

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Klasifikasi Jalan

Menurut MDPJ Bina Marga (2021), klasifikasi jalan dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok berdasarkan pada peruntukan, sistem jaringan jalan, status jalan, fungsi jalan, kelas jalan, dan medan jalan. Klasifikasi jalan tersebut telah diatur dalam PP No. 34 tahun 2006 tentang jalan dan UU No. 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan.

2.1.1 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Peruntukan Jalan

Klasifikasi jalan berdasarkan peruntukan jalan, jalan diperuntukan sebagai berikut :

1. Jalan Umum

Jalan Umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, termasuk JBH dan jalan tol, yang dikelola oleh pemerintah.

2. Jalan Khusus

Jalan Khusus adalah jalan yang tidak diperuntukkan untuk lalu lintas umum, hanya diperuntukkan bagi kepentingan atau dimanfaatkan langsung kepada perorang, kelompok Masyarakat tertentu, badan usaha atau instansi tertentu. Kepemilikan jalan khusus dapat dimiliki oleh perorangan, kelompok Masyarakat tertentu, badan usaha, dan instansi tertentu termasuk instansi pemerintah.

2.1.2 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Status Jalan

Klasifikasi jalan umum menurut statusnya dikelompokkan menjadi :

1. Jalan Nasional

Jalan Nasional adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah pusat.

2. Jalan Provinsi

Jalan Provinsi adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah provinsi.

3. Jalan Kabupaten

Jalan Kabupaten adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kabupaten.

4. Jalan Kota

Jalan kota adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kota dan berada dalam jaringan jalan di dalam kota.

5. Jalan Desa

Jalan Desa adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kabupaten, terdiri dari jalan lingkungan primer dan jalan local primer yang tidak termasuk jalan kabupaten, berada di dalam Kawasan pedesaan, dan menghubungkan kawasan antar pemukiman di dalam desa.

2.1.3 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan merupakan kesatuan jaringan jalan yang dibedakan menjadi dua bagian yaitu primer dan sekunder dalam hubungan fungsi jalan.

1. Sistem Jaringan Jalan Primer

Sistem jaringan jalan primer berfungsi sebagai penghubung semua wilayah Tingkat nasional yang berwujud pusat – pusat kegiatan diantaranya Pusat Kegiatan Nasional (PKN), Pusat Kegiatan Wilayah (PKW), Pusat Kegiatan Lokal (PKL), DAN Pusat Kegiatan Wilayah (PKLing) yang umumnya berwujud kota dan berlokasi di luar kota yang dikategorikan sebagai jalan antarkota.

2. Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder berfungsi sebagai penghubung antar pusat kegiatan yang umumnya berwujud kawasan di dalam kota dan dikategorikan sebagai jalan perkotaan yang disusun berdasarkan

rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang atau jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

2.1.4 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsi Jalan

Klasifikasi jalan berdasarkan fungsi jalan dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu :

1. Sistem Jaringan Jalan Primer

a. Jalan Arteri Primer

Jalan arteri primer berfungsi sebagai penghubung antar Pusat Kegiatan Nasional (PKN) atau Pusat Kegiatan Nasional (PKN) dengan Pusat Kegiatan Wilayah (PKW). Jalan arteri primer mempunyai ciri – ciri sebagai berikut :

- Melayani perjalanan lalu lintas jarak jauh yang tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal, dan kegiatan lokal.
- Kecepatan rata – rata tinggi dengan V_0 paling rendah 60 Km/Jam.
- Mempunyai kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata – ratanya.
- Mempunyai lebar badan jalan paling sedikit sebesar 11,0 m.
- Persimpangan sebidang diatur sedemikian sehingga sesuai dengan ketentuan pada butir a, b, dan c.
- Jumlah jalan masuk dibatasi.
- Jalan arteri yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.

b. Jalan Kolektor Primer

Jalan kolektor primer berfungsi sebagai penghubung antar Pusat Kegiatan Nasional (PKN) dengan Pusat Kegiatan Lokal (PKL) antar Pusat Kegiatan Wilayah (PKW) atau Pusat Kegiatan Wilayah

(PKW) dengan Pusat Kegiatan Lokal (PKL). Jalan kolektor primer mempunyai ciri – ciri sebagai berikut :

- Melayani perjalanan lalu lintas jarak sedang.
- Kecepatan rata – rata sedang dengan VD paling rendah 40 Km/Jam.
- Mempunyai kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata -ratanya.
- Mempunyai lebar badan jalan (terdapat lajur dan bahu jalan) paling sedikit 9,0 m.
- Persimpangan sebidang pada jalan arteri primer dengan pengaturan tertentu harus memenuhi ketentuan sebagaimana dimaksud pada butir a, b, dan c.
- Jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- Jalan kolektor primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.

c. Jalan Lokal Primer

Jalan lokal primer berfungsi sebagai penghubung antar Pusat Kegiatan Nasional (PKN) dengan Pusat Kegiatan Lingkungan (PKLing), Pusat Kegiatan Lingkungan(PKLing) dengan Pusat Kegiatan Wilayah (PKW) atau antara Pusat Kegiatan Lokal (PKL) dengan Pusat Kegiatan Lingkungan (PKLing), serta antarpusat kegiatan lingkungan. Jalan lokal primer juga berfungsi untuk menghubungkan PKN dengan PKL, PKW dengan PKLing, antar PKL dengan PKLing, serta PKLing, dan melayani angkutan umum setempat. Dengan ciri – ciri sebagai berikut :

- Melayani perjalanan lalu lintas jarak dekat.
- Kecepatan rata – rata rendah dengan VD paling rendah 20 Km/Jam.
- Mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 7,5 m.

- Jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- Jalan lokal primer yang memasuki kawasan pedesaan tidak boleh terputus.

d. Jalan Lingkungan Primer

Jalan lingkungan primer berfungsi menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan pedesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan pedesaan, melayani angkutan lingkungan dengan ciri – ciri sebagai berikut :

- Perjalanan menuju persil/rumah.
- Kecepatan rata – rata rendah dengan VD paling rendah 15 Km/Jam.
- Mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 6,5 m untuk kendaraan roda 3 atau lebih, lebar jalan paling sedikit 3,5 m untuk kendaraan roda 2.
- Jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2. Sistem Jaringan Jalan Sekunder (SJJ)

a. Jalan Arteri Sekunder

Jalan arteri sekunder berfungsi menghubungkan Kawasan Primer (KP) dengan Kawasan Sekunder (KS1), antar KS1, atau KS1 dengan Kawasan Sekunder (KS2). Dengan ciri – ciri sebagai berikut :

- VD paling rendah 30 Km/Jam.
- Lebar badan jalan paling sedikit 11 m.
- Mempunyai kapasitas yang lebih besar daripada volume lalu lintas rata-rata.
- Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.
- Persimpangan sebidang diatur dengan pengaturan tertentu sesuai dengan ketentuan pada butir a, b, dan c.

b. Jalan Kolektor Sekunder

Jalan kolektor sekunder berfungsi menghubungkan antar Kawasan Sekunder (KS2) atau KS2 dengan Kawasan Sekunder Ketiga (KS3).

Dengan ciri – ciri sebagai berikut :

- VD paling rendah 20 Km/Jam.
- Lebar badan jalan paling sedikit 9 m.
- Mempunyai kapasitas yang lebih besar daripada volume lalu lintas rata-rata.
- Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.
- Persimpangan sebidang diatur dengan pengaturan tertentu sesuai dengan ketentuan pada butir a, b, dan c.

c. Jalan Lokal Sekunder

Jalan lokal sekunder berfungsi menghubungkan Kawasan Sekunder (KS1) dengan perumahan, Kawasan Sekunder (KS2) dengan perumahan, KS3 dan seterusnya sampai ke perumahan/persil.

Dengan ciri – ciri sebagai berikut :

- VD paling rendah 10 Km/Jam.
- Lebar badan jalan paling sedikit 7,5 m.

d. Jalan Lingkungan Sekunder

Jalan lingkungan sekunder berfungsi menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan. Dengan ciri – ciri sebagai berikut :

- VD paling rendah 10 Km/Jam.
- Lebar badan jalan paling sedikit 6,5 m.
- Diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda 3 atau lebih.
- Tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda 3 atau lebih, harus mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 3,5 m.

2.1.5 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas Jalan

Klasifikasi jalan berdasarkan kelas jalan dapat dibedakan sesuai fungsi dan intensitas lalu lintas yang dikelompokkan menjadi beberapa kelas yang sesuai dengan penggunaannya seperti yang terlampir pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Kelas Jalan

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan, m			Muatan Sumbu Terberat (MST) ton
		Lebar	Panjang	Tinggi	
Kelas I	Arteri, Kolektor	≤2,55	≤18,0	≤4,2	10
Kelas II	Arteri, Kolektor, Lokal, dan Lingkungan	≤2,55	≤12,0	≤4,2	8
Kelas III		≤2,2	≤9,0	≤3,5	8 ^{*)}
Kelas Khusus	Arteri	>2,55	>18,0	≤4,2	>10

Catatan: ^{*)} dalam keadaan tertentu dapat <8 ton

2.1.6 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Medan Jalan

Klasifikasi jalan berdasarkan medan jalan memiliki ciri ciri, baik secara bentuk fisik unsur geometrik maupun secara operasional dari pengguna jalan, dan ciri-ciri tersebut saling bersinergi satu sama lain. Proses desain awal terhadap medan jalan didasarkan pada kondisi kemiringan yang diukur pada tegak lurus garis kontur serta penetapan alinemen horizontal, vertikal, dan kecepatan desain jalan.

Pada jalan medan datar termasuk jalan di wilayah perkotaan (dalam SJJ sekunder) dan jalan-jalan yang melayani antarkota dan JBH (dalam SJJ primer). Pada medan datar jarak pandang umumnya Panjang dan dapat dibuat tanpa kesulitan konstruksi maupun biaya besar. Pada medan bukit sulit untuk memenuhi persyaratan teknis alinemen jalan dan membatasi bentuk alinemen horizontal dan vertikal. Hal tersebut terjadi dikarenakan medan jalan yang berlereng curam dan lereng alam atau kontur yang naik turun. Pada medan gunung kelandaian alinemen memanjang medan gunung lebih curam dibandingkan dengan medan bukit dan medan bukit lebih curam dari medan datar. Kelandaian yang curam pada medan gunung dan bukit mempunyai efek yang lebih besar dari medan datar dalam penentuan

alinemen jalan. Pengelompokkan jenis medan jalan beserta kriterianya dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Berdasarkan Medan Jalan

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

Sumber: Bina Marga Tahun 2021 Catatan:) Nilai kemiringan medan rata-rata per 50 m dalam 1 km.*

2.2 Bagian – Bagian Jalan

Bagian-bagian jalan terdiri dari 3 komponen utama, yaitu ruang manfaat jalan (RUMAJA), ruang milik jalan (RUMIJA), dan ruang pengawasan jalan (RUWASJA) seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1 dibawah ini. Ketiga bagian ini memiliki fungsi dan batasan yang berbeda, namun saling berkaitan dalam menunjang kinerja dan keberlangsungan jalan secara keseluruhan.



Gambar 2. 1 Bagian- Bagian Jalan

2.2.1 Ruang Manfaat Jalan (RUMAJA)

RUMAJA adalah bagian jalan yang mencakup badan jalan, saluran tepi, ambang pengaman, dan Rubeja jika diperlukan. Badan jalan terdiri dari jalur lalu lintas, pejalan kaki, dan bahu jalan. Saluran tepi jalan berfungsi menyalurkan air hujan agar tidak menggenangi jalan. Ambang pengaman berada di bagian tepi jalan untuk melindungi pengguna jalan dari kecelakaan dan mencegah kendaraan keluar jalur.

2.2.2 Ruang Milik Jalan (RUMIJA)

RUMIJA adalah bagian jalan yang berada di sisi kiri dan kanan jalan atau lajur, dengan batasan lebar dan tinggi tertentu. Ruang ini merupakan area yang secara hukum dimiliki dan dikuasai oleh pemerintah untuk mendukung fungsi jalan. Adapun ketentuan mengenai lebar ruang milik jalan diatur berdasarkan standar teknis yang berlaku, yaitu :

- Jalan Kecil (JKC) sebesar 11 meter
- Jalan Sedang (JSD) sebesar 15 meter
- Jalan Raya (JRY) sebesar 25 meter
- Jalan Bebas Hambatan (JBH) sebesar 30 meter

2.2.3 Ruang Pengawasan Jalan (RUWASJA)

RUWASJA adalah bagian jalan yang mencakup ruang manfaat jalan (RUMAJA) dan ruang milik jalan (RUMIJA), yang berfungsi untuk menjaga pandangan bebas bagi pengemudi serta mendukung keselamatan dan fungsi jalan. Jarak RUWASJA diukur dari tepi jalan dengan batas minimum tertentu sesuai ketentuan yang berlaku, yaitu :

- Jalan arteri primer 15 m
- Jalan kolektor primer 10 m
- Jalan lokal primer 7 m
- Jalan lingkungan primer 5 m
- Jalan arteri sekunder 15 m
- Jalan kolektor sekunder 5 m
- Jalan lokal sekunder 3 m

- Jalan lingkungan sekunder 2 m
- Jembatan 100 m ke arah hilir dan hulu

2.3 Parameter Perancangan Geometrik

Berdasarkan Pedoman Bina Marga tahun 2021, perancangan geometrik jalan harus mempertimbangkan berbagai parameter penting untuk menjamin kelayakan dan keamanan jalan yang direncanakan.

2.3.1 Kecepatan Desain (VD) berdasarkan pengelompokkan fungsi jalan

Penetapan jenis jalan dan kecepatan yang diizinkan merupakan salah satu kriteria utama dalam perancangan geometrik jalan. Faktor ini sangat menentukan tingkat keamanan terhadap laju kendaraan. Informasi terkait dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4 yang mengacu pada Pedoman Bina Marga Tahun 2021.

2.3.2 Kriteria Desain Utama

Kecepatan desain adalah salah satu parameter utama dalam perencanaan jalan. Nilai kecepatan ini dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2.3 dan Tabel 2.4. Setelah itu, nilai-nilai desain utama dapat ditetapkan menggunakan Tabel 2.5 yang berlaku untuk Jalan Bebas Hambatan (JBH), jalan antarkota, dan jalan perkotaan.

Tabel 2. 3 Korelasi Padanan Pengelompokkan Jalan SJJ Primer

SJJ	Peran menghubungkan	Pengelompokkan fungsi Jalan	Status dan Penyelenggara jalan	Kelas jalan			SPPJ	Tipe jalan (paling kecil)	Rentang V_D , Km/Jam			Keterangan
				I	II	III			Datar	Bukit	Gunung	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
SJJ Primer (Jalan Antarkota)	Jalan Tol		Jalan Nasional	X	-	-	JBH	4/2-T	80 - 120	70 - 110	60 - 100	- IKN=Ibu Kota Negara
	IKP - IKN	Jalan Arteri Primer	(Pemerintah Pusat)	X	X	X	JRY	4/2-T				- IKP=Ibu Kota Provinsi
	IKP - IKP		(Jalan Perintis dan Ex jalan daerah)	X	X	X	JRY	4/2-T	60 - 100	50 - 90	40 - 80	- IKK=Ibu Kota Kabupaten
	IKP - IKP			-	-	X	JLR	2/2-TT	15 - 60	15 - 50	15 - 40	- K7=Kota
	IKP - IKP	Jalan Kolektor Primer	Jalan Nasional	X	X	X	JRY	4/2-T	40 - 80	30 - 70	20 - 60	- IKC=Ibu Kota Kecamatan
	IKP - IKP		(Jalan perintis dan Ex jalan daerah)	-	-	X	JLR	2/2-TT	15 - 40	15 - 40	15 - 40	- PD=Puasat Desa (di pulau Jawa seperti kelurahan)
	IKP - IKP			-	-	X	JLR	2/2-TT	15 - 40	15 - 40	15 - 40	- DS=Desa (di pulau Jawa seperti Dukuh)
	IKK - IKK/KT	Jalan Lokal Primer	Jalan Provinsi (Pemerintah Provinsi)	X	X	X	JSD	2/2-TT				- KP=Kawasan Primer
	IKK - IKK			X	X	X	JSD	2/2-TT	40 - 80	30 - 70	20 - 60	- KS1=Kawasan Sekunder1
	KT - KT			X	X	X	JSD	2/2-TT				- KS2=Kawasan Sekunder2
	IKK - IKC			-	X	X	JSD	2/2-TT				- KS3=Kawasan Sekunder3
	IKK - PD		Jalan Kabupaten (Pemerintah Kabupaten)	-	X	X	JSD	2/2-TT				- KS=Kawasan Sekunder ke-n;
	IKC - IKC			-	-	X	JKC	2/2-TT	20 - 60	20 - 50	20 - 40	- Prm=Perumahan/Persil
	IKC - PD			-	-	X	JKC	2/2-TT				- Semua jalan Antarkota yang masuk ke dalam kota, pengelompokannya dari SJJ primer berubah menjadi SJJ sekunder, adapun jalan-jalan lainnya yang sudah ada di dalam
	PD - PD			-	-	X	JLR	2/2-TT				
	PD - DS	Jalan Lingkungan Primer		-	-	X	JLR	1/2	15 - 30	15 - 30	15 - 30	
	DS - DS			-	-	X	JLR	1/2				

Sumber: Bina Marga Tahun 2021

Tabel 2. 4 Korelasi Padanan Pengelompokkan Jalan SJJ Sekunder

SJJ	Peran menghubungkan	Pengelompokan fungsi Jalan	Status dan Penyelenggara jalan	Kelas jalan			SPPJ	Tipe jalan (paling kecil)	Rentang V_D , Km/Jam			Keterangan
				I	II	III			Datar	Bukit	Gunung	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
SJJ Sekunder (Jalan Perkotaan)	Jalan Tol	Jalan Arteri Sekunder	Jalan Nasional (Pemerintah Pusat)	x	-	-	JBH	4/2-T	60 - 100			kota masuk ke dalam SJJ sekunder dan klasifikasi fungsinya ditetapkan sesuai perannya. -Khusus untuk keluarga Jalan Nasional, Jalan Provinsi, dan Jalan Kabupaten yang dipersiapkan sebagai calon Jalan Nasional, calon Jalan Provinsi, dan calon Jalan Kabupaten dikategorikan masing-masing dengan sebutan Jalan Strategis Nasional, Jalan Strategis Provinsi, dan Jalan Strategis Kabupaten.
	KP – KS1	Jalan Arteri Sekunder	Jalan Kota (Pemerintah Kota)	x	x	x	JSD	2/2-TT	30 - 60			
	KS1 – KS1			x	x	x	JSD	2/2-TT				
	KS1 – KS2			-	x	x	JSD	2/2-TT				
	KS2 – KS2	Jalan Kolektor Sekunder		-	x	x	JSD	2/2-TT	20 - 40			
	KS2 – KS3			-	x	x	JSD	2/2-TT				
	KS1 – Prm	Jalan Lokal Sekunder		-	-	x	JKC	2/2-TT				
	KS2 – Prm			-	-	x	JKC	2/2-TT	10 - 30			
	KS3 – Prm			-	-	x	JKC	2/2-TT				
	KSn – Prm			-	-	x	JLR	2/2-TT				
Prm – Prm	Jalan Lingkungan Sekunder	-		-	x	JLR	2/2-TT	10 - 20				

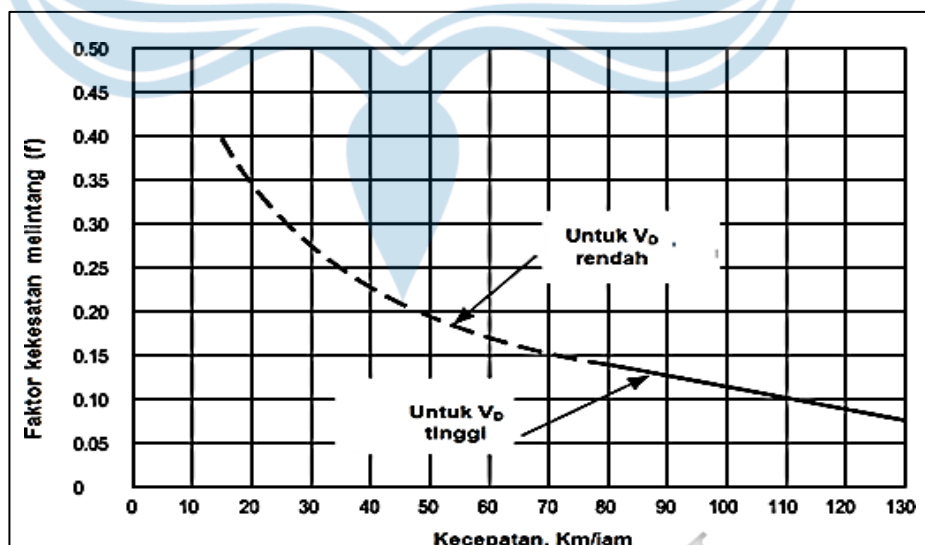
Tabel 2. 5 Kriteria Desain Utama

Elemen Kriteria Desain Utama		JBH	Jalan Antarkota				Jalan Perkotaan
Rentang VD (km/jam) dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4	Datar	80-120	15-100				10-60
	Bukit	70-110	15-90				
	Gunung	60-100	15-80				
Kelas Penggunaan Jalan		1	I	II	III	JLR	I,II,III
Kelandaian memanjang, G, paling tinggi, %	Datar	4	6	6	6	6	5
	Bukit	5	8	8	8	10	
	Gunung	6	8	10	12	15	
Superelevasi (e), % paling tinggi		8					
Kekesatan melintang, paling tinggi, (fmaks)		Lihat diagram faktor kekesatan melintang sebagai fungsi dari kecepatan (Gambar 2.2)					
Kekesatan memanjang		0,35 untuk MP dan 0,29 untuk Truk					
Rmin lengkung Horizontal		$R_{min} = \frac{VD^2}{127(f_{maks}+e_{maks})}$					
Rmin lengkung Vertikal Cembung		Rmin = f { VD ; K}; nilai K dapat dilihat pada Tabel 2.6, Tabel 2.7 dan Tabel 2.8					
Rmin lengkung Vertikal cekung							

2.3.3 Kesesatan Melintang

Saat kendaraan melewati tikungan berbentuk busur lingkaran horizontal, kendaraan akan mengalami gaya sentrifugal atau percepatan sentripetal yang arahnya menuju pusat lingkaran. Gaya sentrifugal ini bekerja pada pusat massa kendaraan dan timbul akibat adanya superelevasi serta gaya gesek antara ban dengan permukaan jalan. Apabila gaya gesek tersebut tidak mencukupi, kendaraan berisiko tergelincir ke samping, mengikuti arah alinemen memanjang jalan. Kondisi ini dikenal sebagai faktor kekesatan menyamping atau kekesatan melintang.

Faktor kekesatan menyamping ini sangat dipengaruhi oleh kecepatan desain. Nilainya berkisar antara 0,18 untuk kecepatan 20 km/jam hingga 0,15 untuk kecepatan 70 km/jam. Dalam hal ini, kecepatan desain (V_D) di bawah 80 km/jam dikategorikan sebagai kecepatan rendah, sedangkan V_D di atas 80 km/jam tergolong kecepatan tinggi. Nilai kekesatan menyamping juga bergantung pada jenis dan kondisi permukaan jalan, kondisi serta tipe ban kendaraan, dan perilaku pengemudi. Nilai-nilai ini dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai referensi dalam merancang kurva horizontal.



Gambar 2. 2 Faktor Kesesatan Melintang (f)

Sumber: Bina Marga Tahun 2021

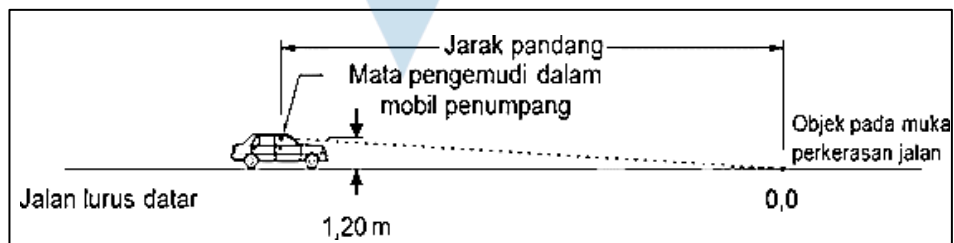
2.3.4 Jarak Pandang dan Nilai Kontrol Desain

Jarak pandang pengemudi merupakan jarak yang dibutuhkan oleh pengemudi untuk melihat hambatan di depan yang berpotensi membahayakan, serta mengambil tindakan yang tepat guna menghindari bahaya tersebut dengan aman. Penjelasan detail mengenai hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.3.

Dalam perencanaan lengkung vertikal, baik cembung maupun cekung, digunakan nilai Kontrol Desain (K) untuk menentukan panjang lengkung yang diperlukan agar perjalanan tetap nyaman dan aman. Penjelasan mengenai nilai K dapat dilihat pada Tabel 2.5.

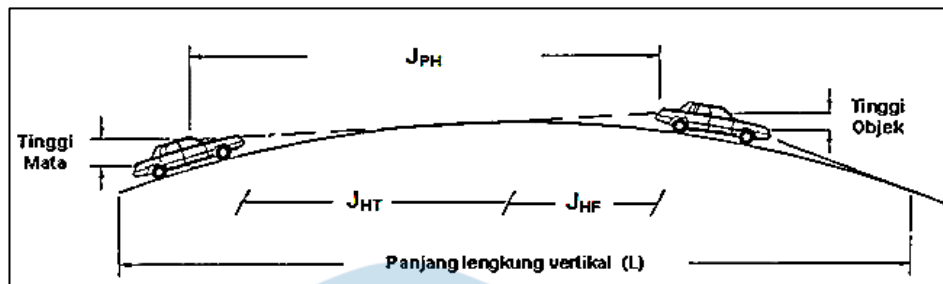
Untuk lengkung vertikal cembung, nilai K dibagi menjadi dua, yaitu berdasarkan Jarak Pandang Henti (JPH) dan Jarak Pandang Mendahului (JPM). JPH adalah panjang jalan di depan pengemudi yang terlihat cukup untuk menghentikan kendaraan tepat sebelum mencapai hambatan, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4. JPM adalah panjang jalan yang terlihat cukup untuk melakukan manuver mendahului kendaraan di depan dengan aman, sebagaimana digambarkan pada Gambar 2.5.

Untuk menentukan radius minimum (R_{min}) pada Tabel 2.5, diperlukan nilai K. Umumnya, nilai K untuk lengkung vertikal cembung lebih besar dibandingkan nilai K untuk lengkung vertikal cekung. Nilai-nilai K ini dapat dilihat pada Tabel 2.6 dan 2.7 untuk lengkung vertikal cembung, dan Tabel 2.8 untuk lengkung vertikal cekung.



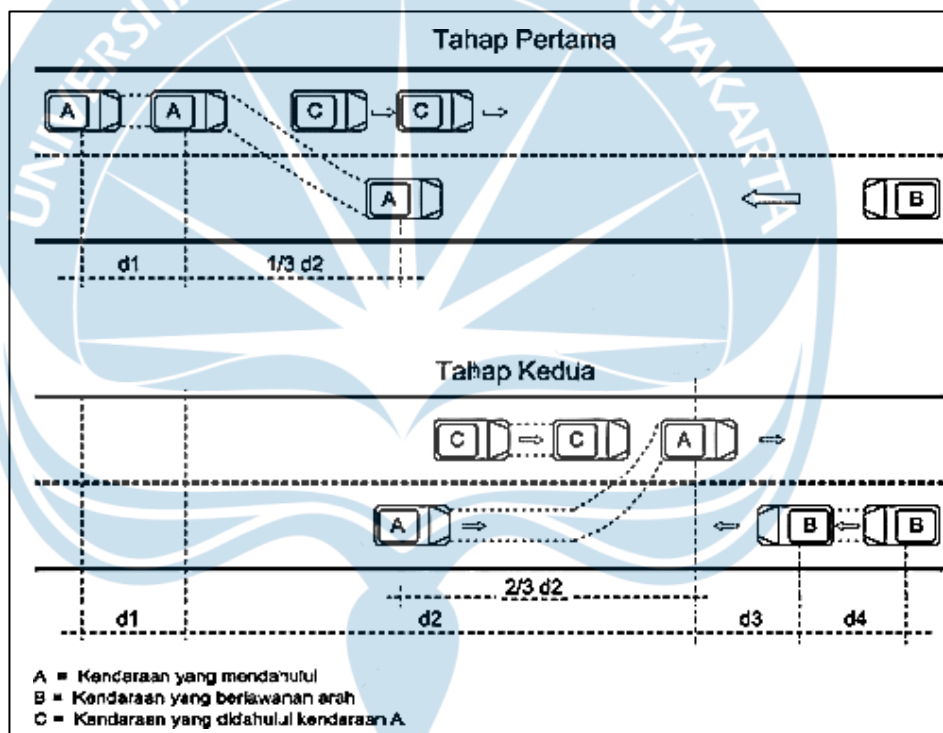
Gambar 2. 3 Jarak Pandang Pengemudi

Sumber: Bina Marga Tahun 2021



Gambar 2. 4 Jarak Pandang Henti

Sumber: Bina Marga Tahun 2021



Gambar 2. 5 Jarak Pandang Mendahului

Sumber: Bina Marga Tahun 2021

Tabel 2. 6 Kontrol Desain (K) Lengkung Vertikal Cembung Berdasarkan JPH

VD (Km/Jam)	JPH (m)	Kontrol Desain (K)
20	20	1

VD (Km/Jam)	JPH (m)	Kontrol Desain (K)
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

Tabel 2. 7 Kontrol Desain (K) Lengkung Vertikal Cembung Berdasarkan JPM

VD (Km/Jam)	JPM (m)	Kontrol Desain (K)
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

Tabel 2. 8 Kontrol Desain (K) Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan JPH

VD (Km/Jam)	JPH (m)	Kontrol Desain (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; Bina Marga Tahun 2021

2.3.5 Lebar Lajur Lalu Lintas

Lebar lajur merupakan salah satu faktor yang memengaruhi tingkat kenyamanan dan keselamatan bagi pengemudi saat berkendara. Ketentuan mengenai lebar minimum lajur lalu lintas telah diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 19 Tahun 2011, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.9.

Tabel 2. 9 Lebar Lajur Minimum

VD (Km/Jam)	Lebar lajur lalu lintas paling kecil (m)
Kecepatan tinggi : $VD \geq 80$	3,60
Kecepatan sedang : $40 \leq VD < 80$	3,50
Kecepatan rendah : $VD < 40$	2,75

Sumber; Bina Marga Tahun 2021

2.3.6 Kemiringan Melintang Bahu Jalan

Kemiringan bahu jalan umumnya dirancang lebih curam dibandingkan lajur lalu lintas untuk mempercepat aliran air permukaan dan mendukung sistem drainase jalan. Namun, apabila bahu jalan menggunakan perkerasan penuh dan dilapisi dengan material penutup, kemiringannya dapat disamakan dengan lajur lalu lintas guna memudahkan proses konstruksi. Pada bagian jalan yang memiliki superelevasi, kemiringan bahu di sisi dalam maupun luar tikungan harus disesuaikan dengan kemiringan melintang lajur lalu lintas. Jenis material yang digunakan pada bahu jalan juga memengaruhi besarnya kemiringan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.10.

Tabel 2. 10 Kemiringan Melintang Bahu Jalan

Material Bahu Jalan	Kemiringan Melintang Bahu Jalan (%)
Tanah dan Liat	5-6
Kerikil atau Batu Pecah	4-5
60% dari kekuatan perkerasan	4-5
jalur lalu lintas beraspal	4-5
Perkerasan penuh dengan lapis beraspal beton	Sesuai jalur lalu lintas

Sumber; Bina Marga Tahun 2021

2.4 Alinemen Horizontal

Alinemen horizontal adalah susunan jalur jalan yang terdiri dari bagian-bagian lurus dan lengkung, yang membentuk busur lingkaran dan dapat dihubungkan dengan lengkung peralihan atau langsung tanpa peralihan. Perancangan alinemen horizontal sangat dipengaruhi oleh kecepatan rencana kendaraan dan kondisi topografi di lapangan. Semakin tinggi kecepatan yang direncanakan,

maka radius tikungan yang dibutuhkan juga semakin besar, agar kendaraan dapat bermanuver dengan nyaman dan aman, seolah-olah berada di jalan lurus.

2.4.1 Panjang Bagian Alinemen yang lurus

Panjang maksimum jalan lurus perlu diperhatikan demi keselamatan pengguna jalan. Ketentuan panjang maksimum berdasarkan fungsi jalan tercantum pada Tabel 2.11. Jalan lurus yang terlalu panjang dapat menyebabkan pengemudi merasa lelah atau mengantuk akibat berkendara dengan kecepatan tinggi dan konsentrasi yang tinggi dalam waktu lama. Oleh karena itu, perancangan alinemen lurus perlu mempertimbangkan hal-hal berikut :

- Sorotan lampu kendaraan dari arah berlawanan pada malam hari (jarak < 3.000 m) dapat mengganggu penglihatan.
- Pada jarak > 2.500 m, sulit bagi pengemudi memperkirakan kecepatan kendaraan dari arah berlawanan.
- Sinar matahari saat pagi atau sore hari pada jalan yang mengarah timur-barat dapat menyilaukan mata pengemudi.

Tabel 2. 11 Panjang Bagian Alinemen Lurus

Fungsi	Panjang Bagian Jalan Lurus Maximum		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

Sumber; Pedoman Bina Marga No. 038/TBM/1997

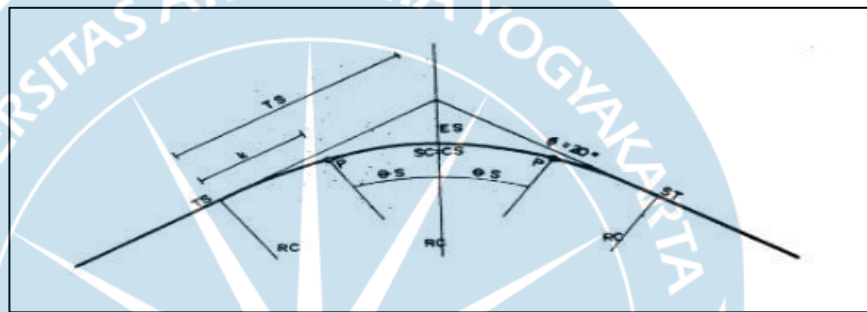
2.4.2 Desain Tikungan

Dalam perancangan tikungan pada jalan, terdapat beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan, antara lain penomoran (stationing), jenis tikungan (S-S, S-C-S, FC), radius minimum, superelevasi, jumlah lajur yang dikenai rotasi, serta nilai *Maximum Relative Gradient* sebagai batas perubahan kemiringan lajur secara bertahap.

1. Jenis Tikungan

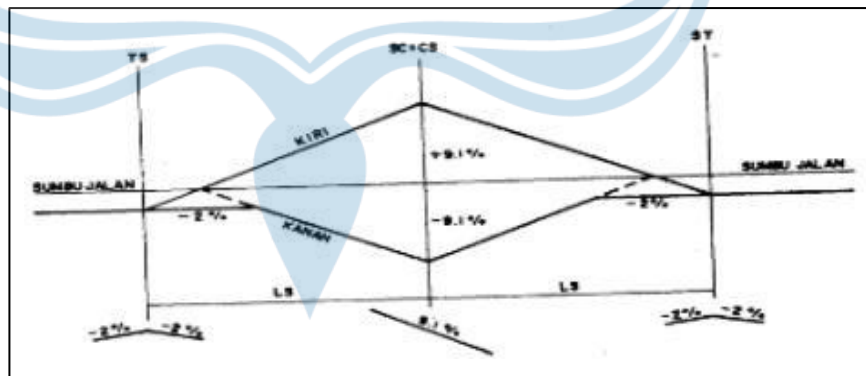
a) Tikungan *Spiral-Spiral* (S-S)

Tikungan ini terdiri dari dua lengkung *spiral* yang membentuk perubahan arah dengan sudut belok (Δ) yang besar. Pada jenis tikungan ini tidak terdapat busur lingkaran tetap, sehingga titik awal *spiral* (SC) berimpit dengan titik akhir *spiral* (CS). Bentuk geometrinya dapat dilihat pada Gambar 2.6, sedangkan diagram superelevasinya ditampilkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 6 Tikungan Spiral-Spiral (S-S)

Sumber: Yuzaeva, DLL (2023)

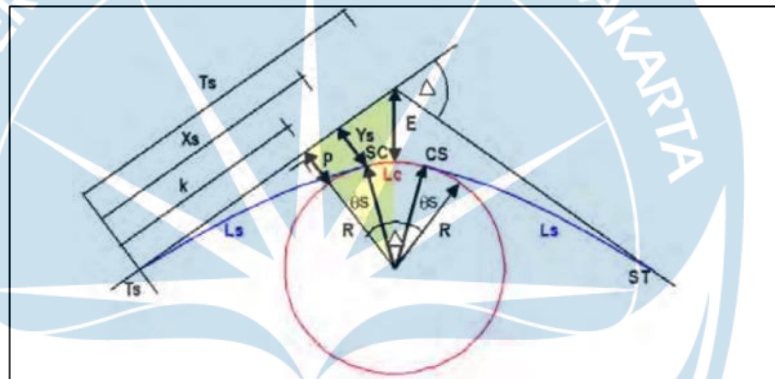


Gambar 2. 7 Diagram Superelevasi Spiral-Spiral (S-S)

Sumber: Yuzaeva, DLL (2023)

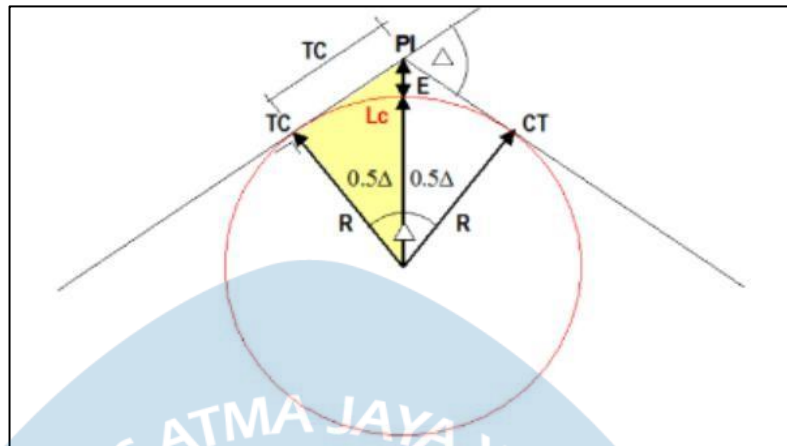
b) Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S)

Tikungan ini terdiri dari satu lengkung utama berbentuk lingkaran (circle) yang dihubungkan dengan dua lengkung spiral di kedua sisinya. Tikungan jenis ini umumnya digunakan pada jalan dengan sudut belok (Δ) dan jari-jari tikungan yang sedang. Peralihan dari jalan lurus ke lengkung spiral dilakukan melalui lengkung transisi (L_s), yang berfungsi untuk menyesuaikan perubahan alinemen dari segmen lurus menuju tikungan dengan jari-jari tetap. Bentuk geometris tikungan ini ditunjukkan pada Gambar 2.8, sedangkan diagram superelevasinya dapat dilihat pada Gambar 2.9.



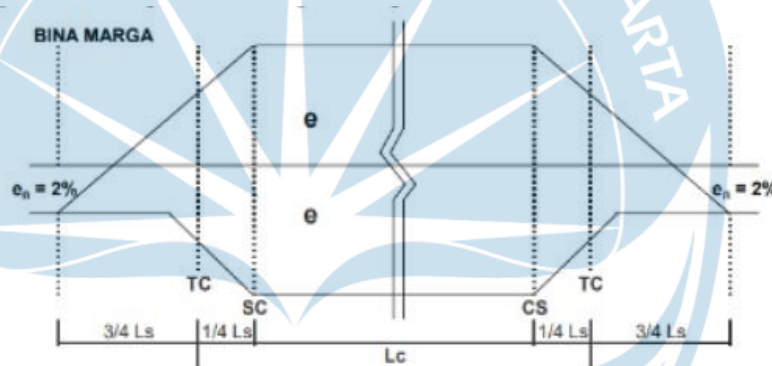
Gambar 2. 8 Tikungan Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)

Sumber: Ngarut, DLL (2022)



Gambar 2. 10 Tikungan Full Circle (FC)

Sumber: Ngarut, DLL (2022)



Gambar 2. 11 Diagram Superelevasi Full-Circle (FC)

Sumber: Ngarut, DLL (2022)

2. Penerapan Nilai Superelevasi Maksimum

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 19/PRT/M/2011, nilai maksimum superelevasi yang dapat diterapkan pada Jalan Antarkota, Jalan Perkotaan, dan Jalan Bebas Hambatan (JBH) adalah sebesar 8%.

3. Radius Minimum atau Jari-jari Minimum dan Superelevasi *Runoff*

Dalam merancang tikungan jalan yang aman dan nyaman, perlu dilakukan perhitungan kemiringan melintang jalan atau superelevasi (e), serta jari-jari minimum tikungan (R_{min}) berdasarkan kecepatan desain

(Vd) dan nilai superelevasi yang telah ditetapkan. Ketentuan dalam perancangan desain jalan dapat dilihat pada Tabel 2.12 dan Tabel 2.13.

Tabel 2. 12 Penentuan Superelevasi dan Jari-Jari Minimum

e (%)	Metric											
	V _d = 20	V _d = 30	V _d = 40	V _d = 50	V _d = 60	V _d = 70	V _d = 80	V _d = 90	V _d = 100	V _d = 110	V _d = 120	V _d = 130
	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h
R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)
NC	184	443	784	1090	1490	1970	2440	2970	3630	4180	4900	5360
RC	133	322	571	791	1090	1450	1790	2190	2680	3090	3640	4000
2.2	119	288	512	711	976	1300	1620	1980	2420	2790	3290	3620
2.4	107	261	463	644	885	1190	1470	1800	2200	2550	3010	3310
2.6	97	237	421	587	808	1080	1350	1650	2020	2340	2760	3050
2.8	88	216	385	539	742	992	1240	1520	1860	2160	2550	2830
3.0	81	199	354	496	684	916	1150	1410	1730	2000	2370	2630
3.2	74	183	326	458	633	849	1060	1310	1610	1870	2220	2460
3.4	68	169	302	425	588	790	988	1220	1500	1740	2080	2310
3.6	62	156	279	395	548	738	924	1140	1410	1640	1950	2180
3.8	57	144	259	368	512	690	866	1070	1320	1540	1840	2060
4.0	52	134	241	344	479	648	813	1010	1240	1450	1740	1950
4.2	48	124	224	321	449	608	766	948	1180	1380	1650	1850
4.4	43	115	208	301	421	573	722	895	1110	1300	1570	1760
4.6	38	106	192	281	395	540	682	847	1050	1240	1490	1680
4.8	33	96	178	263	371	509	645	803	996	1180	1420	1610
5.0	30	87	163	246	349	480	611	762	947	1120	1360	1540
5.2	27	78	148	229	328	454	579	724	901	1070	1300	1480
5.4	24	71	136	213	307	429	549	689	859	1020	1250	1420
5.6	22	65	125	198	288	405	521	656	819	975	1200	1360
5.8	20	59	115	185	270	382	494	625	781	933	1150	1310
6.0	19	55	106	172	253	360	469	595	746	894	1100	1260
6.2	17	50	98	161	238	340	445	567	713	857	1060	1220
6.4	16	46	91	151	224	322	422	540	681	823	1020	1180
6.6	15	43	85	141	210	304	400	514	651	789	982	1140
6.8	14	40	79	132	198	287	379	489	620	757	948	1100
7.0	13	37	73	123	185	270	358	464	591	724	914	1070
7.2	12	34	68	115	174	254	338	440	561	691	879	1040
7.4	11	31	62	107	162	237	318	415	531	657	842	998
7.6	10	29	57	99	150	221	296	389	499	621	803	962
7.8	9	26	52	90	137	202	273	359	462	579	757	919
8.0	7	20	41	73	113	168	229	304	394	501	667	832

Sumber: AASHTO Tahun 2011

Tabel 2. 13 Minimum Radius Using Limiting Values of e and f

Metric						U.S. Customary					
Design Speed	Maximum e	Maximum f	Total (e/100 + f)	Calculated Radius	Rounded Radius	Design Speed	Maximum e	Maximum f	Total (e/100 + f)	Calculated Radius	Rounded Radius
(km/h)	(%)			(m)	(m)	(mph)	(%)			(ft)	(ft)
15	4.0	0.40	0.44	4.0	4	10	4.0	0.38	0.42	15.9	16
20	4.0	0.35	0.39	8.1	8	15	4.0	0.32	0.36	41.7	42
30	4.0	0.28	0.32	22.1	22	20	4.0	0.27	0.31	86.0	86
40	4.0	0.23	0.27	46.7	47	25	4.0	0.23	0.27	154.3	154
50	4.0	0.19	0.23	85.6	86	30	4.0	0.20	0.24	250.0	250
60	4.0	0.17	0.21	135.0	135	35	4.0	0.18	0.22	371.2	371
70	4.0	0.15	0.19	203.1	203	40	4.0	0.16	0.20	533.3	533
80	4.0	0.14	0.18	280.0	280	45	4.0	0.15	0.19	710.5	711
90	4.0	0.13	0.17	375.2	375	50	4.0	0.14	0.18	925.9	926
100	4.0	0.12	0.16	492.1	492	55	4.0	0.13	0.17	1186.3	1190
						60	4.0	0.12	0.16	1500.0	1500
15	6.0	0.40	0.46	3.9	4	10	6.0	0.38	0.44	15.2	15
20	6.0	0.35	0.41	7.7	8	15	6.0	0.32	0.38	39.5	39
30	6.0	0.28	0.34	20.8	21	20	6.0	0.27	0.33	80.8	81
40	6.0	0.23	0.29	43.4	43	25	6.0	0.23	0.29	143.7	144
50	6.0	0.19	0.25	78.7	79	30	6.0	0.20	0.26	230.8	231
60	6.0	0.17	0.23	123.2	123	35	6.0	0.18	0.24	340.3	340
70	6.0	0.15	0.21	183.7	184	40	6.0	0.16	0.22	484.8	485
80	6.0	0.14	0.20	252.0	252	45	6.0	0.15	0.21	642.9	643
90	6.0	0.13	0.19	335.7	336	50	6.0	0.14	0.20	833.3	833
100	6.0	0.12	0.18	437.4	437	55	6.0	0.13	0.19	1061.4	1060
110	6.0	0.11	0.17	560.4	560	60	6.0	0.12	0.18	1333.3	1330
120	6.0	0.09	0.15	755.9	756	65	6.0	0.11	0.17	1656.9	1660
130	6.0	0.08	0.14	950.5	951	70	6.0	0.10	0.16	2041.7	2040
						75	6.0	0.09	0.15	2500.0	2500
						80	6.0	0.08	0.14	3047.6	3050
15	8.0	0.40	0.48	3.7	4	10	8.0	0.38	0.46	14.5	14
20	8.0	0.35	0.43	7.3	7	15	8.0	0.32	0.40	37.5	38
30	8.0	0.28	0.36	19.7	20	20	8.0	0.27	0.35	76.2	76
40	8.0	0.23	0.31	40.6	41	25	8.0	0.23	0.31	134.4	134
50	8.0	0.19	0.27	72.9	73	30	8.0	0.20	0.28	214.3	214
60	8.0	0.17	0.25	113.4	113	35	8.0	0.18	0.26	314.1	314
70	8.0	0.15	0.23	167.8	168	40	8.0	0.16	0.24	444.4	444
80	8.0	0.14	0.22	229.1	229	45	8.0	0.15	0.23	587.0	587
90	8.0	0.13	0.21	303.7	304	50	8.0	0.14	0.22	757.6	758
100	8.0	0.12	0.20	393.7	394	55	8.0	0.13	0.21	960.3	960
110	8.0	0.11	0.19	501.5	501	60	8.0	0.12	0.20	1200.0	1200
120	8.0	0.09	0.17	667.0	667	65	8.0	0.11	0.19	1487.5	1480
130	8.0	0.08	0.16	831.7	832	70	8.0	0.10	0.18	1814.8	1810
						75	8.0	0.09	0.17	2205.9	2210
						80	8.0	0.08	0.16	2666.7	2670
15	10.0	0.40	0.50	3.5	4	10	10.0	0.38	0.48	13.9	14
20	10.0	0.35	0.45	7.0	7	15	10.0	0.32	0.42	35.7	36
30	10.0	0.28	0.38	18.6	19	20	10.0	0.27	0.37	72.1	72
40	10.0	0.23	0.33	38.2	38	25	10.0	0.23	0.33	126.3	126
50	10.0	0.19	0.29	67.9	68	30	10.0	0.20	0.30	200.0	200
60	10.0	0.17	0.27	105.0	105	35	10.0	0.18	0.28	291.7	292
70	10.0	0.15	0.25	154.3	154	40	10.0	0.16	0.26	410.3	410
80	10.0	0.14	0.24	210.0	210	45	10.0	0.15	0.25	540.0	540
90	10.0	0.13	0.23	277.3	277	50	10.0	0.14	0.24	694.4	694
100	10.0	0.12	0.22	357.9	358	55	10.0	0.13	0.23	876.8	877
110	10.0	0.11	0.21	453.7	454	60	10.0	0.12	0.22	1090.9	1090
120	10.0	0.09	0.19	596.8	597	65	10.0	0.11	0.21	1341.3	1340
130	10.0	0.08	0.18	739.3	739	70	10.0	0.10	0.20	1633.3	1630
						75	10.0	0.09	0.19	1973.7	1970
						80	10.0	0.08	0.18	2370.4	2370
15	12.0	0.40	0.52	3.4	3	10	12.0	0.38	0.50	13.3	13
20	12.0	0.35	0.47	6.7	7	15	12.0	0.32	0.44	34.1	34
30	12.0	0.28	0.40	17.7	18	20	12.0	0.27	0.39	68.4	68
40	12.0	0.23	0.35	36.0	36	25	12.0	0.23	0.35	119.0	119
50	12.0	0.19	0.31	63.5	64	30	12.0	0.20	0.32	187.5	188
60	12.0	0.17	0.29	97.7	98	35	12.0	0.18	0.30	272.2	272
70	12.0	0.15	0.27	142.9	143	40	12.0	0.16	0.28	381.0	381
80	12.0	0.14	0.26	193.8	194	45	12.0	0.15	0.27	500.0	500
90	12.0	0.13	0.25	255.1	255	50	12.0	0.14	0.26	641.0	641
100	12.0	0.12	0.24	328.1	328	55	12.0	0.13	0.25	806.7	807
110	12.0	0.11	0.23	414.2	414	60	12.0	0.12	0.24	1000.0	1000
120	12.0	0.09	0.21	539.9	540	65	12.0	0.11	0.23	1224.6	1220
130	12.0	0.08	0.20	665.4	665	70	12.0	0.10	0.22	1484.8	1480
						75	12.0	0.09	0.21	1785.7	1790
						80	12.0	0.08	0.20	2133.3	2130

Note: In recognition of safety considerations, use of $e_{max} = 4.0\%$ should be limited to urban conditions.

Sumber: AASHTO Tahun 2011

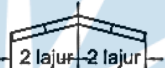
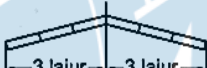
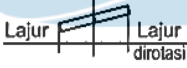
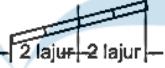
Tabel 2. 14 Superelevation Runoff Lr (m) for Horizontal Curves

Metric																											
V _d = 20 km/h		V _d = 30 km/h		V _d = 40 km/h		V _d = 50 km/h		V _d = 60 km/h		V _d = 70 km/h		V _d = 80 km/h		V _d = 90 km/h		V _d = 100 km/h		V _d = 110 km/h		V _d = 120 km/h		V _d = 130 km/h					
Number of Lanes Rotated. Note that 1 lane rotated is typical for a 2-lane highway, 2 lanes rotated is typical for a 4-lane highway, etc. (See Table 3-16.)																											
e (%)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)				
1.5	7	10	7	11	8	12	8	13	9	14	10	15	11	16	12	17	12	18	13	20	14	21	15	23			
2.0	9	14	10	14	10	15	11	17	12	18	13	20	14	22	15	23	16	25	18	26	19	28	21	31			
2.2	10	15	11	16	11	17	12	18	13	20	14	22	16	24	17	25	18	27	19	29	21	31	23	34			
2.4	11	16	12	17	12	19	13	20	14	22	16	24	17	26	18	28	20	29	21	32	23	34	25	37			
2.6	12	18	12	19	13	20	14	22	16	23	17	25	18	27	19	28	20	30	21	32	23	34	25	37			
2.8	13	19	13	20	14	22	16	23	17	25	18	27	20	30	21	32	23	34	25	37	27	40	29	43			
3.0	14	20	14	22	15	23	17	25	18	27	19	29	22	32	23	34	25	37	26	40	28	43	31	46			
3.2	14	22	15	23	16	25	18	27	19	29	21	31	23	35	25	37	26	39	28	42	30	45	33	49			
3.4	15	23	16	24	17	26	19	28	20	31	22	32	24	36	26	39	28	42	30	45	32	48	35	52			
3.6	16	24	17	25	18	27	19	28	20	30	22	32	24	35	26	39	28	41	29	44	32	47	34	51			
3.8	17	26	18	27	20	29	21	32	23	34	25	37	27	41	29	44	31	47	33	50	36	54	39	59			
4.0	18	27	19	29	21	31	22	33	24	36	26	39	29	43	31	46	33	49	35	53	38	57	41	62			
4.2	19	28	20	30	22	32	24	35	25	38	27	41	30	45	33	48	34	52	37	55	40	60	43	65			
4.4	20	30	21	32	23	34	24	37	26	40	29	43	32	48	34	51	36	54	39	58	42	63	45	68			
4.6	21	31	22	33	24	35	25	38	28	41	30	45	33	50	35	53	38	56	40	61	44	65	47	71			
4.8	22	32	23	35	25	37	27	40	29	43	31	47	35	52	37	55	39	59	42	63	45	68	49	74			
5.0	23	34	24	36	26	39	28	42	30	45	33	49	36	54	38	57	41	64	46	67	47	71	51	77			
5.2	24	35	25	37	27	40	29	43	31	47	34	51	37	56	40	60	43	64	46	68	49	74	53	80			
5.4	25	36	26	39	28	42	30	45	32	49	35	53	39	58	41	62	44	66	47	71	51	77	55	83			
5.6	25	38	27	40	29	43	31	47	34	50	37	55	40	60	43	64	46	69	49	74	53	80	58	86			
5.8	26	39	28	42	30	45	32	48	35	52	38	57	42	63	44	67	47	71	51	76	55	82	60	89			
6.0	27	41	29	43	31	46	33	50	36	54	39	59	43	65	46	69	49	74	53	79	57	85	62	93			
6.2	28	42	30	45	32	48	34	52	37	56	41	61	45	67	47	71	51	76	54	82	59	88	64	96			
6.4	29	43	31	46	33	49	35	53	38	58	42	63	46	69	49	74	52	79	56	84	61	91	66	99			
6.6	30	45	32	48	34	51	37	55	40	59	43	65	48	71	51	76	54	81	58	87	63	94	68	102			
6.8	31	46	33	49	35	52	38	56	41	61	45	67	49	73	52	78	56	83	60	90	64	97	70	105			
7.0	32	47	34	50	36	54	39	58	42	63	46	69	50	76	54	80	57	86	61	92	66	99	72	108			
7.2	32	49	35	52	37	56	40	60	43	65	47	71	52	78	55	83	59	88	63	95	68	102	74	111			
7.4	33	50	36	53	38	57	41	61	44	67	48	73	53	80	57	85	61	91	65	97	70	105	76	114			
7.6	34	51	36	55	39	59	42	63	46	68	50	75	55	82	58	87	62	93	67	100	72	108	78	117			
7.8	35	53	37	56	40	60	43	65	47	70	51	77	56	84	60	90	64	96	68	103	74	111	80	120			
8.0	36	54	38	58	41	62	44	66	48	72	52	79	58	86	61	92	65	98	70	105	76	114	82	123			
8.2	37	55	39	59	42	63	45	68	49	74	54	81	59	89	63	94	67	101	72	108	77	116	84	127			
8.4	38	57	40	60	43	65	47	70	50	76	55	82	60	91	64	97	69	103	74	111	80	119	86	130			
8.6	39	58	41	62	44	66	48	71	52	77	56	84	62	93	66	99	70	106	76	113	81	122	88	133			
8.8	40	59	42	63	45	68	49	73	53	79	58	86	63	95	67	101	72	108	77	116	83	125	91	136			
9.0	40	61	43	65	46	69	50	75	54	81	59	88	65	97	69	103	74	110	79	118	84	126	91	136			
9.2	41	62	44	66	47	71	51	76	55	83	60	90	66	99	70	106	75	113	80	120	86	133	93	139			
9.4	42	63	45	68	48	73	52	78	56	85	62	92	68	102	72	108	77	115	83	124	89	134	97	145			
9.6	43	65	46	69	49	74	53	80	58	86	63	94	69	104	74	110	79	118	84	126	91	136	99	148			
9.8	44	66	47	71	50	76	54	81	59	88	64	96	71	106	75	113	80	120	86	133	93	139	101	151			
10.0	45	68	48	72	51	77	55	83	60	90	65	98	72	108	77	115	82	123	88	132	95	142	103	154			
10.2	46	69	49	73	52	79	56	85	61	92	67	100	73	110	78	117	83	125	90	134	97	145	105	157			
10.4	47	70	50	75	53	80	58	86	62	94	68	102	75	112	80	119	85	128	91	137	99	148	107	160			
10.6	48	72	51	76	55	82	59	88	64	95	69	104	76	114	81	122	87	130	93	140	100	150	109	164			
10.8	49	73	52	78	56	83	60	90	65	97	71	106	78	117	83	124	88	133	95	142	102	153	111	167			
11.0	50	74	53	79	57	85	61	91	66	99	72	108	79	119	84	126	89	135	97	145	104	156	113	170			
11.2	50	76	54	81	58	86	62	93	67	101	73	110	81	121	86	129	92	137	98	148	106	159	115	173			
11.4	51	77	55	82	59	88	63	95	68	103	75	112	82	123	87	131	93	140	100	150	108	162	117	176			
11.6	52	78	56	84	60	89	64	96	70	104	76	114	84	125	89	133	95	142	102	153	110	165	119	179			
11.8	53	80	57	85	61	91	65	97	71	106	77	115	85	127	90	135	97	145	104	156	113	170	121	182			
12.0	54	81	58	86	62	93	66	100	72	108	79	118	86	130	92	138	98	147	105	158	114	171	123	185			

Tabel 2. 15 Faktor Penyesuaian untuk Jumlah Lajur Rotasi

Jumlah Lajur Rotasi n_1	Faktor Penyesuaian $b_w^{*)}$	Kenaikan panjang relatif terhadap rotasi suatu jalur ($n_1 b_w$)
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: Bina Marga Tahun 2021

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

Catatan: *) $b_w = (1 + 0.5(n_1 - 1))/n_1$

Gambar 2. 12 Faktor Penyesuaian Jumlah Lajur Dirotasi

Sumber: Bina Marga Tahun 2021

5. Maximum Relative Gradients

Maximum Relative Gradient adalah batas maksimum perbedaan kemiringan melintang antara lajur yang dirotasi dan yang tidak dirotasi pada bagian tikungan jalan. Nilai ini ditetapkan untuk menjaga kenyamanan dan keselamatan pengemudi saat melewati peralihan superelevasi, serta untuk mencegah perubahan kemiringan yang terlalu tajam antar lajur.

Tabel 2. 16 Maximum Relative Gradient

Metric			U.S. Customary		
Design Speed (km/h)	Maximum Relative Gradient (%)	Equivalent Maximum Relative Slope	Design Speed (mph)	Maximum Relative Gradient (%)	Equivalent Maximum Relative Slope
20	0.80	1:125	15	0.78	1:128
30	0.75	1:133	20	0.74	1:135
40	0.70	1:143	25	0.70	1:143
50	0.65	1:154	30	0.66	1:152
60	0.60	1:167	35	0.62	1:161
70	0.55	1:182	40	0.58	1:172
80	0.50	1:200	45	0.54	1:185
90	0.47	1:213	50	0.50	1:200
100	0.44	1:227	55	0.47	1:213
110	0.41	1:244	60	0.45	1:222
120	0.38	1:263	65	0.43	1:233
130	0.35	1:286	70	0.40	1:250
			75	0.38	1:263
			80	0.35	1:286

Sumber: AASHTO Tahun 2011

2.5 Alinemen Vertikal

Alinemen vertikal merupakan profil memanjang jalan yang terbentuk dari kombinasi kelandaian memanjang dan lengkung vertikal. Perancangannya dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi topografi, desain alinemen horizontal, kriteria teknis jalan, pekerjaan tanah, serta aspek teknis lainnya. Topografi secara umum diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu datar, perbukitan, dan pegunungan.

Pada perancangan Tugas Akhir ini, lokasi jalan berada pada wilayah dengan karakteristik topografi perbukitan. Dalam merancang alinemen vertikal, perlu memperhatikan kontrol desain jalan, yaitu ketentuan teknis yang harus dipenuhi agar desain memenuhi standar keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi. Kontrol desain ini mencakup beberapa aspek penting, antara lain :

1. Topografi Eksisting
2. Kondisi Geoteknis

3. Persimpangan Eksisting
4. Jalan masuk properti
5. *Overpass* (ruang bebas vertical, jarak pandang, dan pelapisan ulang).
6. *Underpass*.
7. Akses Pejalan Kaki
8. Aset pelayanan utilitas dan persyaratan perlindungannya
9. Buka median

Desain jalan harus mempertimbangkan dampak dari profil melintang badan jalan yang berpotongan atau berbatasan langsung dengan jalan yang dirancang, karena hal tersebut dapat memengaruhi desain geometrik vertikal. Hal ini menjadi sangat penting terutama saat memperhitungkan sistem drainase, serta potensi perubahan elevasi atau kemiringan yang terjadi pada lokasi tersebut, dan terhadap perubahan pada :

- a) Profil melintang atau superelevasi
- b) Posisi puncak kemiringan melintang jalan
- c) Penambahan atau pengurangan lajur lalu lintas
- d) Sudut antara jalan dan objek

2.5.1 Kelandaian Memanjang Minimum

Jalan dengan kelandaian datar dan tanpa menggunakan kerb umumnya mampu memberikan sistem drainase permukaan yang baik, asalkan memenuhi kelandaian minimum yang disarankan, yaitu sebesar 0,3%, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.15. Namun, untuk bagian tepi jalan dan median, diperlukan kelandaian yang lebih curam dibandingkan badan jalan agar aliran air dapat mengalir secara optimal dan tidak menimbulkan genangan.

Tabel 2. 17 Kelandaian Memanjang Minimum

Lokasi	Kelandaian Minimum
Jalan dengan kerb dan saluran	1,0% (ideal) 0,5% (minimum)
Jalan pada daerah galian : Saluran tanah	0,5%
Saluran pasangan	0,3%
Jalan tanpa kerb dan saluran, bukan daerah galian	0%
Saluran Pasangan	0,3%
Jalan tanpa kerb dan saluran, bukan daerah galian	0%

Sumber: Bina Marga Tahun 2021

2.5.2 Kelandaian Memanjang Maksimum

Mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 19/PRT/M/2011, ketentuan mengenai kelandaian maksimum jalan telah ditetapkan dan disesuaikan berdasarkan jenis medan. Informasi lengkap mengenai nilai kelandaian maksimum tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.18, yang memuat spesifikasi perencanaan prasarana jalan sesuai dengan karakteristik medan yang berbeda.

Tabel 2. 18 Kelandaian Memanjang Maksimum

SPPJ	Kelandaian Maksimum (%)		
	Medan Datar	Medan Bukit	Medan Gunung
JBH	4	5	6
JRY	5	6	10
JSD	6	7	10
JKC	6	8	12

Sumber: Bina Marga Tahun 2021

2.5.3 Dasar untuk investigasi

Turunan dengan panjang tertentu berisiko menyebabkan kendaraan kehilangan kemampuan pengereman, terutama pada kendaraan berat. Untuk itu, diperlukan upaya penanganan guna mengurangi potensi kehilangan kendali saat melaju di turunan. Salah satu bentuk penanganan tersebut adalah dengan menyesuaikan panjang turunan terhadap kelandaian jalan. Ketentuan lebih lanjut mengenai penyesuaian ini dapat dilihat pada Tabel 2.19.

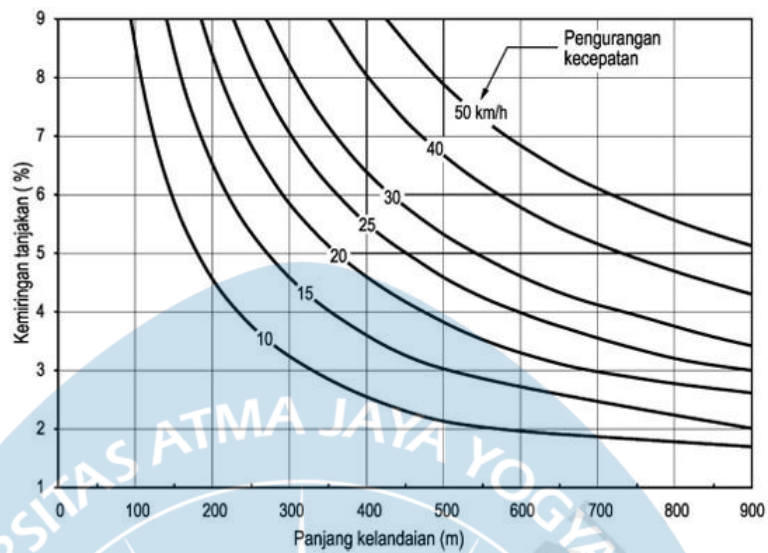
Tabel 2. 19 Dasar tipikal untuk analisa kendaraan kehilangan kendali

Kelandaian (%)	Panjang Menerus Minimum (km)
-3	8,0
-5	3,1
-7	1,9
-9	1,4
-12	1,0

Sumber: Bina Marga Tahun 2021

2.5.4 Panjang Kelandaian Kritis

Panjang kelandaian kritis adalah panjang maksimum pada sebuah tanjakan di mana truk bermuatan masih dapat beroperasi tanpa mengalami penurunan kecepatan yang signifikan. Untuk menjaga kinerja kendaraan berat, disarankan agar penurunan kecepatan truk tidak melebihi 15 hingga 25 km/jam. Ilustrasi mengenai panjang kelandaian kritis dapat dilihat pada Gambar 2.13, sedangkan ringkasan panjang kelandaian berdasarkan penurunan kecepatan sebesar 25 km/jam dapat dilihat pada Tabel 2.18.



Gambar 2. 13 Panjang Kelandaian Kritis

Sumber: Bina Marga Tahun 2021

Tabel 2. 20 Panjang Kelandaian Kritis

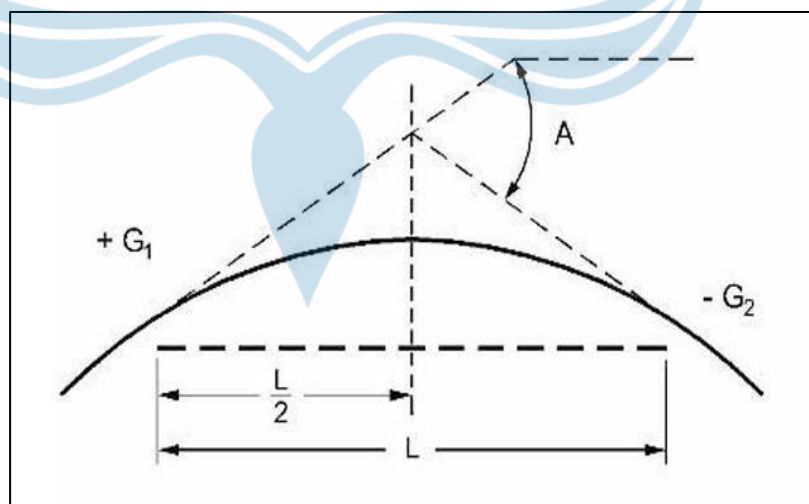
Kelandaian memanjang (%)	Panjang kelandaian kritis (m)
4	600
5	450
6	350
7	300
8	250
9	230
>10	200

Sumber: Bina Marga Tahun 2021

2.5.5 Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal pada jalan merupakan bagian dari alinemen vertikal yang terbentuk dari rangkaian kelandaian memanjang, terdiri atas dua jenis utama, yaitu lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung. Perancangan alinemen vertikal sebaiknya mengikuti kontur medan alami untuk menciptakan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan, dengan tetap memperhatikan keseimbangan pekerjaan tanah, estetika tampilan jalan, keselamatan, sistem drainase, serta batas maksimum dan minimum kelengkungan vertikal yang dinyatakan dalam nilai K. Ada tiga faktor utama yang menjadi dasar pengendali nilai lengkung vertikal (K), yaitu :

- a) Jarak pandang, yang menjadi syarat utama untuk menjamin keselamatan pengemudi dalam berbagai situasi
- b) Penampilan visual, terutama pada jalan dengan timbunan rendah dan kondisi topografi yang datar
- c) Kenyamanan berkendara, guna memastikan transisi antar kelandaian berjalan mulus tanpa menimbulkan ketidaknyamanan



Gambar 2. 14 Lengkung Vertikal

Sumber: Bina Marga Tahun 2021

2.6 Pekerjaan Tanah

Dalam perencanaan jalan, pekerjaan tanah merupakan salah satu aspek penting yang mencakup kegiatan penggalian dan penimbunan untuk keperluan konstruksi. Untuk mengetahui besarnya volume galian dan timbunan, perlu dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

- Menentukan trase jalan dan jarak antar *stationing* untuk mendapatkan panjang horizontal dari alinemen horizontal.
- Menggambar alinemen vertikal atau profil memanjang untuk menunjukkan perbedaan antara elevasi tanah asli dan rencana.
- Membuat potongan melintang pada titik *stationing* guna mengetahui luas area galian dan timbunan
- Setelah data diperoleh, volume galian dan timbunan dapat dihitung berdasarkan luas dan panjang segmen jalan

2.7 Analytical Hierarchy Process (AHP)

2.7.1 Pengertian AHP

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan suatu teori umum yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty tentang pengukuran yang digunakan untuk menentukan skala rasio, baik melalui perbandingan berpasangan yang bersifat diskrit maupun kontinu. Metode ini berfungsi untuk menguraikan permasalahan yang kompleks dengan banyak faktor atau kriteria menjadi suatu bentuk hirarki. Hirarki tersebut menggambarkan struktur multi kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi serta mengambil keputusan dari suatu permasalahan kerusakan jalan maupun terbatasnya anggaran biaya dan berguna untuk mempermudah pengambilan keputusan dalam pelaksanaan rehabilitas peningkatan jalan alternatif Kawasan Sulawesi Selatan. Berikut terdapat beberapa tahapan dalam AHP :

1. Menentukan permasalahan yang akan diselesaikan serta menetapkan tujuan atau solusi yang ingin dicapai.

2. Menyusun struktur hierarki keputusan yang dimulai dari tujuan utama, kemudian diikuti oleh kriteria-kriteria, dan diakhiri dengan alternatif pilihan yang tersedia.
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan untuk menilai seberapa besar pengaruh atau kontribusi setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria pada tingkat di atasnya. Penilaian ini didasarkan pada pertimbangan atau preferensi dari pengambil keputusan mengenai tingkat kepentingan antar elemen.
4. Melakukan normalisasi data dengan cara membagi setiap nilai dalam matriks perbandingan berpasangan dengan total nilai pada kolom yang sama, sehingga hasilnya menjadi proporsional.
5. Menghitung nilai *eigen vector* dan melakukan uji konsistensi. Jika hasilnya tidak konsisten, maka proses penilaian harus diulang. Nilai *eigen vector* maksimum yang diperoleh menunjukkan bobot prioritas dari masing-masing elemen.
6. Mengulangi proses pembuatan matriks, normalisasi, dan perhitungan *eigen vector* untuk setiap tingkatan dalam hierarki agar seluruh struktur dapat dievaluasi secara menyeluruh.
7. Menentukan bobot masing-masing elemen berdasarkan nilai *eigen vector* dari setiap matriks perbandingan berpasangan.
8. Melakukan pengujian konsistensi keseluruhan hierarki. Jika hasil rasio konsistensi (*Consistency Ratio*, CR) lebih besar dari 0,1, maka proses penilaian harus diperbaiki dan diulangi agar hasilnya valid. Hal-hal yang perlu dilakukan dalam langkah ini adalah sebagai berikut :
 - Mengalihkan setiap nilai pada kolom pertama dengan prioritas relatif elemen pertama, nilai pada elemen kedua dengan prioritas relatif elemen kedua dan seterusnya
 - Jumlahkan setiap baris
 - Hasil dari penjumlahan baris dibagi elemen prioritas relatif yang bersangkutan

- Jumlah hasil bagi diatas dengan banyaknya elemen yang ada hasilnya disebut I maks.

Daftar Indeks random konsistensi (RI)															
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Gambar 2. 15 Daftar Indeks Random Konsisten (RI)

Rumus : $CR = CI/IR$

Keterangan :

CR = Consistency Rasio

CI = Consistency Index

IR = Index Random Consistency

2.7.2 Prinsip Dasar AHP

Menurut Saaty, terdapat tiga prinsip utama dalam pemecahan masalah menggunakan AHP, antara lain :

1. Dekomposisi merupakan langkah untuk menguraikan tujuan yang telah ditetapkan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan terstruktur. Proses ini dilakukan secara sistematis agar setiap komponen penyusun sistem dapat dipahami dan dianalisis dengan lebih jelas, sehingga tujuan akhir dapat dicapai secara rasional. Dengan kata lain, tujuan yang awalnya bersifat menyeluruh dipecah menjadi unsur-unsur penyusunnya agar lebih mudah dikelola dan diselesaikan.
2. Setelah proses dekomposisi selesai dan struktur hierarki tersusun dengan baik, langkah berikutnya adalah melakukan penilaian atau pembobotan. Tahap ini dilakukan dengan cara membandingkan setiap elemen dalam hierarki secara berpasangan untuk mengetahui tingkat kepentingan relatif masing-masing elemen terhadap elemen lainnya.

3. Setelah proses pembobotan atau pengisian kuesioner selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah menyusun matriks perbandingan berpasangan. Matriks ini digunakan untuk menormalkan bobot atau tingkat kepentingan dari setiap elemen dalam masing-masing level hierarki. Pada tahap ini, analisis dapat dilakukan secara manual maupun dengan bantuan perangkat lunak, seperti program *Expert Choice*, agar proses perhitungan menjadi lebih mudah dan akurat.
4. Penetapan prioritas pada setiap tingkat hierarki dilakukan dengan membandingkan setiap kriteria dan alternatif secara berpasangan (*pairwise comparison*). Hasil dari perbandingan tersebut kemudian diolah untuk menentukan urutan atau peringkat dari seluruh alternatif yang ada. Baik kriteria yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif dapat dibandingkan berdasarkan penilaian yang telah ditetapkan, sehingga diperoleh bobot dan tingkat prioritas masing-masing. Perhitungan bobot atau prioritas ini dilakukan melalui pengolahan matriks atau dengan menggunakan persamaan matematis.
5. Sintesis prioritas merupakan tahap penggabungan hasil pembobotan dari setiap level dalam hierarki. Proses ini dilakukan dengan mengalikan nilai prioritas lokal suatu elemen dengan prioritas kriteria pada level di atasnya, lalu menjumlahkannya ke elemen-elemen lain yang dipengaruhi oleh kriteria tersebut. Hasil akhirnya disebut prioritas global, yaitu gabungan dari seluruh prioritas yang menunjukkan bobot keseluruhan setiap elemen, terutama pada level terendah dalam hierarki, sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan.
6. Pengambilan keputusan merupakan proses memilih satu alternatif terbaik dari beberapa pilihan yang ada, berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Dengan kata lain, tahap ini bertujuan untuk menentukan solusi yang paling sesuai dan efektif di antara berbagai kemungkinan yang telah dianalisis.

Nilai numerik yang digunakan dalam setiap perbandingan ditentukan berdasarkan skala 1 hingga 9 yang dikembangkan oleh Saaty (1993). Skala

ini berfungsi untuk menilai tingkat kepentingan relatif antara dua elemen dalam proses *pairwise comparison* atau perbandingan berpasangan. Secara umum, skala perbandingan yang dibuat oleh Saaty memiliki rentang nilai seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.21 berikut.

Tabel 2. 21 Skala Perbandingan Berpasangan

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
2	Sama pentingnya	
3	Sedikit lebih penting	Pengalaman dan penilaian sangat memihak satu elemen dibandingkan dengan pasangannya
5	Lebih penting	Satu elemen sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat nyata, dibandingkan dengan elemen pasangannya
7	Sangat penting	Satu elemen sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat, dibandingkan dengan elemen pasangannya
9	Mutlak lebih penting	Suatu elemen mutlak lebih disukai dibandingkan dengan pasangannya, pada tingkat keyakinan tertinggi
2,4,6,8	Nilai-nilai Tengah diantara dua pendapat yang berdampingan	Nilai-nilai ini diperlukan suatu kompromi

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
Kebalikan	Jika elemen I memiliki salah satu angka diatas ketika dibandingkan elemen j, maka j memiliki kebalikannya ketika dibanding elemen i	

Sumber : Saaty (1993)

2.8 Drainase

2.8.1 Pengertian Drainase

Drainase berasal dari kata *drainage* yang berarti mengalirkan, mengeringkan, menguras, membuang dan mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil drainase didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan maupun air irigasi dari suatu kawasan/lahan sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu. Dalam perencanaan selokan atau saluran drainase meliputi tiga proses yaitu analisis hidrologi, perhitungan hidrolika dan gambar rencana. Drainase berfungsi untuk mengeringkan wilayah genangan, mengatur akumulasi limpasan air hujan yang berlebihan dan memanfaatkannya untuk imbuhan air tanah, mengendalikan kerusakan jalan, kerusakan infrastruktur, erosi serta menjaga kualitas air (Suripin, 2004).

2.8.2 Jenis Drainase

Saluran drainase dibedakan menjadi beberapa jenis (Hasmar, 2004 dalam Niko, 2016) yaitu :

1. Menurut letak bangunan saluran drainase dibagi menjadi :

- Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*)

Drainase permukaan merupakan sistem drainase yang berkaitan dengan pengendalian aliran air limpasan permukaan.

- Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Sub Surface Drainage*)

Drainase bawah permukaan merupakan sistem drainase yang berkaitan dengan pengendalian aliran air limpasan permukaan, melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa) karena alasan-alasan tertentu.

2. Menurut sejarah terbentuknya saluran drainase dibagi menjadi :

- Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)

Saluran ini terbentuk secara alami dan tidak memiliki bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong dan lainnya. Saluran ini terbentuk akibat aliran air yang terus-menerus bergerak mengikuti gaya gravitasi, sehingga secara perlahan mengikis permukaan tanah dan akhirnya membentuk jalur aliran yang tetap, seperti halnya sungai.

- Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

Saluran ini dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, gorong-gorong, pipa-pipa, dan lainnya.

3. Drainase berfungsi mengalirkan air dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Menurut fungsinya saluran drainase dibagi menjadi :

- *Single Purpose*

Saluran ini berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lain.

- *Multi Purpose*

Saluran ini berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan secara bercampur dan bergantian, misalnya mengalirkan air buangan rumah tangga dan air hujan secara bersamaan.

4. Dalam merancang sistem drainase, hal pertama yang perlu diketahui adalah jenis konstruksi yang akan digunakan. Berikut ini merupakan jenis-jenis drainase berdasarkan bentuk atau konstruksinya :

- Saluran Terbuka

Saluran ini memiliki bagian atas yang terbuka dan langsung berhubungan dengan udara luar. Jenis saluran seperti ini umumnya digunakan untuk mengalirkan air hujan di area yang cukup luas, atau untuk saluran non-hujan yang tidak menimbulkan risiko bagi kesehatan maupun mengganggu lingkungan sekitar.

- Saluran Tertutup

Saluran ini memiliki bagian atas yang tertutup dan tidak langsung berhubungan dengan udara luar. Jenis saluran seperti ini umumnya digunakan untuk mengalirkan air kotor untuk saluran yang terletak di tengah kota.

2.8.3 Delineasi DTA

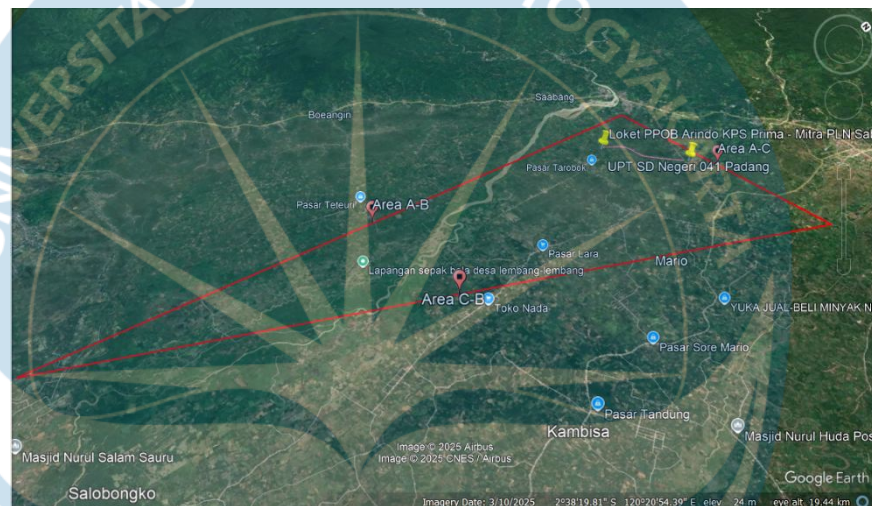
Deliniasi Daerah Tangkapan Air merupakan sebuah proses yang menggambarkan aliran air dari sumbernya menuju satu titik atau saluran tertentu. Dalam perencanaan jalan raya, Daerah Tangkapan Air (DTA) sangat berpengaruh terhadap kondisi jalan. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis deliniasi DTA untuk merancang sistem drainase atau saluran pembuangan air yang berfungsi secara optimal sesuai dengan tujuan utamanya (Gadeng dkk, 2020).

Daerah Tangkapan Air (DTA) merupakan suatu wilayah yang mencakup satu kesatuan sungai beserta anak-anak sungainya, yang dibatasi oleh punggung bukit atau pegunungan di sekitarnya. Wilayah ini berfungsi sebagai bagian dari sistem hidrologi yang menampung dan menyalurkan air hujan menuju sungai utama, danau, atau laut. Menurut SNI 03-3424-1994 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, untuk

panjang/luas bagian luar jalan (L3/A3) daerah pelayanan air ke saluran maksimum 100 m tergantung dari keadaan setempat.

2.8.4 Lokasi Daerah

Berikut adalah lokasi perencanaan drainase yang terletak di wilayah Luwu Utara, Sulawesi Selatan.



Gambar 2. 16 Lokasi Perencanaan Drainase

2.8.5 Analisis Data Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh ke permukaan bumi dalam jangka waktu tertentu, yang biasanya diukur dalam satuan milimeter (mm) di atas permukaan datar. Indonesia memiliki tingkat curah hujan yang bervariasi karena kondisi geografis dan perbedaan ketinggian di setiap daerah. Analisis data curah hujan sangat penting untuk menentukan curah hujan maksimum di suatu wilayah. Dalam perencanaan jalan di wilayah Luwu Utara, data curah hujan diambil dari Stasiun Klimatologi Sulawesi Selatan dengan rentang waktu pengamatan selama 10 tahun, yaitu dari tahun 1991 hingga 2000.

2.8.6 Analisis Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah metode yang digunakan dalam perencanaan sistem drainase untuk memperkirakan jumlah curah hujan yang mungkin terjadi dalam periode ulang tertentu, berdasarkan hasil analisis hidrologi. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk memahami hubungan antara kejadian hujan ekstrem dan frekuensi terjadinya, dengan memanfaatkan analisis distribusi probabilitas atau kemungkinan. Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan yang turun dalam jangka waktu tertentu. Semakin tinggi intensitasnya, semakin lebat pula hujan yang terjadi. Kriteria Pemilihan tiga metode curah hujan dapat dilihat pada tabel 2.22.

Tabel 2. 22 Kriteria Pemilihan Tiga Metode Curah Hujan

Luas DAS	Metode Hujan Rata-rata
DAS besar (>5000 km ²)	Metode Isohyet
DAS sedang (500-5000 km ²)	Metode Polygon Thiessen
DAS kecil (<5000 km ²)	Metode Rata-rata Aljabar

Sumber : Dr. Ir. Suripin, 2004

a) Metode Polygon Thiessen

Metode Poligon Thiessen adalah cara untuk menghitung rata-rata curah hujan dengan mempertimbangkan luas wilayah yang diwakili oleh setiap stasiun hujan. Metode ini biasanya digunakan ketika persebaran stasiun hujan di suatu wilayah tidak merata. Dengan demikian, curah hujan rata-rata dihitung berdasarkan besarnya area pengaruh dari masing-masing stasiun.

Rumus :

$$\bar{P} = \frac{(P_1 \times A_1) + (P_2 \times A_2) + \dots + (P_n \times A_n)}{A_{total}}$$

Keterangan :

$\bar{P}$ = Curah hujan maksimum rata-rata (mm)

$P_1, P_2, \dots, P_n$ = Curah hujan distasiun 1,2,..., n (mm)

$A_1, A_2, \dots, A_n$ = Luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, ..., n (km²)



Gambar 2. 17 DAS Polygon Theissen

2.8.7 Analisis Frekuensi Hidrologi

Analisis frekuensi merupakan metode yang digunakan untuk menentukan kemungkinan terjadinya curah hujan atau debit banjir dengan tujuan sebagai dasar perencanaan hidrologi, terutama dalam menghadapi kejadian ekstrem seperti banjir. Tujuan utama dari analisis ini adalah untuk memahami hubungan antara kejadian ekstrem dan frekuensi terjadinya dengan menggunakan distribusi probabilitas (Triatmodjo, 2008). Adapun tahapan dalam melakukan analisis frekuensi adalah sebagai berikut :

- Perhitungan Parameter Statistik

- a) Nilai Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

Keterangan :

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata curah hujan (cm)

$\sum Xi$ = Jumlah data curah hujan ke-1 (cm)

n = Banyaknya data hujan

b) Standar Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Keterangan :

Sd = Nilai rata-rata curah hujan (cm)

$\bar{X}$ = Jumlah data curah hujan ke-1 (cm)

n = Banyaknya data hujan

c) Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}}$$

d) Koefisien Skewness/kemiringan

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-1)Sd^3} \cdot \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3$$

e) Koefisien Kurtosis

$$Cv = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3}{Sd^4}$$

- Penentuan Jenis Sebaran

Jenis sebaran ditentukan dari hasil perbandingan perhitungan dengan parameter. Syarat penentuan jenis sebaran dapat dilihat pada table 2.23.

Tabel 2. 23 Parameter Statistik Penentuan Jenis Sebaran

Distibusi	Persyaratan
Normal	$C_s \approx 1$ $C_k \approx 3$
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3 C_v$ $C_k = C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3$
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
Log Person III	$C_s \neq 0$

Sumber : Triatmodjo, 2008

- Pengujian Sebaran

Pengujian sebaran dilakukan dengan menganalisis data curah hujan harian maksimum. Analisis ini dapat dilakukan menggunakan beberapa metode berikut :

- a) Perhitungan periode ulang hujan dengan metode distribusi normal dipengaruhi oleh nilai variabel reduksi Gauss, yang nilainya dapat dilihat pada tabel 2.24.

Tabel 2. 24 Nilai Variabel Reduksi Gauss

Periode Ulang T (tahun)	Peluang	K
1,001	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,010	0,990	-2,33
1,050	0,950	-1,64
1,110	0,900	-1,28
1,250	0,800	-0,84
1,330	0,750	-0,67
1,430	0,700	-0,52
1,670	0,600	-0,25
2,000	0,500	0

Periode Ulang T (tahun)	Peluang	K
2,500	0,400	0,25
3,330	0,300	0,52
4,000	0,250	0,67
5,000	0,200	0,84
10,000	0,100	1,28
20,000	0,050	1,64
50,000	0,020	2,05
100,000	0,010	2,33
200,000	0,005	2,58
500,000	0,002	2,88
1000,000	0,001	3,09

Sumber : Soewarno, 1995

Rumus mencari hujan periode ulang dengan metode distribusi normal Adalah sebagai berikut :

$$X_r = \bar{X} + K_T \cdot S_d$$

Keterangan ;

X_r = Curah hujan periode ulang (mm/hari)

$\bar{X}$ = Nilai hujan maksimum rata-rata (mm/hari)

K_T = Faktor frekuensi (nilai variabel reduksi *gauss*)

S_d = Standar deviasi (simpang baku)

b) Metode Distribusi Log Normal

Metode distribusi log normal menggunakan nilai logaritma dari distribusi normal dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S_d$$

Keterangan ;

X_T = Curah hujan periode ulang T tahun

$\bar{X}$ = Nilai hujan maksimum rata-rata (mm)

K_T = Standar variabel untuk periode ulang t tahun yang besarnya sesuai pada tabel 2.25

Sd = Standar deviasi (simpang baku)

Tabel 2. 25 Nilai Standar Variable Periode t tahun

T (Tahun)	Kt
1	-1.86
10	1.26
20	1.89
50	2.75
100	3.45

Sumber : Soewarno, 1995

- c) Curah hujan rencana untuk periode ulang tertentu dapat dihitung menggunakan metode Gumbel. Rumus perhitungannya mengacu pada persamaan yang dikemukakan oleh Soemarto (1999) sebagai berikut :

$$X_t = \bar{X} + \frac{Sd}{sn} (Y_t - Y_n)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Rumus untuk hubungan antara periode ulang T dengan Y_t dihitung sebagai berikut : Untuk $T \geq 20$, maka $Y = \ln T$

$$Y_T = -\ln \left[-\ln \frac{T-1}{T} \right]$$

Keterangan :

X_t = Hujan rencana dengan data ukur T tahun

$\bar{X}$ = Nilai curah hujan rata-rata (mm)

Y_t = Nilai reduksi varian dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang T tahun, dilihat pada tabel 2.26

Y_n = Nilai rata-rata dari reduksi variat, nilai tergantung jumlah data (n), dilihat pada tabel 2.27

S_n = Standar deviasi dari reduksi variat nilainya tergantung dari jumlah data (n), dilihat pada tabel 2.28

Tabel 2. 26 Nilai Reduksi Variat (YT)

No	Periode Ulang, T (tahun)	Reduce Variate (YT)
1.	2	0.3668
2.	5	1.5004
3.	10	2.251
4.	20	2.9028
5.	25	4.3117
6.	50	3.9028
7.	75	4.3117
8.	100	4.6012
9.	200	5.52969
10.	250	5.5206
11.	500	6.2149
12.	1000	6.9087
13.	5000	8.5188
14.	10000	9.2121

Sumber : Dr. Ir. Suripin, 2004

Tabel 2. 27 Nilai Reduksi Rata-rata (Yn)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5228	0.5157	0.5181	0.0.5302	0.5220
20	0.5236	0.5252	0.5283	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	05343.	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5402	0.5410	0.5418	0.5425	0.5430
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5663	0.5464	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5548	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.6500	0.5602	0.5603	0.5604	0.5606	0.5607	0.5608	0.5609	0.5610	0.5611

Sumber : Dr. Ir. Suripin, 2004

Tabel 2. 28 Nilai Standar Deviasi (Sn)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1086.
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2023	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065	1.2069	1.2073	1.2077	1.2081	1.2084	1.2087	1.2090	1.2093	1.2096

Sumber : Dr. Ir. Suripin, 2004

d) Terdapat beberapa karakteristik statistik yang dibutuhkan oleh distribusi Log Pearson Type III yaitu harga rata-rata (Mean), simpangan baku (Standar Deviasi), dan koefisien kemencengan. Menurut Soewarno (1995), langkah-langkah untuk menghitung curah hujan rencana adalah sebagai berikut :

1. Ubah data curah hujan harian maksimum tahunan selama n tahun ke dalam bentuk logaritma.
2. Hitung nilai rata-rata dari data logaritma tersebut dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n}$$

Keterangan :

Log $\bar{X}$ = Curah hujan

n = Jumlah data

X_i = Curah hujan rata-rata

3. Hitung harga simpangan baku (standar deviasi) :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{log } \bar{X})^2}{(n-1)(n-2)S^3}}$$

4. Hitung koefisien kemencengan :

$$C_s = \frac{n \sum (\log X_i - \sqrt{\log \bar{X}})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

5. Hitung logaritma curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu.

$$X_t = \bar{X} + k \cdot S$$

6. Menghitung koefisien kurtosis :

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \times \sum_{i=1}^n (\log(X_i) - \log \bar{X})^4$$

7. Menghitung koefisien variasi

$$C_v = \frac{s}{\log \bar{X}}$$

8. Menghitung nilai ekstrim :

$$\text{Log } X = \log \bar{X} + G \cdot S$$

9. Mencari antilog dari $\log x$ untuk mendapatkan (debit banjir) rancangan yang sesuai

e) Uji Kecocokan Distribusi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana distribusi frekuensi data sampel sesuai dengan fungsi peluang yang dianggap dapat mewakilinya. Dengan kata lain, uji ini bertujuan memastikan apakah model distribusi yang digunakan cocok dengan data yang ada. Proses ini melibatkan beberapa jenis pengujian parameter, yaitu :

1. Uji Smirnov-Kolmogorov

Berikut langkah-langkah uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov dengan cara yang mudah dipahami :

- Urutkan data dari nilai terbesar ke terkecil (atau sebaliknya), lalu tentukan nilai masing-masing data.

$$X_1 \rightarrow P(X_1)$$

$$X_2 \rightarrow P(X_2)$$

$$X_m \rightarrow P(X_m)$$

$$X_n \rightarrow P(X_n)$$

- Hitung peluang teoritis untuk setiap data berdasarkan fungsi distribusi yang digunakan.

- $X_1 \rightarrow P'(X_1)$

- $X_2 \rightarrow P'(X_2)$

- $X_m \rightarrow P'(X_m)$

- $X_n \rightarrow P'(X_n)$

- Bandingkan nilai peluang hasil pengamatan dengan peluang teoritis, kemudian cari selisih terbesar di antara keduanya.
- Gunakan tabel nilai kritis Smirnov-Kolmogorov (lihat Tabel 2.8) untuk menentukan nilai D_{kritis} .
- Bandingkan nilai hasil uji (D_{max}) dengan D_{kritis} :

Tabel 2. 29 Nilai Dkritis untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

N	Derajat Kepercayaan			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.3	0.34	0.4
20	0.23	0.26	0.19	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N > 50	$1.077/N^{0.5}$	$1.22/N^{0.5}$	$1.36/N^{0.5}$	$1.63/N^{0.5}$

Sumber : Dr. Ir. Suripin, 2004

2. Uji Chi Kuadrat (Chi Square)

Uji Chi-kuadrat digunakan untuk menilai apakah distribusi peluang yang dipilih sesuai atau dapat mewakili distribusi data sampel yang dianalisis. Dalam pengujian ini, keputusan diambil berdasarkan nilai parameter χ^2 (Chi-kuadrat), yang dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\chi^2_h = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan :

χ^2_h = Parameter chi-kuadrat terhitung

G = Jumlah sub kelompok

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-i

E_i = Jumlah nilai toritis pada sub kelompok ke-i

Berikut langkah-langkah uji parameter chi-kuadrat dengan cara yang mudah dipahami :

- Urutkan data hasil pengamatan dari nilai terkecil hingga terbesar.
- Kelompokkan data tersebut menjadi G subgrup, di mana setiap subgrup minimal terdiri dari 4 data pengamatan.
- Hitung jumlah data hasil pengamatan untuk setiap subgrup dan nyatakan sebagai O_i .
- Hitung pula jumlah data yang diperoleh dari distribusi teoritis untuk setiap subgrup dan nyatakan sebagai E_i .
- Selanjutnya, hitung nilai perbandingan antara O_i dan E_i untuk masing-masing subgrup dengan rumus berikut :

$$(O_i - E_i) \text{ dan } \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

- Jumlah keseluruhan G sub grup $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk nilai chi kuadrat terhitung .
- Tentukan derajat kebebasan dengan rumus $dk = G - R - 1$, di mana $R = 2$ untuk distribusi normal dan binomial, serta $R = 1$ untuk distribusi Poisson. Distribusi frekuensi dianggap sesuai atau dapat diterima jika nilai $X^2_h < X^2$ Nilai X^2 diperoleh berdasarkan tingkat signifikansi (α) dan derajat kebebasan yang telah ditentukan. Nilai derajat kebebasan tersebut dapat dilihat pada tabel Chi-kuadrat.

Tabel 2. 30 Nilai Kritis untuk Uji Chi-Kuadrat

dk	Derajat Kebebasan				
	0.975	0.95	0.05	0.025	0.01
1	0.00098	0.0039	3.841	5.024	6.635
2	0.0506	0.103	5.991	7.278	9.21
3	0.216	0.352	7.815	9.348	11.345
4	0.484	0.711	9.488	11.148	12.277
5	0.831	1.145	11.07	12.832	15.086
6	1.237	1.635	12.592	14.449	16.812
7	1.69	2.167	14.067	16.013	18.475
8	2.18	2.733	15.507	17.535	20.09
9	2.7	3.325	16.919	19.023	21.666
10	3.247	3.94	18.307	20.483	23.209

Sumber : Dr. Ir. Suripin, 2004

2.8.8 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merupakan jumlah air hujan yang turun dalam satuan waktu tertentu, yang biasanya dinyatakan dalam bentuk tinggi atau volume curah hujan. Besarnya intensitas dipengaruhi oleh durasi dan frekuensi hujan. Umumnya, semakin singkat waktu hujan terjadi, maka intensitasnya akan semakin tinggi.

1. Rumus Mononobe

Rumus ini dapat digunakan ketika data yang tersedia hanya berupa data curah hujan harian.

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

Keterangan :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

2.8.9 Debit Banjir Rencana

1. Metode Rasional

Perhitungan debit saluran dilakukan dengan menggunakan metode rasional yang telah dimodifikasi, yang bertujuan untuk memperkirakan besarnya debit aliran terhadap waktu. Dalam metode ini, intensitas aliran permukaan dianggap sama dengan intensitas curah hujan per jam, di mana analisis intensitas hujan didasarkan pada waktu konsentrasi. Metode ini memerlukan dua jenis koefisien, yaitu koefisien pengaliran (C) yang bergantung pada kondisi permukaan tanah, dan koefisien penyimpangan (Cs). Rumus Metode Rasional :

$$Q = 0,278 C \times Cs \times I \times A$$

$$C = \frac{2tc}{2tc + td}$$

$$t_c = t_0 + t_d$$

$$t_d = \frac{L}{V}$$

Keterangan :

Q = Debit banjir rencana (m³/detik)

C = Koefisien pengaliran yang tergantung dari permukaan tanah daerah perencanaan

Cs = Koefisien penyimpangan

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (catchment area)(km²)

t_c = Waktu konsentrasi untuk daerah saluran drainase perkotaan terdiri dari t₀ dan t_d

t₀ = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir melalui permukaan tanah ke saluran terdekat (menit)

t_d = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir di dalam saluran ke tempat yang direncanakan (menit)

2.8.10 Analisis Koefisien Limpasan (C)

Koefisien limpasan (C) adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar air hujan yang meresap ke dalam tanah dan seberapa banyak yang menjadi aliran permukaan. Nilai ini diperoleh dari perbandingan antara volume air yang mengalir di permukaan dengan total volume air hujan yang jatuh di suatu wilayah. Koefisien pengaliran (C) dipengaruhi kondisi permukaan tanah (tata guna lahan) pada daerah layanan dan kemungkinan perubahan tata guna lahan. Angka ini akan mempengaruhi debit yang mengalir sehingga dapat diperkirakan daya tampung saluran. Untuk itu diperlukan peta topografi dan melakukan survey lapangan agar corak topografi daerah proyek dapat lebih diperjelas (lihat pada gambar tabel 7 Koefisien Pengaliran C)

2.8.11 Faktor Limpasan (fk)

Merupakan faktor atau angka yang dikalikan dengan koefisien runoff biasa dengan tujuan agar kinerja saluran tidak melebihi kapasitasnya akibat daerah pengaliran yang terlalu luas. Harga faktor limpasan (fk) disesuaikan dengan kondisi permukaan tanah.

Tabel 7 : Koefisien pengaliran C

No.	Kondisi permukaan tanah	Koefisien pengaliran (C)
1.	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95
2.	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70
3.	Bahu jalan :	
	- Tanah berbutir halus	0,40 – 0,65
	- Tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20
	- Batuan masif keras	0,70 – 0,85
	- Batuan masif lunak	0,60 – 0,75
4.	Daerah perkotaan	0,70 – 0,95
5.	Daerah pinggir kota	0,60 – 0,70
6.	Daerah industri	0,60 – 0,90
7.	Permukiman padat	0,60 – 0,80
8.	Permukiman tidak padat	0,40 – 0,60
9.	Taman dan kebun	0,20 – 0,40
10.	Persawahan	0,45 – 0,60
11.	Perbukitan	0,70 – 0,80
12.	Pegunungan	0,75 – 0,90

Sumber : Petunjuk desain drainase permukaan jalan No. 008/T/BNKT/1990, Binkot, Bina Marga, Dep. PU, 1990.

Gambar 2. 18 Harga Koefisien Pengaliran (C)

Bila daerah pengaliran atau daerah layanan terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C yang berbeda, Harga C rata-rata ditentukan dengan persamaan berikut:

$$C = \frac{C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

Keterangan :

C_1, C_2, C_3 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi muka permukaan

A_1, A_2, A_3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

2.8.12 Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu terpanjang yang dibutuhkan untuk seluruh daerah layanan dalam menyalurkan aliran air secara simultan (*runoff*) setelah melewati titik-titik tertentu. Waktu konsentrasi untuk saluran terbuka dihitung dengan rumus di bawah ini.

$$T_c = t_1 + t_2$$

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times I_0 \times \left(\frac{nd}{\sqrt{i_s}}\right)^{0,167}\right)$$

$$t_d = \frac{L}{60V}$$

Keterangan :

Tc = Waktu konsentrasi (menit)

t₀ = Waktu untuk mencapai awal saluran dari titik terjauh (menit)

t_d = Waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran (menit)

I₀ = Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = Panjang saluran (m)

nd = Koefisien hambatan (dilihat pada gambar 2.20 tabel 1)

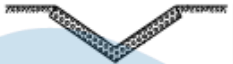
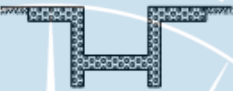
i_s = Kemiringan daerah pengaliran

V = Kecepatan air rata-rata pada saluran drainase (mm/detik)

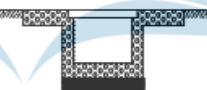
2.8.13 Bentuk Penampang Saluran Drainase

Tipe dan jenis bahan saluran didasarkan atas kondisi tanah dasar dan kecepatan abrasi air (lihat pada gambar 2.27).

Tabel 7 Tipe penampang saluran samping jalan

No	Tipe saluran samping	Potongan melintang	Bahan yang digunakan
1	Bentuk trapesium		tanah Asli
2	Bentuk segitiga		pasangan batu kali atau tanah asli
3	Bentuk trapesium		pasangan batu kali
4	Bentuk segiempat		pasangan batu kali

Tabel 7 (lanjutan)

No	Tipe saluran samping	Potongan melintang	Bahan yang dipakai
5	Bentuk segiempat		beton bertulang pada bagian dasar diberi lapisan pasir ± 10 cm
6	Bentuk segiempat		beton bertulang pada bagian dasar diberi lapisan pasir ± 10 cm, pada bagian atas ditutup dengan plat beton bertulang
7	Bentuk segiempat		pasangan batu kali pada bagian dasar diberi lapisan pasir ± 10 cm, pada bagian atas ditutup dengan plat beton bertulang
8	Bentuk setengah lingkaran		pasangan batu kali atau beton bertulang

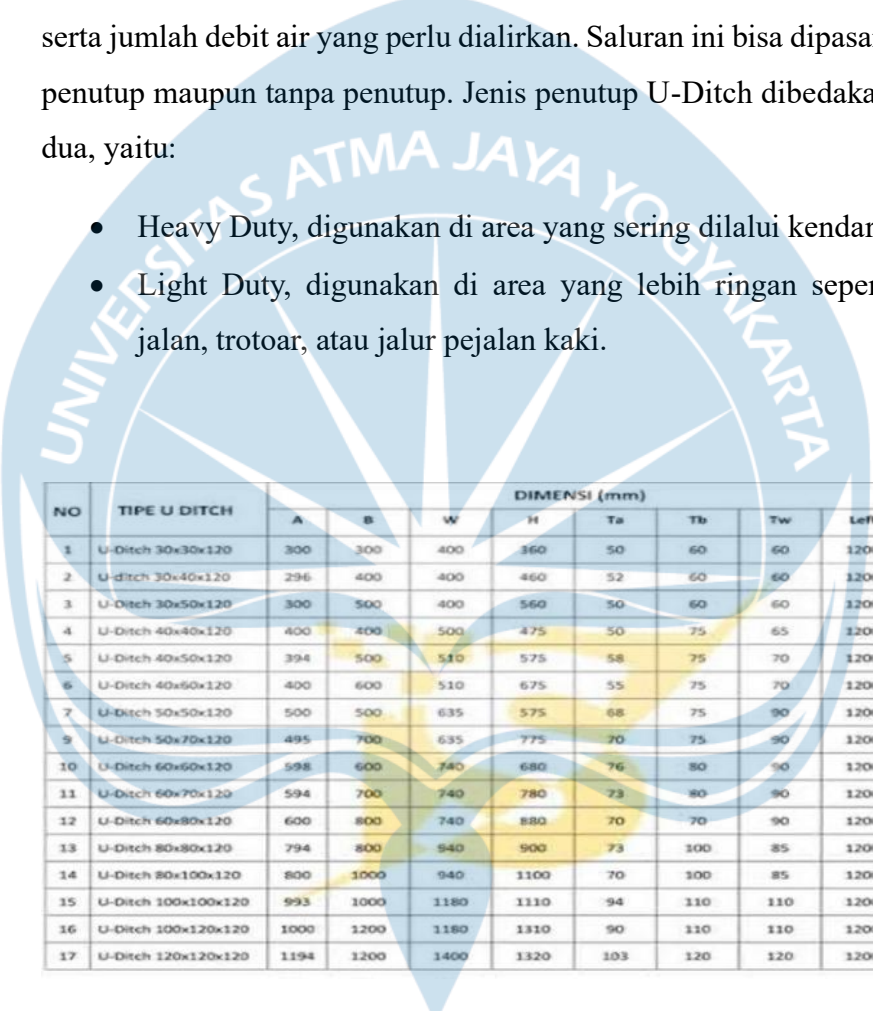
Gambar 2. 19 Bentuk Penampang Saluran Samping Jalan

2.8.14 U-Ditch

U-Ditch merupakan jenis beton pracetak yang sering digunakan dalam konstruksi sebagai saluran drainase. Karena berbentuk saluran terbuka, biasanya U-Ditch dilengkapi dengan penutup (cover) agar lebih aman dan

rapi. Kelebihan U-Ditch antara lain memiliki mutu beton sesuai standar SNI 1725:2016, tahan terhadap berbagai kondisi cuaca, mampu menyalurkan air dengan debit tinggi, serta mempercepat proses pembangunan sehingga mengurangi gangguan terhadap aktivitas masyarakat di sekitar proyek. Ukuran atau dimensi U-Ditch dapat disesuaikan dengan kondisi di lapangan serta jumlah debit air yang perlu dialirkan. Saluran ini bisa dipasang dengan penutup maupun tanpa penutup. Jenis penutup U-Ditch dibedakan menjadi dua, yaitu:

- Heavy Duty, digunakan di area yang sering dilalui kendaraan berat.
- Light Duty, digunakan di area yang lebih ringan seperti pinggir jalan, trotoar, atau jalur pejalan kaki.



NO	TIPE U DITCH	DIMENSI (mm)								BERAT (Kg)
		A	B	W	H	Ta	Tb	Tw	Leff	
1	U-Ditch 30x30x120	300	300	400	360	50	60	60	1200	177
2	U-ditch 30x40x120	296	400	400	460	52	60	60	1200	193
3	U-Ditch 30x50x120	300	500	400	560	50	60	60	1200	220
4	U-Ditch 40x40x120	400	400	500	475	50	75	65	1200	247
5	U-Ditch 40x50x120	394	500	510	575	58	75	70	1200	279
6	U-Ditch 40x60x120	400	600	510	675	55	75	70	1200	310
7	U-Ditch 50x50x120	500	500	635	575	68	75	90	1200	367
9	U-Ditch 50x70x120	495	700	635	775	70	75	90	1200	454
10	U-Ditch 60x60x120	598	600	740	680	76	80	90	1200	436
11	U-Ditch 60x70x120	594	700	740	780	73	80	90	1200	479
12	U-Ditch 60x80x120	600	800	740	880	70	70	90	1200	522
13	U-Ditch 80x80x120	794	800	940	900	73	100	85	1200	657
14	U-Ditch 80x100x120	800	1000	940	1100	70	100	85	1200	749
15	U-Ditch 100x100x120	993	1000	1180	1110	94	110	110	1200	1124
16	U-Ditch 100x120x120	1000	1200	1180	1310	90	110	110	1200	1259
17	U-Ditch 120x120x120	1194	1200	1400	1320	103	120	120	1200	1629

Gambar 2. 20 Tipe dan Dimensi U-DITCH