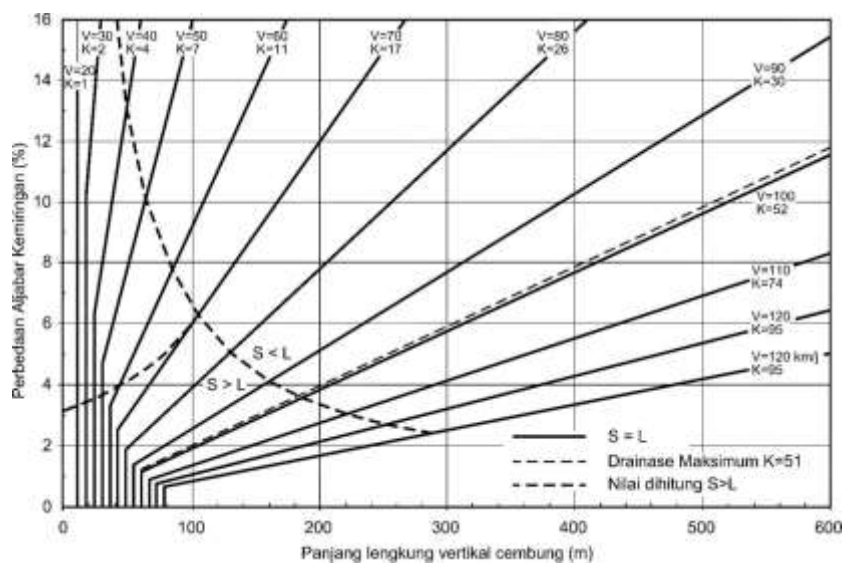
8.1.1 Lengkung Vertikal Cembung

Pengendali utama lengkung vertikal cembung adalah penyediaan jarak pandang yang cukup, untuk mendapatkan sudut pandang yang aman, kenyamanan, dan penampilan. Panjang lengkung vertikal cembung minimum untuk nilai-nilai per perubahan A yang menyediakan J_{PH} minimum untuk setiap V_D ditunjukkan pada Gambar 8.2. Lengkung garis putus-putus di kiri bawah yang melintasi garis-garis ini, menunjukkan $S = L$. Perhatikan bahwa di sebelah kanan garis $S = L$, nilai K, atau panjang lengkung vertikal per perubahan persen A, adalah bentuk sederhana dan mudah untuk melakukan kontrol desain. Pemilihan lengkung desain difasilitasi dengan panjang minimum lengkung dalam meter adalah sama dengan K dikali perbedaan aljabar kemiringan jalan A dalam persen, $L = KA$.

Tabel 8.1 menunjukkan nilai K dihitung untuk panjang lengkung vertikal sesuai dengan jarak pandang berhenti untuk setiap kecepatan desain.

Untuk tujuan praktis, panjang minimal lengkung vertikal dapat dinyatakan sekitar 0,6 kali V_D (Km/Jam), $L_{\min} = 0,6 V_D$, di mana V_D Km/Jam dan L adalah dalam m.

Secara praktis, jarak pandang lebih panjang mungkin lebih dikehendaki, dimana lebih sesuai dengan kondisi medan dan tidak berbenturan dengan pengendali desain lainnya. Lengkung vertikal yang terlalu besar hendaknya dihindari untuk mencegah genangan air. Lengkungan vertikal besar juga meningkatkan panjang jarak pandang yang terbatas. Desainer hendaknya membatasi panjang lengkung cembung yang memiliki kelandaian kurang dari 0,3% hingga 0,5% untuk panjang sekitar 30m s.d. 50m.



Gambar 8.2. Panjang Lengkung Vertikal Cembung (m)
(Sumber: PDGJ 2021)

Tabel 8.1. Kontrol Desain (K) untuk lengkung vertikal cembung berdasarkan J_{PH}

V_D (Km/Jam)	J_{PH} (m)	K^1
20	20	1
30	35	2
40	50	4
50	65	7
60	85	11
70	105	17
80	130	26
90	160	39
100	185	52
110	220	74
120	250	95

Sumber: PDGJ 2021

Catatan: ¹⁾ Besaran kelengkungan vertikal, K, adalah panjang lengkung (L)/persentase perbedaan kelandaian aljabar pada kelandaian yang saling bersinggungan (A), $K = L/A$
 Nilai K yang diambil dari tabel di atas ketika $S < L$ juga bisa digunakan tanpa kesalahan berarti ketika $S > L$.

8.1.2 Jarak Pandang Mendahului Pada Lengkung Cembung

Nilai desain untuk J_{PM} pada lengkung vertikal cembung berbeda karena berbedanya kriteria jarak pandang dan tinggi objek. Menggunakan tinggi objek 1,08 m dan formula yang sama, nilai K di dalam Tabel 8.2 bisa diterapkan.

Tabel 8.2. Kontrol desain (K) untuk lengkung vertikal cembung berdasarkan J_{PM}

VD (Km/Jam)	JPM (m)	K ¹⁾
30	120	17
40	140	23
50	160	30
60	180	38
70	210	52
80	245	70
90	280	91
100	320	119
110	355	146
120	395	181

Sumber: PDGJ 2021

Catatan: 1) Besaran kelengkungan vertikal, K, adalah panjang lengkung (L)/persentase perbedaan kelandaian aljabar pada kelandaian yang saling bersinggungan (A), $K = L/A$
Nilai K yang diambil dari tabel di atas ketika $S < L$, juga bisa digunakan tanpa kesalahan berarti ketika $S > L$.

8.1.3 Lengkung Vertikal Cekung

Terdapat empat kriteria untuk menentukan panjang lengkung vertikal cekung (PDGJ 2021), yakni:

- 1. Kenyamanan pengemudi
- 2. Silau sorotan lampu
- 3. Pengendalian drainase, dan
- 4. Penampilan.

8.1.4 Pengemudi dan Penampilan

Penampilan adalah penting ketika mempertimbangkan perubahan kecil maupun besar terhadap kelandaian.

Lengkung vertikal cekung biasanya dirancang untuk memenuhi kriteria kenyamanan sebagai minimum. Untuk jalan Antarkota tanpa penerangan, lengkung vertikal cekung lebih dikehendaki didesain untuk kriteria sorotan lampu. Jalan-jalan berstandar lebih tinggi (JRY dan JBH) biasanya didesain dengan lengkung cekung yang melebihi jarak pandang sorotan lampu.

Pada jalan dua lajur, panjang lengkung cekung lebih dari 750m hendaknya dihindari atas dasar alasan drainase. Untuk jalan dengan kerb, panjang maksimum lengkung cekung dengan kelandaian kurang dari 0,5% hendaknya dibatasi hingga 50m.

Untuk meminimalkan ketidak-nyamanan pengemudi dan penumpang ketika melintasi suatu kelandaian ke lainnya, biasanya dilakukan pembatasan akselerasi vertikal yang dibangkitkan pada lengkung vertikal hingga nilai kurang dari 0,05g dimana g adalah percepatan gravitasi yang nilainya adalah 9,81 m/detik².

Nilai lengkung vertikal cekung K minimum untuk kriteria kenyamanan bisa dihitung dengan persamaan (4).

$$K = \frac{V_D^2}{1296 a} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- K = panjang lengkung vertikal cekung dalam meter untuk perubahan kelandaian 1%
- a = akselerasi vertikal yang nilai terbesarnya 0,05g, m/detik²
- V_D = kecepatan kendaraan desain, Km/Jam

8.1.5 Nilai K untuk desain lengkung vertikal cekung

Panjang minimum lengkung cekung untuk berbagai kategori jalan, menggunakan ke dua kriteria kenyamanan dan jarak pandang sorotan lampu, dijabarkan dalam Gambar 8.3. Grafik tersebut

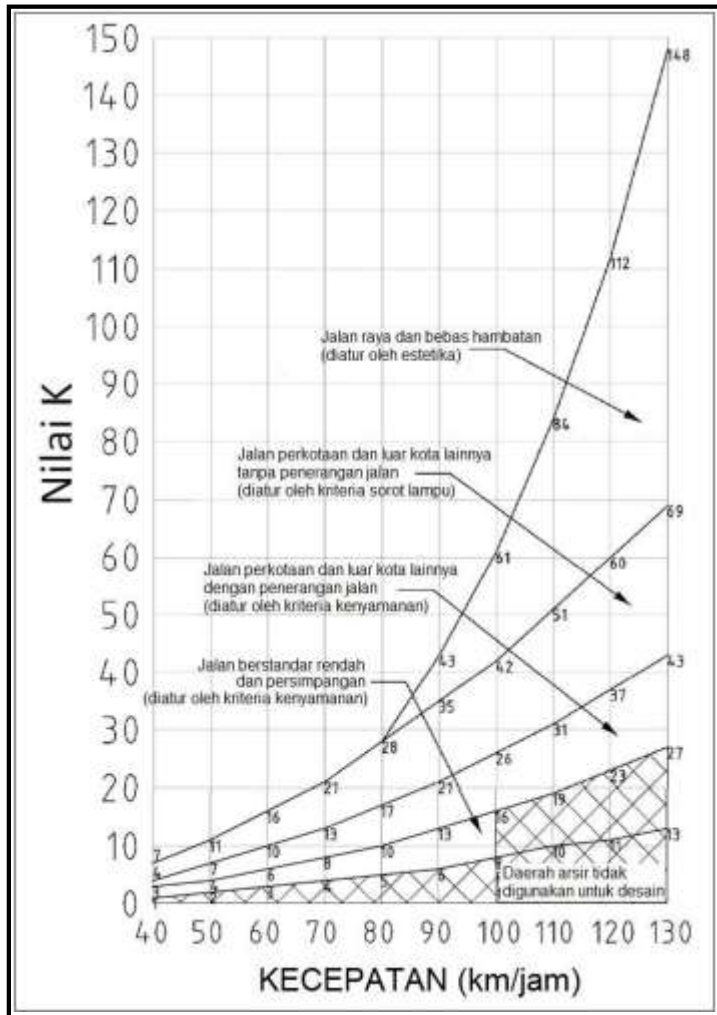
dikembangkan menggunakan kriteria berikut ini untuk menentukan batasan bawah:

1. Jalan berstandar rendah, kriteria kenyamanannya adalah $a = 0,1 \text{ g}$
2. Jalan Antarkota dan Perkotaan lainnya dengan penerangan jalan, kriteria kenyamanan-nya adalah $a = 0,05 \text{ g}$
3. Jalan Antarkota dan Perkotaan lainnya tanpa penerangan jalan, kriterianya adalah jarak pandang sorot lampu dengan waktu reaksi 2,0 detik dan koefisien perlambatan 0,61.
4. JRY dan JBH:
 - a. Kriteria minimum adalah jarak pandang sorot lampu dengan waktu reaksi 2,5 detik dan koefisien perlambatan 0,36
 - b. Kriteria yang dikehendaki adalah jarak pandang henti lengkung cekung dengan waktu reaksi 2,0 detik dan koefisien perlambatan 0,36.

Atau mengacu pada Tabel 8.3 untuk kontrol desain lengkung vertikal cekung minimum. Jarak pandang lampu digunakan dan sebagian besar adalah dasar untuk menentukan panjang lengkung vertikal cekung direkomendasikan di sini. Ketika kendaraan melintasi lengkung vertikal cekung di malam hari, bagian jalan raya depan diterangi tergantung pada posisi lampu dan arah sinar.

Ketinggian lampu depan umumnya diasumsikan 600 mm dengan 1 derajat ke atas dari sumbu longitudinal kendaraan. Penyebaran sinar ke atas dengan sudut divergensi 1 derajat memberikan panjang tambahan penglihatan jalan, tetapi umumnya tidak dipertimbangkan dalam desain.

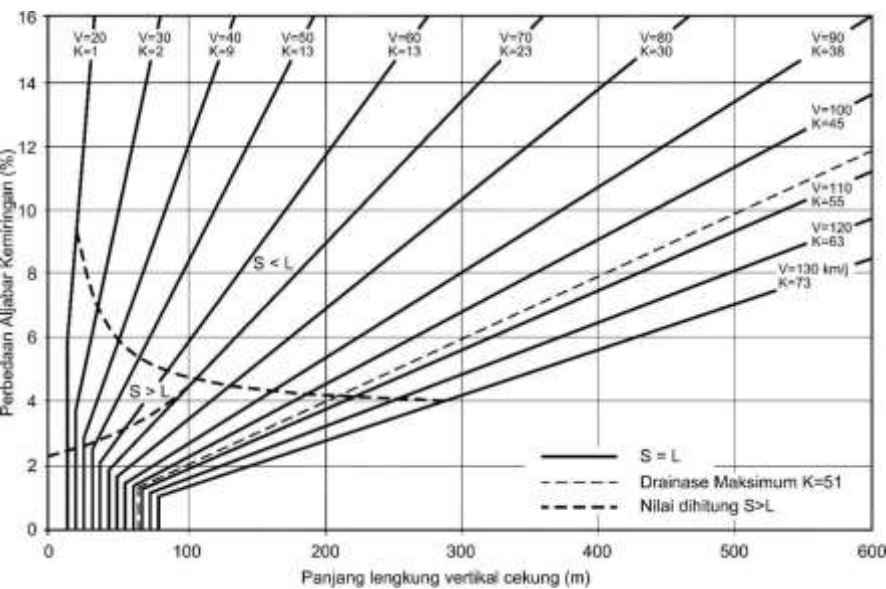
Persamaan berikut menunjukkan hubungan antara S , L , dan A , menggunakan S sebagai jarak antara kendaraan dan ke titik, di mana 1 derajat sudut ke atas sinar memotong permukaan jalan.



Gambar 8.3. Rentang nilai K untuk lengkung cekung
(Sumber: PDGJ 2021)

Pada umumnya lengkung vertikal didesain menggunakan persamaan (1), (2), dan (3). Untuk keamanan secara keseluruhan di jalan, lengkung vertikal cekung harus cukup panjang, bahwa jarak sorotan lampu hampir sama dengan jarak pandang henti. Panjang yang dihasilkan dari lengkung vertikal cekung untuk rekomendasi

panjang J_{PH} untuk setiap kecepatan desain ditunjukkan pada Gambar 8.4.



Gambar 8.4. Panjang Lengkung Vertikal Cekung (m)
(Sumber: PDGJ 2021)

Efek pada kenyamanan penumpang dari perubahan alinemen vertikal adalah lebih besar pada lengkung cekung dari pada lengkung cembung, karena gaya gravitasi dan sentripetal berada dalam arah yang berlawanan, dari pada dalam arah yang sama. Kenyamanan terhadap perubahan arah vertikal tidak mudah diukur, karena dipengaruhi oleh suspensi, berat kendaraan, fleksibilitas ban, dan faktor lainnya. Upaya terbatas pada pengukuran tersebut, disimpulkan bahwa kenyamanan berkendara pada lengkung vertikal cekung, apabila percepatan sentripetal tidak lebih dari $0,3\text{m/detik}^2$.

Panjang lengkung vertikal diperlukan untuk memenuhi faktor kenyamanan ini di berbagai kecepatan desain hanya sekitar 50 persen dari yang dibutuhkan untuk memenuhi kriteria jarak pandang lampu untuk rentang normal kondisi desain. Panjang lengkung vertikal diperlukan untuk memenuhi faktor kenyamanan ini di berbagai kecepatan desain hanya sekitar 50 persen dari yang

dibutuhkan untuk memenuhi kriteria jarak pandang lampu untuk rentang normal kondisi desain.

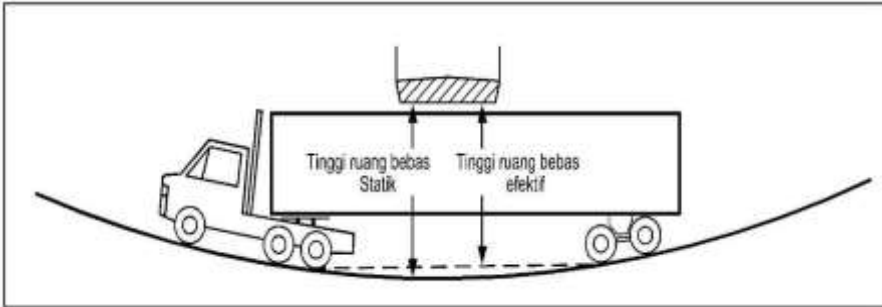
Kriteria perkiraan untuk lengkung vertikal cekung adalah sama dengan yang dinyatakan untuk kondisi cembung (yaitu, kemiringan minimum 0,30% harus disediakan dalam 15m). Tabel 8.3 menunjukkan rentang nilai dihitung dan nilai-nilai bulat K terpilih sebagai kontrol desain.

Tabel 8.3. Kontrol desain (K) untuk lengkung vertikal cekung

V_D (Km/Jam)	JPH (m)	K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38
100	185	45
110	220	55
120	250	63

Sumber: PDGJ 2021

Panjang dari lengkung vertikal cekung atas dasar nilai-nilai V_D dan K ditunjukkan oleh garis tebal dalam Gambar 8.5. Hal ini ditekankan bahwa panjang ini adalah nilai minimum berdasarkan kecepatan desain, lengkung lebih panjang diinginkan secara praktis, tetapi perhatian khusus untuk drainase harus dilakukan, jika nilai-nilai K lebih dari 51.



Gambar 8.5. Panjang dari lengkung vertikal cekung atas dasar nilai-nilai V_D dan K
(Sumber: PDGJ 2021)

Nilai-nilai yang ditentukan untuk kondisi cembung, pada umumnya cocok untuk cekung. Panjang lengkung vertikal cekung, ditampilkan sebagai garis-garis vertikal di Gambar 8.5 adalah sama dengan 0,6 kali kecepatan desain dalam Km/Jam.

DAFTAR PUSTAKA

Pedoman Desain Geometri Jalan. 2021. *Direktur Jenderal Bina Marga, Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.*

BAB 9

MENDESAIN ALINYEMEN VERTIKAL

Oleh Okma Yendri

9.1 Pendahuluan

Garis vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan perkerasan yang melewati garis tengah untuk jalan dua jalur, dua arah, atau tepi dalam setiap jalan untuk garis tengah khusus. Bagian vertikal disebut juga dengan bagian vertikal garis yang terdiri atas garis lurus dan kurva (Sukirman, 1999). Perencanaan ruas jalan merupakan bagian dari perencanaan geometri jalan. Tentu saja, RUU tersebut menjamin keamanan dan penghematan. Selain itu, perencanaan vertikal harus selalu mempertimbangkan kondisi dasar jalan, tinggi muka air banjir, tinggi muka air tanah, fungsi jalan, kemiringan lereng, dan kondisi cuaca di atas permukaan tanah. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam perencanaan jalan tol ruas memanjang, yaitu sisi depan jalan direncanakan paling ekonomis karena jalan mengikuti kontur medan dan tidak memerlukan banyak penggalan. dan sangat mahal untuk pemeliharaannya. Namun sangat jarang terjadi di bidang ini. Karena tidak mungkin merencanakan perjalanan jauh jika memilih tanah datar. Oleh karena itu, permukaan jalan harus lebih tinggi dari permukaan tanah agar drainase mudah. Untuk daerah yang sering tergenang banjir, sebaiknya permukaan jalan direncanakan lebih tinggi dari muka air banjir (Sukirman, 1999). Tujuannya agar jalan tidak tergenang saat banjir agar tetap terjaga keawetannya.

Garis mendatar suatu garis biasanya berupa rangkaian garis lurus dan busur lengkung dan dihubungkan oleh busur transisi atau non transisi. Kecepatan kendaraan yang digunakan Cara pengemudi berkendara di jalan raya terutama dipengaruhi oleh persepsi pengemudi terhadap karakteristik melintang jalan di samping karakteristik komponen jalan lainnya seperti rambu-rambu jalan, batas kecepatan. Oleh karena itu, bila arah lintasan desain alinyemen perlu diubah karena alasan tertentu atau karena

penyesuaian kondisi medan, gunakan kurva horizontal. Jari-jari kelengkungan harus cukup besar untuk memungkinkan kecepatan perjalanan ketika melewati tikungan seperti pada jalan lurus atau sepanjang ruas jalan yang dirancang.

Panjang jalan sebaiknya dipilih selurus mungkin dengan radius kelengkungan yang maksimal, kecuali panjang tersebut perlu dibatasi untuk menetralkan monotonnya bentuk jalan yang dapat membuat pengemudi frustrasi dan kehilangan kewaspadaan saat berkendara berpartisipasi dalam lalu lintas roda.

9.2 Tahapan Desain Alinyemen Vertikal

Langkah-langkah berikut harus diikuti saat mendesain Alinyemen Vertikal:

1. Berdasarkan kriteria desain, identifikasi semua PTJ yang akan ditempatkan di sepanjang rute.
2. Tentukan kecepatan desain berdasarkan klasifikasi medan jalan dan tipe jalan, dan pilih radius minimum yang akan digunakan.
3. Mempersiapkan uji kesejajaran dengan menggunakan serangkaian garis dan kurva, dengan pemilihan kurva yang konsisten di seluruh kesejajaran. Hati-hati terhadap tikungan di ujung jalan lurus yang panjang, terutama jika radiusnya diminimalkan karena cenderung menyebabkan kecelakaan;
4. Merumuskan proyek alinyemen dimana PTJ memberikan perhatian khusus pada desain jalan memanjang, koordinasi jalur horizontal, vertikal dan drainase;
5. Mengingat kurva mendatar pada tikungan, terutama pada tikungan curam, mungkin perlu dilakukan penambahan radius.
6. Sesuaikan alinyemen horizontal agar semua PTJ terpenuhi, terutama seluruh jari-jari kelengkungan harus sesuai dengan kecepatan rencana, jarak antar simpang dan antar pintu masuk harus menghormati PTJ, harus diperhatikan jarak pandang minimal. pada seluruh ruas lajur, jarak pandang untuk menyalip harus tetap terjaga pada seluruh ruas jalan, lereng vertikal, dan persimpangan yang

semuanya harus memenuhi GTP dan harus meminimalkan penggalan;

9.3 Lengkung Horizontal

Jenis kurva horizontal yang paling umum digunakan untuk menghubungkan segmen garis lurus adalah kurva melingkar.

9.3.1 Tekuk dalam kurva melingkar.

Semua geometri harus ekonomis, aman, dan bila jalan bersih, pengguna jalan dapat menggunakan kecepatan mendekati kecepatan rencana. Hal ini dapat dicapai dengan merancang semua elemen geometris sesuai dengan tarif desain. Perancangan tikungan harus didasarkan pada hubungan antara kecepatan rencana, kelengkungan tikungan, kemiringan dan gesekan horizontal antara ban dan permukaan jalan. Hubungan ini mematuhi hukum mekanika yang menyatakan bahwa nilai suatu variabel bergantung pada nilai sebenarnya dan faktor empiris dalam rentang variabel yang digunakan.

Ketika sebuah mobil bergerak dalam orbit melingkar, ia mengalami percepatan sentripetal yang bekerja pada pusat kelengkungan. Akselerasi dicapai oleh komponen bobot kendaraan berupa gaya angkat dan gesekan lateral yang terjadi antara ban dengan permukaan jalan, atau kombinasi keduanya. Secara konseptual, percepatan sentripetal ini setara dengan gaya sentrifugal. Namun hal tersebut hanyalah sebuah gaya khayalan yang dianggap pengemudi mendorong mobilnya keluar dari tikungan menuju tikungan, padahal kenyataannya pengemudi justru merasakan mobilnya masuk (menurun menuju tengah belokan). Istilah percepatan sentripetal pada dasarnya setara dengan percepatan horizontal sebenarnya.

Jika sebuah kendaraan bergerak dengan kecepatan konstan pada tikungan dengan ketinggian tertentu sehingga gesekan antara ban dan jalan adalah nol, maka percepatan sentripetal ditopang sepenuhnya oleh komponen berat kendaraan dan secara teoritis tidak diperlukan gaya tolak-menolak. . (biasa disebut tangan). Kendaraan yang melaju lebih cepat atau lebih lambat dari kecepatan yang ditentukan akan

menyebabkan ban bergesekan dengan permukaan jalan saat menyetir sehingga membuat mobil tidak bisa keluar dan berbelok di tikungan. Pada kurva tanpa kemiringan, kecepatan juga dapat menyimpang dari kecepatan kesetimbangan karena penggunaan kesalahan lateral yang dikoreksi untuk menyeimbangkan percepatan radial yang berbeda. Persamaan 8.1 memberikan rumus dasar untuk berkendara di tikungan.

$$\frac{v^2}{R} = (e + f)g \dots\dots\dots 9.1$$

Persamaan 9.1 disusun kembali dan satuannya disesuaikan dengan persamaan 9.2.

$$R = \frac{v^2}{(e+f)g} = \frac{V^2}{127(e+f)} \dots\dots\dots 9.2$$

Informasi:
v adalah kecepatan mobil, m/s
V adalah kecepatan mobil, km/jam
R adalah jari-jari kelengkungan, m
e adalah kedalaman jalan, m/m
f adalah kesalahan horizontal antara ban dan permukaan jalan.
g adalah percepatan gravitasi konstan, 9,81 m/s2.

9.3.2 Pembengkokan Majemuk

Lengkungan majemuk adalah lengkungan mendatar dengan jari-jari berbeda dalam arah yang sama dan dihubungkan pada titik perpotongannya. Secara umum, penggunaan tikungan campuran tidak disarankan karena dapat menimbulkan masalah karena pengemudi tidak merasakan perubahan saat menikung dan tidak mengantisipasi perubahan gesekan samping. Ganti busur majemuk dengan busur tunggal jika memungkinkan. Namun, jika siku majemuk masih diperlukan, pedoman berikut mungkin berlaku untuk penggunaannya.

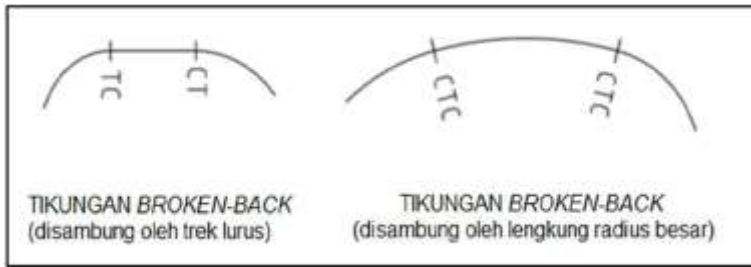
1. Belokan campuran tidak boleh dilakukan dalam radius kurang dari 1000m.
2. Jika radiusnya kurang dari 1000 m, sulit menghindari pengurangan kecepatan pengoperasian di setiap tikungan

- ini tidak boleh melebihi 5 km/jam, dan mempertahankan kecepatan di atas kecepatan operasi minimum pada segmen tersebut.
3. Seharusnya tidak ada lebih dari dua siku radius yang diperkecil.
 4. Penyempitan radius pada jalur landai harus dihindari..
 5. Pada jalan satu arah, disarankan untuk memulai dengan tikungan dengan jari-jari kecil dan kemudian dengan tikungan dengan jari-jari besar.

Variasi kekasaran antar tikungan dengan jari-jari yang berbeda dapat menyebabkan masalah ketidakstabilan pada sepeda motor, truk, dan kendaraan lain yang memiliki pusat gravitasi tinggi. Pengendara sepeda motor tidak dapat memprediksi perubahan penyimpangan tanpa melihat perubahan radius belok, dan ini merupakan hal yang normal. terjadi di dalam jaringan. Jika truk perlu melambat, jaga jarak yang cukup agar pengemudi dapat bereaksi dan memperlambat kendaraan.

9.3.3 Tikungan Gabungan searah (*Brokenback curve*)

Kurva sesar adalah suatu kurva mendatar yang berkelok-kelok pada suatu arah dan dihubungkan dengan suatu garis lurus pendek, atau dua kurva yang berkelok-kelok pada satu arah dan mempunyai jari-jari yang relatif kecil, juga dihubungkan oleh busur-busur yang berjari-jari lebih besar yang menghubungkan tikungan-tikungan tersebut. arah. sama. Kelengkungan harus dihindari bila memungkinkan, karena hampir tidak mungkin untuk menentukan kemiringan yang benar di sepanjang jalan, dan sulit untuk menentukan kemiringan perkerasan yang benar. Ada dua patah tulang belakang yang umum (Gambar 9-1 dan Gambar 9-2).



Gambar 9.1. Jenis-jenis tikungan gabungan *broken back*
(Sumber: Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)



Gambar 9.2. Pandangan Mengemudi pada tikungan gabungan *broken back*
(Sumber: Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)

9.3.4 Tikungan Gabungan Balik (kurva S)

Tikungan belakang majemuk adalah garis horizontal berbentuk S yang dibentuk dengan menggabungkan dua tikungan terpisah dengan arah berlawanan, disatukan pada titik singgung di ujung atau awal busur atau busur tengah. Lekukan juga bisa dipadukan dengan garis lurus pendek. Harus disediakan garis lurus di antara kedua kurva tersebut agar runway dapat berbelok ke sisi lurus. Ini harus cukup panjang dan dapat beradaptasi untuk memutar seluruh lereng. Membandingkan. Tergantung pada

kecepatan desain. Aturan berikut harus diikuti saat mendesain jahitan sisir berikut:

- 1. Sebisa mungkin hindari kurva yang menggambarkan kurva rumit. Namun, jika hal ini tidak dapat dihindari, jarak antar kurva (garis lurus) harus 0,7VD atau lebih. Karena pada jalan 2 lajur 2 lajur, jarak ini menyebabkan gaya lateral lebih kecil.
- 2. Jika kurva dikaitkan dengan kurva transisi, penggunaan kurva transisi akan memberikan transisi yang mulus dan stabil untuk perubahan arah dan ketinggian.
- 3. Apabila kurva-kurva tersebut tidak dihubungkan oleh kurva transisi, maka kurva-kurva tersebut dipisahkan oleh garis lurus paling sedikit 0,3 DV untuk setiap kurva non-transisi.
- 4. Jari-jari kelengkungan lengkungan majemuk harus lebih besar dari jari-jari garis datar minimum ($e = 0$) sesuai rumus.

$R = \frac{V_D^2 f_{max}}{127} \dots\dots\dots 9.3.$

- 5. di mana f_{max} adalah kesalahan bagian maksimum.
- 6. Jika kombinasi kurva memungkinkan lintasan untuk bergerak, maka lintasan tersebut harus dihubungkan dengan garis lurus atau kurva transisi dengan panjang minimal 0,6 VD (sebaiknya > 0,7 VD). Saat truk memasuki tikungan dengan radius kecil, pengemudi harus menjaga jarak yang cukup untuk bereaksi dan mengerem.

9.3.5 Panjang Bagian Alinemen yang Lurus

Jalan yang panjang dan lurus, perjalanan jauh dengan kecepatan tinggi, dan konsentrasi berkendara yang tinggi seringkali menyebabkan kelelahan dan kantuk. Berdasarkan faktor ini dan faktor lainnya, pertimbangkan hal berikut saat mendesain garis lurus panjang:Silau pada malam hari dari kendaraan yang melaju menjadi mengganggu pada jarak kurang dari 3000m.

- 1. Pada jarak lebih dari 2.500 m, pengemudi kesulitan menilai kecepatan kendaraan yang melaju tanpa melihat

ke samping dan merasa seolah-olah mobil sedang berbelok. Dan

2. Silau pada pagi dan sore hari di jalan timur-barat dapat membuat pengemudi terpesona.

Perancang harus mempertimbangkan hal-hal di atas dan merancang kesejajaran untuk meminimalkan konsekuensi ini dan memberikan keselarasan kelengkungan datar sebanyak mungkin ke kontur medan. Ciptakan peluang untuk menyalip jika memungkinkan, dengan panjang garis setidaknya sama dengan jarak visual yang diperlukan untuk melintas.

9.3.6 Lengkung Peralihan

Kurva transisi digunakan untuk menghubungkan garis lurus ke busur, memungkinkan lintasan kendaraan berpindah jalur dengan mulus. Kegunaan utama kurva transisi adalah:

1. Kurva transisi memberi mobil kurva alami, lebih mudah dinavigasi, dan gaya lateral naik dan turun saat mobil masuk dan keluar tikungan.
2. Kurva transisi cenderung mendukung kecepatan jalur yang konstan dengan meminimalkan kemungkinan kendaraan berpindah jalur ke jalur yang berdekatan.
3. Posisi yang sesuai sepanjang kurva transisi .
4. Ketinggian normal pada suatu garis lurus dan tinggi maksimum pada suatu kurva dapat dihitung berdasarkan perbandingan kecepatan terhadap radius kendaraan yang melintas.

Transisi tidak selalu diperlukan saat menikung dengan radius horizontal yang besar (lihat Tabel 9.1). Hal ini terjadi pada kecepatan lebih besar dari 60 km/jam atau perpindahan kurva transisi kurang dari 0,25 hingga 0,30 m. Pasalnya, terdapat cukup ruang bagi pengemudi untuk berpindah jalur transisi tanpa memasuki pergantian jalur yang berdekatan.

Tabel 9.1. Radius maksimum yang memerlukan lengkung peralihan

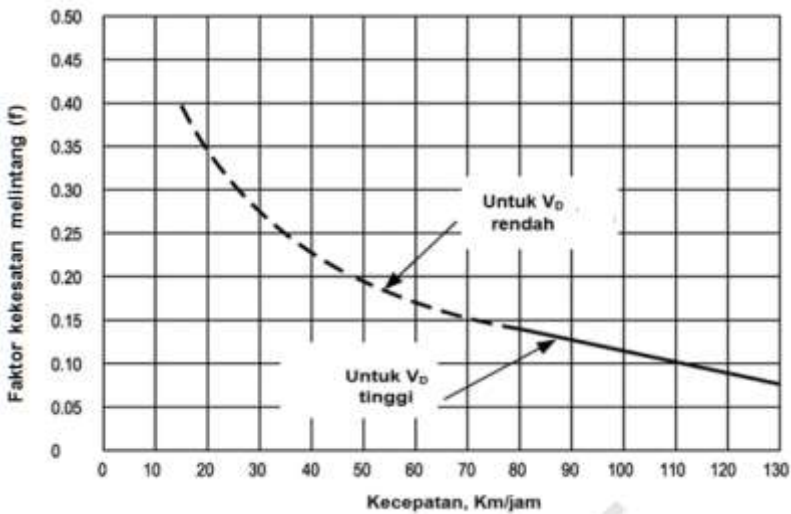
Kecepatan Operasi (Km/Jam)	Radius Maksimum yang memerlukan Lengkung Peralihan (m)
20	24
30	54
40	95
50	148
60	213
70	290
80	379
90	480
100	592
110	716
120	852

(Sumber:Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)

9.3.7 Kekesatan melintang

Transisi tidak selalu diperlukan saat menikung dengan radius horizontal yang besar (lihat Tabel 9.1). Hal ini terjadi pada kecepatan di atas 60 km/jam atau pergeseran kurva transisi kurang dari 0,25 hingga 0,30 m, yang menjadi alasan pengemudi melakukan perpindahan jalur tanpa berpindah jalur yang berdekatan.

Koefisien gesekan lateral bergantung pada jenis dan kondisi permukaan jalan, perilaku pengemudi, serta jenis dan kondisi ban. Nilai faktor kekasaran horizontal pada Gambar 9.3 direkomendasikan untuk desain kurva silang.



Gambar 9.3. Faktor Kekesatan melintang
(Sumber: Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)

9.3.8 Radius Minimum untuk Nilai Superelevasi

R_{min} kelengkungan horizontal untuk kecepatan desain tertentu dan e_{max} untuk e_{max} cant tipikal berkisar 4%, 6% dan 8% ditunjukkan pada Tabel 9.2.

Tabel 9.2. R_{min} lengkung horizontal berdasarkan e_{max} dan f yang ditentukan

V_0 (Km/Jam)	Kekesatan samping (f)	$e_{max} = 4\%$	$e_{max} = 6\%$	$e_{max} = 8\%$
		R_{min} (m)	R_{min} (m)	R_{min} (m)
20	0,18	15	15	10
30	0,17	35	30	30
40	0,17	60	55	50
50	0,16	100	90	80
60	0,15	150	135	125
70	0,14	215	195	175
80	0,14	280	250	230
90	0,13	375	335	305
100	0,12	490	435	395
110	0,11	-	560	500
120	0,09	-	755	665

Catatan: Pemakaian $e_{max} = 4\%$, hanya terbatas untuk jalan pada kondisi perkotaan

(Sumber: Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)

9.3.9 Turunan curam

Saat menuruni bukit, beberapa pengemudi mungkin melaju lebih cepat dari kecepatan yang diharapkan, sehingga R_{min} harus meningkat sebesar 10% untuk setiap 1% kemiringan pada kemiringan yang memanjang lebih dari 3%.

9.3.10 Kisaran r_{min} kelengkungan horizontal untuk kecepatan desain tertentu dan e_{max} untuk e_{max} cant tipikal adalah 4%, 6-8% dan ditunjukkan pada Tabel 8.2.

Panjang busur minimum diperlukan untuk menghindari tekuk dek horizontal dan untuk memastikan penampilan yang baik. Namun, panjang ini tidak dianggap sebagai batas minimum absolut dan dapat bervariasi tergantung kondisi lokasi. Misalnya, jalan satu arah memiliki panjang minimal 120-150m, sedangkan jalan pegunungan memiliki panjang minimum lebih kecil.

Pada JRY standar tinggi yang dilengkapi dengan bagian depan tengah, panjang lengkungan di bawah 300 m tampak terlalu pendek.

Orang biasanya diharapkan untuk berbelok ke samping setiap kali jalan berubah arah. Tanpa kelengkungan horizontal, pengendara tidak akan melihat perubahan kecil pada keselarasan dan tidak perlu membungkuk dalam kasus seperti itu. Sudut defleksi maksimum yang diijinkan tanpa tekukan horizontal tercantum pada Tabel 9.3 dan sesuai dengan panjang tekukan minimum. Jangan gunakan rangkaian sudut deklinasi kecil untuk menghindari kelengkungan horizontal.

Tabel 9.3. Sudut defleksi maksimum yang tidak memerlukan pembengkokan horizontal dan panjang pembengkokan minimum.

V _D (Km/Jam)	Sudut defleksi (derajat)		Panjang lengkung horizontal minimum (dari TS ke ST) ¹⁾ (m)
	Jalan 2 lajur	Jalan 4 lajur	
40	1,5	N/A	45
50	1,5	N/A	70
60	1,0	0,50	100
70	1,0	0,50	140
80	1,0	0,50	180
90	1,0	0,50	230
100	1,0	0,50	280
110	0,5	0,25	340
120	0,5	0,25	400

Catatan: ¹⁾ Panjang minimum lengkung horizontal termasuk panjang busur lingkaran dan lengkung transisi melingkar (spiral) TS = Tangent to Spiral, ST= Spiral to Tangent. Dihitung dari $L_c = VR/36$, dimana L_c = panjang lengkung horizontal dan V = kecepatan desain (Km/Jam)

(Sumber:Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)

9.4 Superelevasi

9.4.1 Metode Perolehan superelevasi

Metode elevasi didasarkan pada hubungan lengkung antara elevasi dan deviasi dari tepi jalan yang sama dengan kebalikan dari jari-jari kelengkungan. Metode ini memiliki bentuk parabola asimetris dan menunjukkan distribusi nyata pada rentang kelengkungan. Metode ini menerapkan “kecepatan perjalanan rata-rata” yang lebih rendah dari kecepatan desain untuk mencapai ketinggian yang lebih tinggi dari nilai kurva pusat dalam metode linier. metode ini Diasumsikan bahwa tidak semua konduktor bergerak dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan desain. Tabel 9.4 menunjukkan hubungan antara VD dengan kecepatan rata-rata kendaraan (rata-rata VTravel).

Tabel 9.4. Hubungan VD dengan $V_{\text{Kecepatan tempuh Rata-rata}}$

V_D (Km/Jam)	$V_{\text{Tempuh Rata-rata}}^{1)}$ (Km/Jam)
20	20
30	30
40	40
50	47
60	55
70	63
80	70
90	77
100	85
110	91
120	98

Catatan: ¹⁾ Merujuk pada Metode Distribution Superelevasi dan Keesatan Sampling.

(Sumber: Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)

9.4.2 Nilai Superelevasi

Tarif maksimum yang berlaku adalah 8% untuk jalan antar kota, jalan perkotaan dan JBH (Permen PU No.19/PRT/M/2011).

9.4.3 Nilai Superelevasi Minimum

Pada kecepatan sedang dan rendah, yang terbaik adalah melakukan semua tikungan yang sangat curam dalam garis lurus dengan kemiringan jalan paling tidak normal (3% di daerah dengan curah hujan tinggi). Pada belokan besar, kelas jalan normal (merugikan) harus dihitung pada Tabel 9.5.

Tabel 9.5. Kelandaian Relatif Maksimum

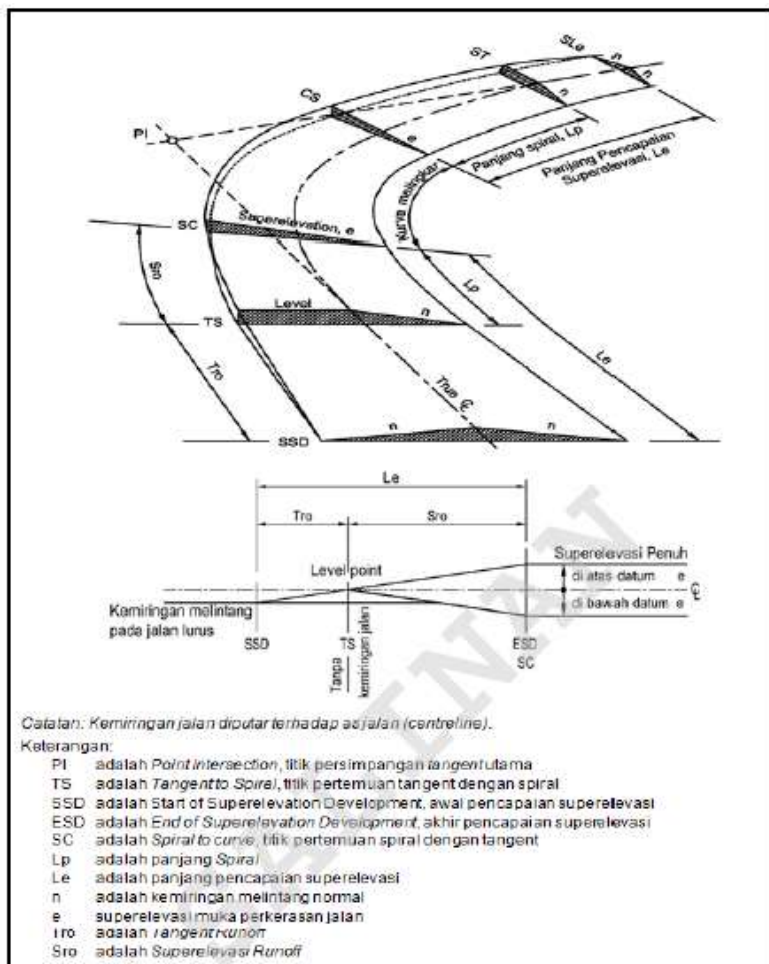
V_D (Km/Jam)	Kelandaian Relatif Maksimum (%)	Kemiringan Relatif Ekvivalen Maksimum
20	0,80	1:125
30	0,75	1:133
40	0,70	1:143
50	0,65	1:154
60	0,60	1:167
70	0,55	1:182
80	0,50	1:200
90	0,47	1:213
100	0,44	1:227
110	0,41	1:244
120	0,38	1:263
130	0,35	1:286

(Sumber: Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)

9.4.4 Pelaksanaan Superelevasi

Pada jalan lurus, trotoar, dan jalur lalu lintas mempunyai penampang normal agar air dapat mengalir. Kemiringan horizontal ini berlaku untuk kedua arah dari pusat jalan antar kota tanpa pusat cadangan. Pada pusat reservasi, setiap jalur biasanya memiliki kemiringan yang berlawanan dengan arah pusat reservasi. Perubahan dari kemiringan diagonal normal ke ketinggian penuh terjadi ketika garis berubah dari arah lurus ke arah melengkung, kecuali jika diterapkan gradien horizontal yang tidak menguntungkan (rotasi horizontal normal), atau kecuali jika radiusnya sangat besar, maka garis tersebut jatuh secara horizontal dengan radius yang lebih kecil.

Sumbu rotasi, titik perubahan horizontalitas jalan membentuk superelevasi, bergantung pada jenis struktur jalan, ruas jalan yang digunakan, medan dan letak jalan. Pada jalan dua arah, kemiringan jalan ditentukan dengan memutar setiap setengah jalan (termasuk tepi jalan) mengelilingi suatu pusat atau sumbu. Lihat Gambar 9.4. Pada jalan yang mediannya sempit (kurang dari 5m), kedua sisi jalan dapat memutar kendaraan ke tengah jalan. Jika mediannya lebar, sumbu rotasi biasanya berada di sepanjang tepi tengah jalan raya (terutama di daerah datar), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.4.



Gambar 9.4. Bentuk tipikal pencapaian superelevasi pada jalan dua lajur

(Sumber: Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)

9.4.5 Panjang Pencapaian Superelevasi

Panjang lereng adalah transformasi kemiringan mendatar jalan dari kemiringan normal badan jalan pada suatu ruas lurus menjadi kemiringan mendatar penuh berbentuk busur. Panjang total yang diperlukan untuk mencapai superelevasi disebut panjang superelevasi (L_s). Panjang ini terdiri dari dua faktor utama, yaitu:

- 1) Panjang aliran sangat dangkal (Sro) adalah panjang garis yang diperlukan untuk mencapai perubahan kemiringan horizontal garis dari datar (disebut kemiringan pada gambar) menjadi gradien penuh.
- 2) Panjang singgung (Abu) adalah panjang ruas garis yang diperlukan untuk mengubah kemiringan jalan dari normal menjadi datar.

9.4.6 Laju Rotasi

Kecepatan perkerasan dibatasi 2,5% per detik waktu tempuh pada kecepatan operasi. Panjang minimum yang diperlukan untuk mencapai superelevasi untuk memenuhi kriteria kecepatan rotasi yang sesuai dapat disimpulkan dari persamaan (9.4) sebagai berikut:

- 1) Kecepatan rotasi 3,5% (0,035) radian/detik cukup untuk RV < 80 km/jam.
- 2) Kecepatan putaran 2,5% (0,025) radian/s cocok untuk VD 80 km/jam

$$L_{rr} = \frac{0,278(e_1-e_2)V}{r} \dots\dots\dots 9.4$$

Informasi:
 Lrr adalah panjang yang dibutuhkan untuk mencapai super tinggi menurut kriteria kecepatan putaran, m
 e1 adalah penurunan horizontal normal (%)
 e2 adalah superelevasi Utuh (%)
 V adalah kecepatan lari (Km/Jam)
 r adalah kecepatan rotasi (%).

Jika peningkatan kecepatan putaran diperlukan untuk menampung limpasan air hujan, maka peningkatan kecepatan putaran dapat dipertimbangkan untuk mengurangi panjang langkah dan mengurangi risiko tergelincirnya kendaraan. Kecepatan 3,5%/s dapat diterima untuk jalan raya dan 4% untuk jalan yang dibangun di daerah pegunungan.

9.4 Kecondongan Relatif

Jika peningkatan kecepatan putaran diperlukan untuk menampung limpasan air hujan, peningkatan kecepatan putaran dapat dipertimbangkan untuk mengurangi panjang langkah dan mengurangi risiko kendaraan tergelincir. Kecepatan 3,5%/s dapat diterima untuk jalan raya dan 4% untuk jalan yang dibangun di daerah pegunungan.

Jika ada beberapa lajur yang harus diubah arahnya, faktor penyesuaian berikut harus diterapkan pada lajur yang akan diubah. Lihat Tabel 9.6.

Tabel 9.6. Kelandaian Relatif Maksimum

V_D (Kms/Jam)	Kelandaian Relatif Maksimum (%)	Kemiringan Relatif Ekuivalen Maksimum
20	0,80	1:125
30	0,75	1:133
40	0,70	1:143
50	0,65	1:154
60	0,60	1:167
70	0,55	1:182
80	0,50	1:200
90	0,47	1:213
100	0,44	1:227
110	0,41	1:244
120	0,38	1:263
130	0,35	1:286

(Sumber:Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)

Tabel 9.7. Faktor Penyesuaian untuk Jumlah Lajur Rotasi

Jumlah Lajur Rotasi n_1	Faktor Penyesuaian b_w^{-1}	Kenaikan panjang relatif terhadap rotasi satu lajur ($n_1 b_w$)
1,0	1,00	1,00
1,5	0,83	1,25
2,0	0,75	1,50
2,5	0,70	1,75
3,0	0,67	2,00
3,5	0,64	2,25

(Sumber:Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)

Satu lajur dirotasi	Dua lajur dirotasi	Tiga lajur dirotasi
 Ruas Normal	 Ruas Normal	 Ruas Normal
 Ruas dirotasi	 Ruas dirotasi	 Ruas dirotasi

Catatan: *) $b_w = (1 + 0.5(n_i - 1)) / n_i$

Gambar 9.5. Faktor penyesuaian jumlah lajur dirotasi
(Sumber:Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)

9.5 Kecondongan Maksimum

Kemiringan maksimum ditentukan untuk variasi kecepatan desain yang berbeda agar kendaraan dapat bergerak terus menerus tanpa perlambatan yang berarti. Maksimumnya didasarkan pada kecepatan di mana truk bermuatan penuh dapat melambat hingga tidak lebih dari setengah kecepatan aslinya tanpa harus menurunkan gigi. Kemiringan maksimum kecepatan desain yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 9.8 sebagai berikut.

Tabel 9.8. Persyaratan Kelandaian Maksimum

VR (km/jam)	120	100	10	80	60	50	40	< 40
Kelandaian Maksimum (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

(Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

Dapat diselesaikan dengan persamaan 9.5 sebagai berikut.

$$g_n = \frac{PPV_n - ppv(n-n)}{STA\ PPV_N - STA\ PPV(N-1)} \dots\dots\dots 9.5$$

kererangan :

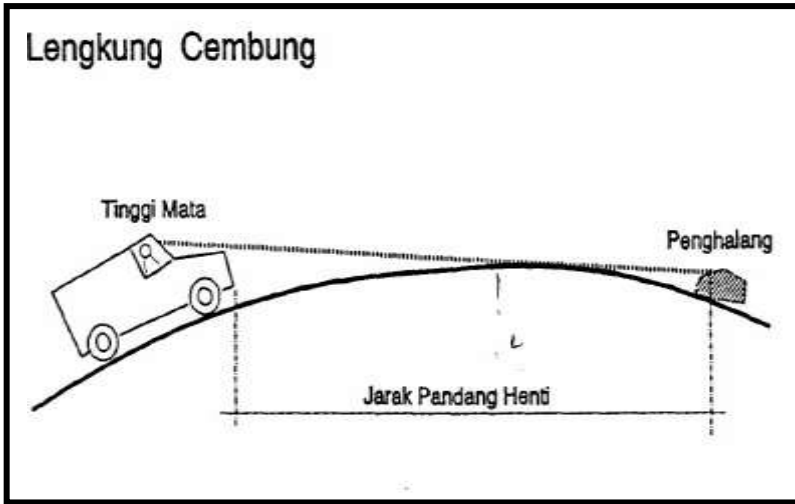
g_n adalah Kelandaian *Tangen*

PPV adalah Titik pertemuan kedua garis *Tangen*

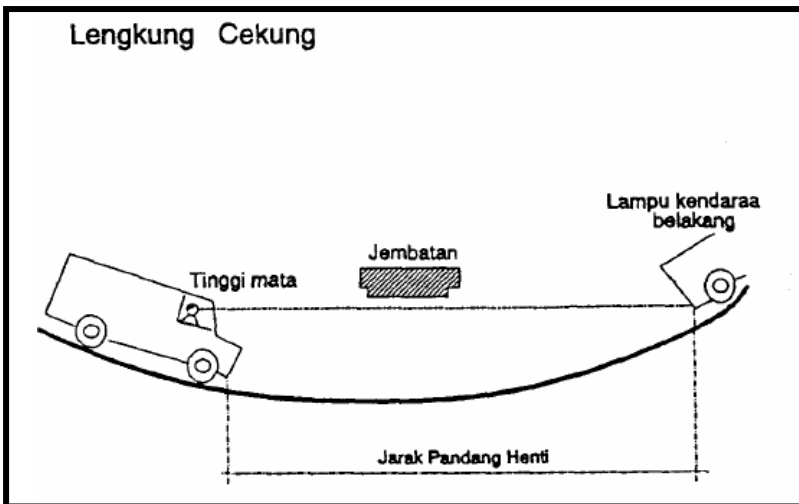
9.5.1 Panajang belok Vertikal

Lengkungan vertikal harus dipasang di tempat dengan kemiringan yang bervariasi untuk mengurangi guncangan yang disebabkan oleh perubahan gradien dan untuk memastikan jarak pandang yang terbatas. Kurva vertikal diberikan sebagai parabola sederhana yang dimensinya ditentukan oleh panjangnya. Penting saat membuat kurva vertikal untuk menghindari garis pendek antara dua busur vertikal yang memiliki kurva searah. Kurva vertikal dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

- 1. Kurva cembung vertikal adalah kurva yang titik potongnya berada di atas permukaan jalan. Kurva membujur yang cembung dapat dilihat pada Gambar 9.6 sebagai berikut.
- 2. Kurva vertikal cekung adalah kurva yang perpotongan dua garis singgungnya terletak di bawah permukaan jalan. Kurva membujur yang cekung dapat dilihat pada Gambar 9.7 sebagai berikut.



Gambar 9.6. Lengkung Vertikal Cembung
(Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)



Gambar 9.7. Lengkung Vertikal Cekung
(Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

Panjang busur vertikal dapat dihitung menggunakan persamaan 8.6 sebagai berikut.

$$L_v = D \times \frac{\Delta^2}{389} \dots\dots\dots 9.6$$

- Informasi :
- Lv adalah panjang busur vertikal (m)
 - D adalah jarak pandang berhenti (m)
 - Δ adalah deviasi kemiringan (%)

Tabel 9.9. Panjang Minimum belokan Vertikal

Kecepatan Rencana (km/jam)	Perbedaan Kelandaian Memanjang (%)	Panjang Lengkung (m)
< 40	1	20 – 30
40 – 60	0,6	40 – 80
> 60	0,4	80 – 150

(Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standard Nasional (BSN), 2004: Geometri Jalan Perkotaan. RSNI T-14-2004. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Pedoman Desain Geometrik Jalan, 2021.
- Lawalata, G.M., Faisal R., Ida R.S., Vera G., S. Amelia, Harlan P, Parbowo, 2019. *Kendaraan Desain untuk Perancangan Geometrik Jalan di Indonesia*. Jurnal Jalan-Jembatan, Volume 36 No. 2 Juli-Desember 2019: 117-131. Bandung
- Lawalata, G.M., Faisal R. 2020. *Kendaraan Desain dan Radius Putar untuk Desain Geometrik Jalan di Indonesia*. Jurnal Jalan-Jembatan, Volume 37 No. 1 Januari-Juni 2020: 46-60. Bandung.
- Lawrence, C., R. Byard, and P. Beaven. 1993. *Terrain Evaluation Manual*. TRL State Of The.
- Sukirman, 1994, Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Penerbit Nova Bandung.

BAB 10

STANDAR DESAIN GEOMETRIC SIMPANG SEBIDANG

Oleh Sahriyal

10.1 Umum

Kendala dalam kelancaran arus lalu lintas di jaringan jalan perkotaan seringkali disebabkan oleh kurangnya tingkat pelayanan di persimpangan. Membangun setiap persimpangan menjadi sebidang bukanlah pilihan yang ekonomis, mengingat faktor-faktor seperti keadaan fisik, lahan, biaya konstruksi, dan dampak lingkungan juga harus dipertimbangkan dalam perencanaannya. Keselamatan dan efisiensi dalam penggunaan persimpangan sangat tergantung pada karakteristik geometris persimpangan dan metode pengaturan lalu lintasnya. Hal ini mencakup faktor seperti sudut persimpangan, kemiringan jalan, penggunaan lahan di sekitar persimpangan, penggunaan lampu lalu lintas, pengaturan aliran lalu lintas, lokasi halte bis, penataan parkir, dan lain sebagainya. Dengan memperbaiki aspek geometris persimpangan dan menerapkan pengaturan lalu lintas yang efisien, kita berharap dapat mengurangi potensi kecelakaan dan menjaga kelancaran aliran kendaraan.

10.2 Pengertian

Menurut Morlok dalam tahun 1991, sebuah persimpangan adalah titik di mana dua atau lebih jalan atau segmen jalan bertemu, bergabung, saling potong, atau berpotongan. Sementara itu, persimpangan sebidang adalah lokasi di mana lengan atau segmen jalan bertemu dalam satu bidang datar.

10.3 Tipe Persimpangan Sebidang

Terdapat 3 tipe persimpangan sebidang, yaitu:

- 1) Persimpangan tanpa kanalisasi dan tanpa pelebaran (*Unchannelized and unflared*) adalah jenis persimpangan di

mana lengan jalan tidak mengalami pelebaran dan tidak ada struktur kanal yang ditetapkan. Dalam jenis persimpangan ini, pengaturan lalu lintas dilakukan melalui penggunaan lampu lalu lintas atau rambu lalu lintas.

- 2) Persimpangan tanpa kanalisasi yang diperlebar (*Unchannelized and flared*) merujuk kepada persimpangan di mana lengan jalan memiliki pelebaran agar kendaraan dapat berbelok tanpa mengganggu aliran lalu lintas yang terus berlanjut, tanpa adanya sistem kanalisasi yang diimplementasikan.
- 3) Persimpangan yang menggunakan kanalisasi dengan pelebaran (*Channelized*) adalah persimpangan di mana kendaraan yang hendak berbelok dipisahkan dengan menggunakan penanda, pulau tengah, atau bangunan pengaman yang berfungsi sebagai alat untuk mengatur arah lalu lintas.

10.4 Ketentuan Perencanaan Geometrik Simpang Sebidang

10.4.1 Ketentuan Umum

Sehubungan dengan Persimpangan sebidang, ada empat syarat umum yang harus dipenuhi:

1. Memperhatikan keselamatan, kelancaran, efisiensi, ekonomi, dan kenyamanan sebagai faktor utama.
2. Mempertimbangkan jenis kendaraan yang akan digunakan dalam perencanaan agar lebih efisien.
3. Menyokong hierarki fungsi dan tingkatan jalan dalam jaringan jalan dengan keseragaman.
4. Memperhitungkan pandangan bebas bagi pengguna jalan, sistem drainase, dan kebutuhan orang dengan disabilitas.

10.4.2 Ketentuan Teknis

Adapun 7 Ketentuan Teknis Persimpangan sebidang yakni :

1. Bentuk Persimpangan

- a. Saran mengenai tipe persimpangan sebidang melibatkan simpangan tiga dan simpangan empat.
- b. Semua persimpangan sebidang harus menjamin

pertemuan lengan dengan lengan berada pada sudut 90 derajat satu sama lain, dengan toleransi sudut hingga $\pm 20^\circ$.

- c. Ketika menghadapi kondisi medan sulit seperti topografi yang rumit atau lahan yang terbatas, menciptakan persimpangan yang memiliki sudut yang tidak saling tegak lurus dapat menjadi sebuah tantangan. Oleh karena itu, persimpangan bisa mengambil bentuk yang tidak saling tegak lurus, seperti simpang tiga non-tegak, simpang empat non-tegak, simpang tiga ganda, dan simpang lima.
- d. Sudut terkecil di dalam persimpangan harus lebih besar dari 65 derajat.
- e. Untuk persimpangan tiga ganda (senjang), perencanaan harus memenuhi sejumlah parameter tertentu.
 - 1) Jarak antara segmen jalan dalam persimpangan harus tidak lebih dari 40 meter.
 - 2) Jalur lurus melayani lintasan lalu lintas utama.

2. Daerah Persimpangan

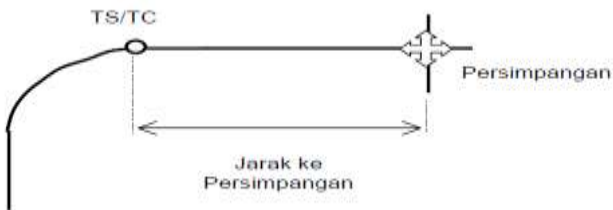
- a. Persimpangan harus memiliki tingkat penglihatan yang memadai ke depan dan ke samping, sesuai dengan jarak pandang masuk dan jarak pandang yang diperlukan untuk memastikan keselamatan.
 - 1) Jarak pandang masuk diperlukan ketika kendaraan dari jalan kecil memasuki jalan utama, dengan anggapan bahwa kendaraan di jalan utama akan tetap menjaga kecepatannya.
 - 2) Jarak pandang keselamatan di persimpangan disediakan untuk memastikan bahwa kendaraan memiliki cukup ruang untuk berhenti sebelum mencapai persimpangan.
 - 3) Gradien alinemen vertikal diusahakan untuk tetap sejajar atau mendatar seminimal mungkin.

Tabel 10.1. Jarak Pandang pada Persimpangan.

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jarak Pandang	
	Masuk (meter)	Aman (meter)
40	100	60
50	125	80
60	160	105
70	220	130
80	305	165

Sumber : MKJI (1997)

- b. Kelandaian relatif di belokan persimpangan harus tetap di bawah 2%, yang bertujuan untuk mengelola aliran air permukaan.
- c. Penting untuk menghindari memiliki persimpangan di daerah tikungan, dengan jarak minimum yang melebihi jarak pandang berhenti, dimulai dari titik peralihan antara lintasan lurus dan tikungan (TC/TS) hingga mencapai wilayah persimpangan, seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 10.1.

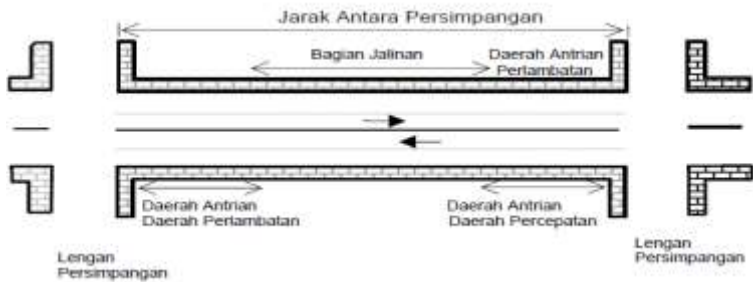


Gambar 10.1. Jarak Persimpangan dengan Tikungan

Sumber : MKJI (1997)

- d. Di persimpangan atau potongan melintang jalan terbagi menjadi tiga bagian: Bagian yang digunakan untuk Manfaat Jalan (RAMAJA), Bagian yang merupakan Milik Jalan (RUMIJA), dan Bagian yang digunakan untuk Pengawasan Jalan (RUWASJA).

- e. Jarak antara persimpangan harus sesuai dengan prinsip yang mengusahakan agar jarak minimum melebihi jumlah dari komponen-komponen berikut:
- 1) Panjang area persimpangan.
 - 2) Estimasi panjang antrian yang terbentuk selama satu siklus berhenti.
 - 3) Panjang area perlahan.



Gambar 10.2. Jarak Antar Persimpangan
Sumber : MKJI (1997)

- f. Panjang area persimpangan ditetapkan berdasarkan estimasi panjang antrian kendaraan yang dapat terjadi, dengan estimasi ini dapat dihitung menggunakan MKJI.

3. Lajur

- a. Lajur adalah bagian dari jalan yang memiliki lebar yang cukup untuk satu kendaraan bermotor berukuran sedang, kecuali sepeda motor.
- 1) Lebar lajur ditentukan oleh kecepatan yang direncanakan dan jenis kendaraan yang diantisipasi.
 - 2) iTerutama ketika melakukan manuver berbelok.
 - 3) Kebutuhan lebar lajur belokan ditentukan dengan merujuk pada panduan dari MKJI.
- b. Idealnya, harus ada lajur belok kanan di setiap persimpangan, kecuali dalam situasi-situasi berikut::
- 1) Larangan untuk berbelok kanan berlaku dalam kondisi berikut:

- 2) Kelas jalan II, III, dan IV, asalkan kapasitasnya masih mencukupi.
 - 3) Pada jalan dua jalur dengan kecepatan rencana ≤ 40 km/jam.
 - 4) Ketika volume rencana ≤ 200 kendaraan per jam, atau jika persentase kendaraan yang berbelok kanan kurang dari 20% dari total volume yang masuk di lengan yang bersangkutan.
- c. Anda dapat merombak kalimat-kalimat tersebut seperti berikut:
 - d. "Lebar lajur ekstra didefinisikan dalam kisaran antara 2,27 hingga 3,50 meter."
 - e. Pada persimpangan dengan aliran lalu lintas yang berkelanjutan, lintasan masuk dan lintasan keluar harus sejajar dalam garis lurus.
 - f. Jumlah lajur di persimpangan mengikuti panduan MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia)."
 - g. Bila perlu, penyesuaian posisi poros lajur tambahan harus disesuaikan dengan lengkungan atau taper yang sesuai.
 - h. Panjang lajur untuk belok ke kiri dapat diestimasi dengan metode yang serupa dengan ketika menentukan lajur untuk belok ke kanan.

4. Kanal

- a. Kanal mengacu pada jalur yang secara eksklusif digunakan untuk melakukan belok kiri.
- b. Lajur khusus untuk belok kiri harus memiliki pulau lalu lintas sebagai persyaratan yang harus dipenuhi.
- c. Lebar kanal belok kiri ditentukan berdasarkan pergerakan rencana kendaraan yang akan melakukan belok."
- d. Pulau lalu lintas harus memiliki jarak yang terpisah dari lajur lalu lintas, dengan zona kosong setebal 50 cm di sisi kiri dan kanan, dan zona kosong tambahan untuk menyesuaikan sudut atau hidung pulau dengan kanal dan pulau lalu lintas.

5. Pulau Lalu Lintas

- a. Pulau lalu lintas mempunyai fungsi :
 - 1) Merencanakan aliran kendaraan
 - 2) Meningkatkan kelancaran perjalanan
 - 3) Dapat digunakan sebagai perlindungan bagi pejalan kaki yang melakukan penyeberangan jalan.
- b. Area di tengah lalu lintas pulau dapat digunakan untuk menempatkan berbagai fasilitas jalan seperti:
 - 1) Tanda-tanda peraturan lalu lintas
 - 2) Tiap lampu pencahayaan
 - 3) Desain lingkunganDengan catatan tidak menghambat visibilitas pengemudi jalan.

Tabel 10.2. Dimensi Minimum Pulau Lalu Lintas

Type	Elemen	Panjang (Meter)
A (Hanya Pemisah Lalu Lintas)	Wa	1.0
	La	3.0
	Ra	0.5
B (Untuk Pemisah Lalu Lintas dan Pejalan Kaki)	Wb	1.5
	Lb	$Wp + 1.0$
	Rb	0.5
	Luas Daerah	5.0 mm
C (Penempatan Fasilitas Pada Pulau)	Wc	$D + 1.0$
	Lc	5.0
D (Pemisah Tanpa Taper)	Wd	1.0

Sumber : MKJI (1997)

Catatan :

D = Lebar Bagian dari fasilitas jalan

Wp = Lebar Jalur penyeberangan jalan

- 4) Pulau-pulau tersebut, jika melebihi 7 m² dalam luas, perlu ditinggikan dan dibatasi dengan kerb.
- 5) Batas kerb ini terbentuk dari kombinasi garis lurus dan garis lengkung.

- 6) Area yang mendekati persimpangan harus memiliki separator untuk mengalihkan kendaraan yang belok ke kanan.
- 7) vii. Area puncak pulau lalu lintas yang ditinggikan oleh tepian jalan harus memiliki lekukan bundar, dengan radius 1 meter untuk lalu lintas yang datang dan 0,50 meter untuk lalu lintas yang pergi.
- 8) Ruang kosong yang muncul karena pergeseran dari pulau lalu lintas harus diberi tanda dengan chevron yang sesuai dengan arah pergerakan lalu lintas.

6. Lintas Belok Pada Persimpangan

Penentuan lintasan belok di persimpangan dilakukan berdasarkan jenis kendaraan yang diantisipasi dan diuraikan dalam Tabel 9.3 sesuai dengan konfigurasi lalu lintas dan tingkat jalan.

Tabel 10.3. Lintas Belok di Persimpangan

Pengaturan L.L	Bagian		Kelas Jalan			
			I	II	III	IV
Stop Kontrol	Masuk		S4	T3	T2	T1
	Keluar	Jalan Utama	S4	T3	T2	T1
		Jalan Minor		T3	T2	T1
Signal Kontrol	Masuk			T3	T2	T1
	Keluar			T2	T2	T1

Sumber : MKJI (1997)

Keterangan :

- S = Truk Semi Trailer
- T = Truk
- Angka 1 – 4 merupakan notasi gerakan membelok
 - a. = Semua bagian dari jalan digunakan secara penuh.
 - b. = Pada sisi kiri jalur digunakan, sedangkan jalur sebelahnya tidak aktif.
 - c. = Jalur tikungan atau jalur terluar dan terdalam.

- d. Jalur sebelah kanan dan kiri digunakan, sedangkan jalur seberangnya tidak digunakan.
- e. = Jalur belok atau jalur ekstrem kanan/kiri yang digunakan.

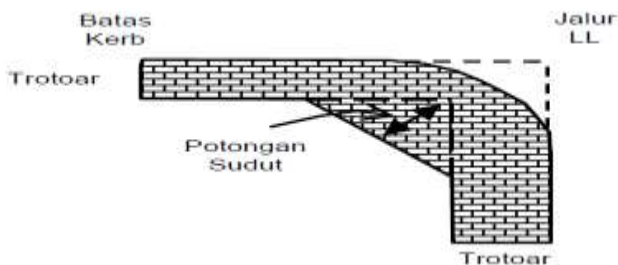
7. Pemotongan Sudut Pulau Lalu Lintas

Diperlukan penyusunan ulang sudut persimpangan (seperti yang terlihat di Gambar 9.3) untuk memastikan keselamatan dan kelancaran kendaraan saat berbelok, serta untuk pejalan kaki dan sepeda. Informasi mengenai panjang potongan sudut dapat ditemukan dalam Tabel 10.4.

Tabel 10.4. Potongan Sudut

Kelas	Kelas I (Meter)	Kelas II (Meter)	Kelas III (Meter)	Kelas IV (Meter)
I	12	10	5	3
II		10	5	3
III			5	3
IV				3

Sumber : MKJI.(1997)



Gambar 10.3. Potongan Sudut

Sumber : MKJI (1997)

10.5 Teknis Pengerjaan

Adapun tahapan pengerjaan persimpangan sebidang yakni :

1. Identifikasi Lokasi

Proses identifikasi mencakup menetapkan skala pekerjaan.

- a) Titik persilangan yang baru

b) Meningkatkan simpang jalan

2. Lingkup Pekerjaan

Proses perencanaan geometri persimpangan sebidang terdiri dari lima langkah yang perlu dijalani secara berurutan, yakni:

- a. Langkah-langkah dalam perencanaan geometri persimpangan sebidang melibatkan pengumpulan data awal,
- b. penentuan lokasi persimpangan,
- c. menetapkan kriteria perencanaan,
- d. merencanakan geometri, dan
- e. menghasilkan gambar rencana rinci.

3. Pengumpulan Data Dasar

Informasi awal yang harus disiapkan untuk perencanaan geometri persimpangan sebidang meliputi:

- a. Peta topografi yang memiliki kontur dengan skala 1:100.
- b. Peta trase jalan dengan skala 1:100.
- c. Peta tata guna lahan di sekitar persimpangan yang memberikan informasi tentang penggunaan lahan yang ada dan tujuannya.
- d. Peta jaringan jalan yang telah ada.
- e. Informasi mengenai volume lalu lintas untuk setiap arah perjalanan.
- f. Peta jaringan drainase jalan.
- g. Data mengenai hidrologi.

4. Identifikasi Lokasi Persimpangan

Gunakan data ini sebagai dasar untuk menentukan langkah-langkah berikutnya pada butir 3.

- a. Kategori dan peran jalan
- b. Poin di mana jalur jalan utama dan jalan kecil bertemu dalam bentuk koordinat
- c. Pengenalan tempat pertemuan jalur (persimpangan) berdasarkan tujuan penggunaan lahan,
- d. Karakteristik tanah, geologi, dan faktor lain yang dianggap relevan dalam pertimbangan.

5. Kriteria Perencanaan

a. Parameter Dasar

- 1) Jumlah kendaraan yang berlalu lintas.
- 2) Jenis kendaraan yang diantisipasi.
- 3) Kecepatan yang direncanakan.

b. Pertimbangan Dasar

Pertimbangan awal merujuk pada prinsip-prinsip umum.

6. Perencanaan Geometric

a. Analisa Kinerja Jalan

Penilaian kinerja dan pengaturan lalu lintas di persimpangan, sesuai dengan panduan MKJI, melibatkan evaluasi terhadap parameter-parameter berikut:

- 1) Jenis pengaturan (sinyal atau non-sinyal)
- 2) Kemampuan tampung
- 3) Jumlah kendaraan yang melintas
- 4) Tingkat kepadatan
- 5) Kelambatan
- 6) Tahap, durasi siklus, dan pembagian waktu siklus.

b. Rencana Geometrik Persimpangan

Setelah menetapkan parameter dasar, langkah berikutnya adalah menentukan ukuran elemen geometris persimpangan sesuai dengan pedoman teknis yang berlaku.

c. Gambar Teknik

Setelah menetapkan ukuran elemen geometris persimpangan, langkah berikutnya adalah menghasilkan gambar teknis dengan skala 1:500.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. *A Policy On Geometric Design of Higways And Streets*. 2001.
- Badan Standar Disain Nasional. 2004. Rancangan Standar Nasional Indonesia No. RSNI T-14 Tahun 2004 *Tentang Geometrik Jalan Perkotaan*. Jakarta.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pt T-02-2022-B *Tentang Tata Cara Perencanaan Geometrik Persimpangan Sebidang*. Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2023. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga dan Direktorat Pembinaan Jalan Kota. 1992. No.01/T/BNKT/1992 *Tentang Tata Cara Perencanaan Persimpangan Jalan Kota*. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia, Dasar Dasar Perencanaan Geometrik Ruas Jalan, 3rd ed. Jakarta
- Morlok, Edward. 1991. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta. Erlangga
- Undang-Undang RI No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

BIODATA PENULIS



Andi Ibrahim Yunus, S.T., M.T.
Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Fajar

Penulis aktif mengajar sejak Tahun 2010. Penulis lahir di Kota “Daeng” Makassar. Penulis berasal dari Suku “Ogi” Bugis. Penulis menetap di Kabupaten “Rewako” Gowa, Sulawesi Selatan. Penulis menikah dengan Andi Sempa, S.Pd. dan dikaruniai 2 (dua) orang putra, bernama Andi Azman Awwadi dan Andi Afiq Azha.

Penulis memperoleh Piagam Penghargaan sebagai Dosen Tetap Yayasan dengan Masa Pengabdian 10 Tahun dari LLDIKTI9 Tahun 2022. Penulis memperoleh Sertifikat Pendidik dari Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Tahun 2018. Penulis telah mengikuti PEKERTI (Penataran/Pelatihan Pengembangan Keterampilan Dasar Teknik Instruksional) yang dilaksanakan oleh LLDIKTI (Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi) Wilayah IX Sulawesi Tahun 2018.

Penulis terlibat dalam Program MBKM (Merdeka Belajar Kampus Merdeka) yang dilaksanakan oleh Kemendibudristek (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi) Republik Indonesia.

Penulis memperoleh Sertifikat Keahlian - Ahli Madya dari LPJK (Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi). Penulis memperoleh Sertifikat Kompetensi Bidang Jasa Konstruksi - Ahli Madya dari BNSP (Badan Nasional Sertifikasi Profesi) Tahun 2022.

Penulis menjadi AKTK (Asessor Kompetensi Tenaga Kerja) pada bidang Asesmen/ Uji Kompetensi dengan memperoleh Sertifikat Kompetensi dari BNSP (Badan Nasional Sertifikasi Profesi) Tahun 2022. Penulis menjadi Asessor pada Program RPL (Rekognisi Pembelajaran Lampau) yang dilaksanakan oleh Kemendibudristek (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Teknologi) Republik Indonesia. Tahun 2023. Penulis menjadi Instruktur SMK (Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi) dengan memperoleh Sertifikat Kompetensi dari BNSP (Badan Nasional Sertifikasi Profesi) Tahun 2023.

Penulis menyelesaikan Studi S2 - Magister Teknik (M.T.) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (Unhas) Tahun 2007 Konsentrasi Perancangan Teknik Prasarana.

Penulis telah menulis beberapa Buku Kolaborasi (ISBN dan HAKI), diantaranya berjudul: Alat Pengangkat Bahan (Material Handling) (sub bab: Stabilitas Crane), Aplikasi Pembelajaran Digital (sub bab: Penulisan dan Publikasi Artikel Ilmiah), Ilmu Ukur Tanah (sub bab: Konsep Ukur Tanah), Konsep Dasar Kepemimpinan Manajemen Sumber Daya Manusia (sub bab: Manajemen Kepemimpinan Sumber Daya Manusia), Manajemen Bisnis (sub bab: Fungsi Manajemen), Manajemen Destinasi Wisata (Sub bab: Manajemen Sistem Transportasi Pariwisata), Manajemen Digital Bisnis (Sub bab: Digital Entrepreneurship), Manajemen Operasional (sub bab: Manajemen Proyek), Metodologi Riset Bidang Sistem Informasi dan Komputer (sub bab: Kuesioner dan Dokumen Sebagai Metode Pengambilan Data). Manajemen Sumber Daya Manusia (Teori) (sub bab: Manajemen Strategik Sumber Daya Manusia), Manajemen Transportasi (sub bab: Moda Transportasi), Mekanika Teknik II (sub bab: Definisi dan Aplikasi), Pengelolaan Sampah Organik dan Anorganik (sub bab: Konsep Pengelolaan Sampah), Perancangan Sistem Informasi (Sub bab: Manajemen Resiko), Rambu Lalu Lintas (sub bab: Rekayasa Lalu Lintas), dan Sistem Informasi (sub bab: Manajemen Proyek).

BIODATA PENULIS



Ir. Fathur Rahman Rustan, S.T., M.T., IPM.

Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Sembilanbelas November Kolaka

Penulis lahir di Kendari dan merupakan dosen tetap di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sembilanbelas November Kolaka. Penulis tercatat sebagai lulusan Sarjana Teknik (S.T.) bidang Teknik Sipil Universitas Halu Oleo (2009), Magister Teknik (M.T.) bidang Manajemen Rekayasa dan Sumber Air FTSP ITS Surabaya (2013), dan tahun 2020 mengambil Pendidikan Profesi Insinyur (Ir.) Universitas Hasanuddin Makassar. Penulis telah menghasilkan beberapa artikel penelitian dan menghasilkan beberapa Book Chapter serta telah memiliki hak kekayaan intelektual berupa hak cipta.

BIODATA PENULIS



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

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

Penulis lahir di Jember tanggal 22 Juli 1988. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Jalan Dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Sipil dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Sipil bidang studi Manajemen Rekayasa Transportasi.

BIODATA PENULIS



Fatmawaty Rachim, ST.,MT

Ka.Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar

Fatmawaty Rachim, ST.,MT lahir di Kota Ujung Pandang Sulawesi Selatan pada tanggal 19 November 1979. Ia melanjutkan studi pada tahun 1998 di Universitas Hasanuddin (Unhas Makassar) dan meraih gelar Sarjana Teknik (S.T) pada tahun 2002. Kemudian tahun 2007 diangkat sebagai dosen Universitas Pepabri Makassar dan ditempatkan di Program Studi Teknik Arsitektur Fakultas Teknik. Tahun 2009, melanjutkan studi di Universitas Hasanuddin (Unhas) dengan beasiswa BPPDN dan telah mendapat gelar Magister Teknik (M.T) pada Program Studi Teknik Sipil di tahun 2011. Tahun 2017, bergabung ke Universitas Fajar dan di tahun 2019-sekarang dipercaya sebagai Ka.Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar. Serta melakukan berbagai kegiatan baik sebagai Peneliti Mandiri/TIM bidang Rekayasa Infrastruktur dan Teknologi Lingkungan Pertambangan, Peserta/Pemateri Seminar Nasional maupun Internasional bidang Rekayasa Infrastruktur dan Teknologi Lingkungan Pertambangan maupun sebagai Moderator. Email: fatmawatyrachim2@gmail.com HP/wa: 08124179262.

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. Anugrah Yasin, ST. M.Si

Dosen Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan (MRIL)
Universitas Fajar Makassar.

Adalah anak dari Almarhum H.Muhammad Yasin Hasan (Alm) dan Hj. Ratna Hafid Penulis Lahir: Parepare, 24 Agustus 1975. Penulis menikah pada tahun 2006 dengan dr. Hj. Hartina Harun, M.Kes, Sp.S yang bertugas pada Poli Saraf Rumah Sakit Pelamonia Makassar dan dikarunia 2 orang 1 putra dan 1 putri yakni : Achmad Hardanu Pasha Fakultas Kedokteran IPB University dan Humairah Azzahra Anugrah Kls XI SMA Negeri 5 Parepare Pangkat / Golongan Penata Tk I / IIId Nip 197508242009021004 NIDN : 0024087504 Jabatan Fungsional Lektor Penulis adalah dosen DPK LLDIKTI Wilayah IX Makassar. Menyelesaikan S1 pada Universitas 45 Makassar 2002 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil dan melanjutkan Program Pascasarjana S2 pada Universitas Hasanuddin Makassar pada Fakultas Administrasi Pembangunan Jurusan Pemerintahan Daerah setelah itu melanjutkan kembali S3 Pada Universitas Brawijaya Malang Pada Fakultas Ilmu Lingkungan tahun 2019 dan memperoleh gelar Insinyur (Ir) tahun 2019 pada Universitas Hasanuddin Makassar .CPNS Pemerintah Kota Parepare Provinsi Sulawesi Selatan pada Kantor Inspektorat Kota Parepare sebagai auditor. Tahun 2009. PNS Pemerintah Kota Parepare Tahun 2010 pada Kantor Inspektorat Kota Parepare sebagai Auditor.Promosi ke Eselon IVb sebagai Sekertaris Lurah Kampung Pisang Kota Parepare tahun 2010. Lurah Kampung Pisang Kota

Parepare tahun 2011 – 2013. Promosi Jabatan Eselon IVa sebagai Kasubag Pembinaan Pemerintahan pada Sekretariat Daerah Kota Parepare tahun 2013. Kasi Rehabilitasi dan Rekonstruksi Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Parepare tahun 2014 – 2016 Eselon IVa. Kasi Kajian Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kota Parepare tahun 2017. Kepala UPT Hutan Jompie pada Dinas Lingkungan Hidup Kota Parepare tahun 2017. Mutasi (Pindah) ke Provinsi Sulawesi Selatan di tempatkan Pada Kantor Dinas Pendidikan Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2018 – 2020. Sebagai staf Subag Kepegawaian, Umum, dan Mutasi Pada Kantor Dinas PUTR Provinsi Sulawesi Selatan sebagai staf Bina Marga tahun 2021- 2022. Beralih sebagai Dosen LLDIKTI Wilayah IX Makassar ditempatkan pada Universitas Fajar Makassar 01 April 2022 sampai Sekarang. SINTA ID ; 6821738 : SCOPUS ID : 57226653876 email : anugrahyasin@unifa.ac.id. No Hp / wa : 081355131023

BIODATA PENULIS



Farhan Sholahudin, S.ST., M.T.

Dosen - Program Studi S1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Penulis lahir di Tegal, tanggal 22 Februari 1995. Penulis adalah Dosen PNS pada Program Studi S-1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Menyelesaikan pendidikan D4 di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal mengambil jurusan Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan pada Tahun 2016. Kemudian penulis melanjutkan studi S2 di Universitas Islam Sultan Agung Semarang pada Jurusan Magister Teknik Sipil (Rekayasa Transportasi) yang lulus pada Tahun 2019.

Penulis menekuni bidang Transportasi dan *Road Safety*. Penulis memiliki sertifikat kompetensi di bidang transportasi, salah satunya di bidang analisis dampak lalu lintas dan bergabung dengan organisasi profesi IKALINDO (Ikatan Andalalin Indonesia). Selain itu, penulis juga merupakan Dewan Pengurus Pusat IKATRANSJAYA (Ikatan Alumni Transportasi Jalan Raya) di bidang Pengabdian Kepada Masyarakat.

Mata Kuliah yang diampu adalah Rekayasa Lalu Lintas dan Desain Geometrik Jalan. Penulis telah memiliki beberapa publikasi artikel penelitian dan pengabdian pada jurnal nasional terakreditasi dan ber ISSN.

BIODATA PENULIS



Hamka., ST., MT

Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas
Muhammadiyah Parepare

Penulis lahir di Kota Parepare Sulawesi Selatan tanggal 13 Juni 1974. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare. Menyelesaikan Pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Muslim Indonesia tahun 2000, Menyelesaikan Pendidikan Magister Teknik Sipil Transportasi Universitas Hasanuddin tahun 2010. Penulis menekuni bidang transportasi pada Program Studi Teknik Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare.

BIODATA PENULIS



Ir. Muhammad Abi Berkah Nadi, S.T., M.T., IPM.

Dosen Teknik Sipil

Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan

Institut Teknologi Sumatera

Penulis lahir di Bandar Lampung tanggal 22 Maret 1992. Penulis adalah dosen ASN pada Jurusan Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Sipil lalu melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Sipil dan mengambil Profesi bidang Insinyur (Ir). Penulis menekuni bidang riset penelitian, kajian pada bidang manajemen dan transportasi, mendalami modeling dan menulis beberapa opini, buku dan artikel. Pada bidang keilmuan yang didalami berbagai bidang di Teknik Sipil.

BIODATA PENULIS



Okma Yendri,ST.,MT.

Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Musi Rawas

Penulis lahir di Lubuklinggau pada tanggal 22 Oktober 1970. Penulis merupakan dosen tetap program penelitian Teknik Sipil pada fakultas teknik Universitas Musi Rawas. Sarjana teknik sipil khusus, magister teknik sipil khusus. Penulis menekuni bidang teknik.

Penulis Menjadi Ketua Program Studi Teknik Sipil Dekan Fakultas Teknik Masa Jabatan 2010-2013; PD.1 Dekan Fakultas Teknik Masa Jabatan 2013-2017; Dekan Fakultas Teknik Masa Jabatan 2017-2021;Dekan Fakultas Teknik Masa Jabatan 2021-2025 pada Universitas Musi Rawas.

BIODATA PENULIS



Sahriyal, S.T., M.T

Dosen Program Studi S.1 Teknik Sipil
Institut Teknologi dan Bisnis Indragiri

Penulis lahir di Bongkal Malang Pada Tanggal 9 Agustus 1987. Penulis menyelesaikan Pendidikan Strata I di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas Padang Pada Tahun 2010 dan Lulus di Program Studi Strata II Pasca Sarjana Universitas Andalas Padang Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Pada Tahun 2017. Saat ini penulis berstatus sebagai dosen tetap di Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi dan Bisnis Indragiri.