

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Jalan Rel

Perencanaan jalur kereta api harus dilakukan dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip teknis dan tanggung jawab profesional. Secara teknis, jalur rel harus mampu mendukung operasional kereta api dengan aman serta memenuhi standar kenyamanan tertentu selama masa layanannya. Proses perencanaan konstruksi rel dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kapasitas beban, kecepatan maksimum, beban gandar, dan pola operasi. Berdasarkan pertimbangan tersebut, jalur rel diklasifikasikan untuk memastikan perencanaan dan implementasi yang sesuai dengan kebutuhan operasional.

2.1.1 Menurut Lebar Sepur

Lebar sepur didefinisikan sebagai jarak minimum antara dua kepala rel, diukur dari sisi dalam satu rel ke sisi dalam rel lainnya. Meskipun terdapat variasi dalam dimensi rel yang digunakan, lebar sepur ini bersifat konstan dan tidak mengalami perubahan. Secara umum, terdapat tiga jenis lebar sepur yang digunakan dalam sistem perkeretaapian. Berikut adalah tiga tipe sepur :

- a. Sepur sempit yang mempunyai lebar kurang dari 1435 mm.
- b. Sepur standar yang mempunyai lebar 1435 mm atau 4 feet 8,5 inch.
- c. Sepur standar yang mempunyai lebar sepur lebih besar dari 1435 mm.

2.1.2 Menurut Kecepatan Maksimum

Dalam perencanaan jalur rel, kecepatan maksimum yang diizinkan merupakan salah satu faktor utama yang perlu diperhatikan. Parameter ini berpengaruh signifikan terhadap desain geometrik, sistem persinyalan, dan berbagai elemen penting lainnya dalam konstruksi jalur rel. Informasi terkait kecepatan maksimum yang diizinkan dapat ditemukan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kecepatan Maksimum

Kelas Jalan Rel	Kecepatan Maksimum (km/jam)
I	120
II	110
III	100
IV	90
V	80

Besarnya kecepatan rancangan untuk perencanaan jalan rel dapat dihitung menggunakan rumus :

- a. Untuk perencanaan struktur jalan rel

$$V_{perancangan} = 1,25 \times V_{maksimum} \dots \dots \dots \text{Persamaan (1)}$$

- b. Untuk perencanaan lengkung peralihan

$$V_{perancangan} = V_{maksimum} \dots \dots \dots \text{Persamaan (2)}$$

2.1.3 Menurut Kelandaian

Kecepatan perancangan jalur rel dipengaruhi oleh faktor kelandaian atau gradien lintasan. Gradien yang terlalu curam dapat membatasi kecepatan maksimum yang aman bagi operasional kereta api. Sebaliknya, gradien yang lebih landai memungkinkan pencapaian kecepatan lebih tinggi dan meningkatkan efisiensi perjalanan. Klasifikasi lintas jalur rel berdasarkan tingkat kelandaian dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kelandaian

Kelompok Lintas Jalan Rel	Kelandaian (‰)
Lintas Datar	0 sampai 10‰
Lintas Pegunungan	10‰ sampai 40‰
Lintas dengan Rel Gigi	40‰ sampai 80‰

Sumber : PD 10

Pada area emplasemen, gradien jalur rel dibatasi dalam rentang 0 – 1,5‰ dengan tujuan sebagai berikut:

- a. Mencegah pergerakan spontan kereta api yang berhenti akibat pengaruh berat sendiri, hembusan angin, atau dorongan eksternal lainnya.

- b. Memastikan bahwa lokomotif yang mulai bergerak hanya perlu mengatasi tahanan awal tanpa terbebani oleh tambahan energi untuk melawan kemiringan lintasan.

2.1.4 Menurut Jumlah Jalur

Pengelompokan jalur didasarkan pada jumlah lintasan yang tersedia di lintas bebas. Klasifikasi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Jalur tunggal (single track): Lintas bebas terdiri dari satu jalur yang digunakan untuk melayani pergerakan kereta api dari dua arah secara bergantian.
- b. Jalur ganda (double track): Lintas bebas terdiri dari dua jalur, di mana setiap jalur didedikasikan untuk melayani pergerakan kereta api dalam satu arah tertentu.

2.1.5 Menurut Kelas Jalan Rel

Sejak tahun 1986, perencanaan dan perancangan jalur rel di Indonesia, yang mengacu pada Peraturan Dinas 10 PJKA, menerapkan standar beban gandar tunggal sebesar 18 ton. Standarisasi ini mempermudah dan meningkatkan efisiensi proses perencanaan dan konstruksi jalur rel. Penerapan beban gandar seragam ini memiliki beberapa tujuan, yaitu:

- a. Memungkinkan perpindahan kereta penumpang maupun barang dari satu jalur ke jalur lainnya tanpa perlu mengurangi muatannya terlebih dahulu.
- b. Memastikan bahwa setiap lokomotif dapat dioperasikan di seluruh jalur, meskipun memiliki kelas yang berbeda. Karena beban gandar telah ditetapkan sama untuk setiap kelas, maka klasifikasi jalan rel hanya didasarkan pada kapasitas angkut lintas dan atau kecepatan maksimum. Kapasitas angkut lintas merujuk pada jumlah angkutan yang melewati suatu jalur dalam satu tahun, dengan satuan ton per tahun, sebagaimana tercantum dalam Tabel 2. 3.

Tabel 2.3 Kapasitas Angkut Lintas Kereta Api

Kelas Jalan Rel	Kapasitas Angkut Lintas (x 10 ⁶ ton/tahun)	Kecepatan Maksimum (km/jam)	Beban Gandar Maksimum (ton)
I	> 20	120	18
II	10 – 20	110	18
III	5 – 10	100	18
IV	2,5 – 5	90	18
V	< 2,5	80	18

2.2 Susunan Jalan Rel

Susunan jalan rel mengacu pada susunan atau struktur fisik dari jalur rel.

2.2.1 Rel

a. Umum

Rel merupakan komponen utama dalam perencanaan dan pembangunan jalur kereta api. Terdapat tiga jenis rel yang umum digunakan, yaitu sebagai berikut:

1. Rel untuk jalan (jalan rel). Rel kereta api dibagi berdasarkan beratnya menjadi dua kategori: rel berat, yang memiliki berat lebih dari 30 kg/m, dan rel ringan yang memiliki berat kurang dari 30 kg/m.
2. Rel untuk keram.
3. Rel untuk elevator.

b. Tipe dan karakteristik penampang

Klasifikasi tipe rel dalam sistem kereta api juga bisa dikelompokkan berdasarkan kelas jalan, yang terdiri dari 5 kelas dapat di lihat pada tabel 2.4. Setiap kelas jalan memiliki tipe rel yang berbeda, dengan karakteristik dan aplikasi yang bervariasi, tergantung pada kebutuhan dan persyaratan dari jalur kereta api tersebut. Pemilihan tipe rel yang sesuai sangat penting untuk memastikan keamanan, kenyamanan, dan efisiensi perjalanan. Rel merupakan salah satu komponen utama dalam sistem kereta api.

Klasifikasi tipe rel berdasarkan kelas jalan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 4 Tipe Rel

Kelas Jalan	Tipe Rel
I	R 60 / R 54
II	R 54 / R 50
III	R 54 / R 50 / R 42
IV	R 54 / R 50 / R 42
V	R 42

Karakteristik dari penampang jalan rel merupakan aspek yang sangat penting dalam sistem kereta api. Penampang jalan rel dikategorikan berdasarkan geometri jalan yang disesuaikan sesuai dengan tipe rel yang digunakan, seperti tercantum dalam tabel 2.5 dibawah.

Tabel 2.5 Karakteristik Penampang Rel

Besaran Geometri Rel	Tipe Rel			
	R 42	R 50	R 54	R 60
H (mm)	138	153	159	172
B (mm)	110	127	140	150
C (mm)	68,5	65	70	74,3
D (mm)	13,5	15	16	16,5
E (mm)	40,5	49	49,4	51
F (mm)	23,5	30	30,2	31,5
G (mm)	72	76	74,79	80,95
R (mm)	320	500	508	120
A (cm ²)	54,26	64,2	69,34	76,86
W (kg/m)	42,59	50,4	54,43	60,34
I _x (cm ⁴)	1369	1960	2346	3055
Y _b (mm)	68,5	71,6	76,2	80,95
A = Luas penampang				
W = Berat rel permeter				
I _x = Momen inersia terhadap sumbu x				
Y _b = Jarak tepi bawah rel ke garis netral				

Rel berdasarkan panjangnya dapat dibedakan menjadi tiga jenis rel, yaitu:

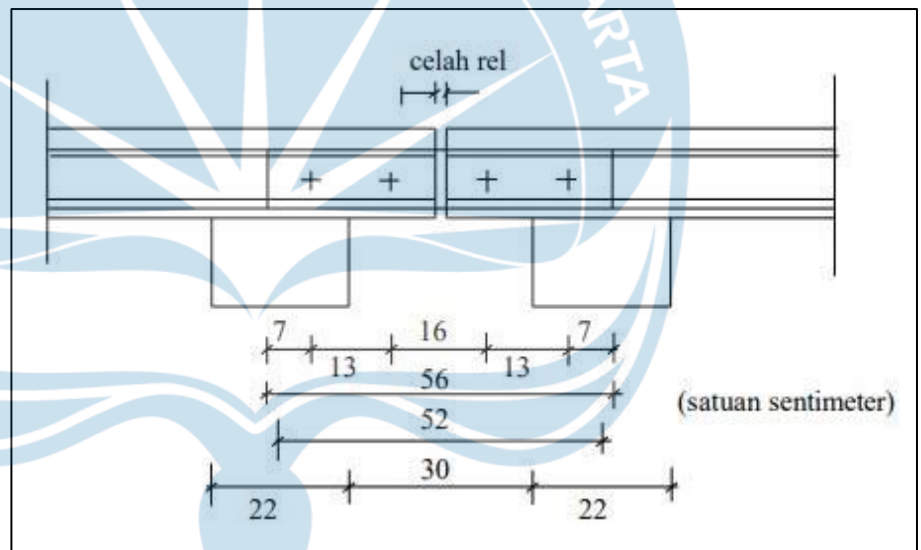
1. Rel standar merupakan rel dengan panjang 25 m.
2. Rel pendek merupakan rel dengan panjang maksimal 100 m.
3. Rel panjang merupakan rel dengan panjang tercantum minimumnya.

c. Sambungan Rel

Sambungan rel merupakan struktur yang menghubungkan dua ujung rel secara kokoh sehingga operasi kereta api tetap aman dan nyaman. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan PM 60 Tahun 2012, sambungan rel yang dimaksud dalam pasal tersebut adalah yang menggunakan pelat penyambung dan baut mur. Ada 2 jenis sambungan rel berdasarkan kedudukannya terhadap bantalan:

1. Sambungan melayang

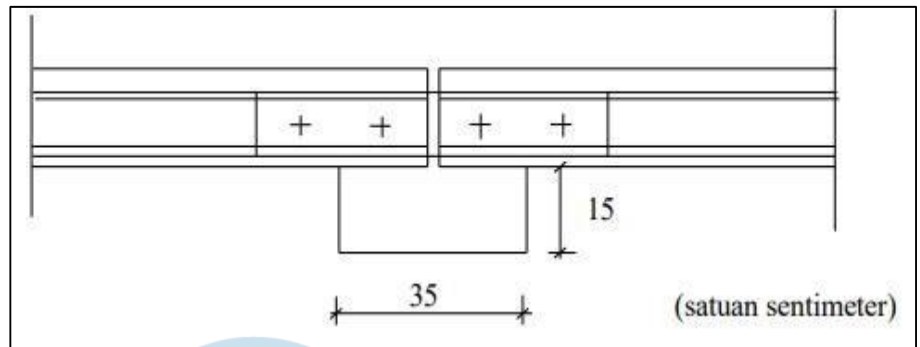
Sambungan rel melayang merupakan jenis sambungan antara dua batang rel yang tidak langsung disangga oleh bantalan atau struktur pendukung di bawahnya. Dapat di lihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Sambungan Melayang

2. Sambungan menumpu

Sambungan menumpu rel kereta api adalah jenis sambungan di mana dua batang rel yang disambungkan didukung langsung oleh bantalan atau struktur pendukung yang berada di bawahnya. Dalam metode ini, ujung-ujung rel yang terhubung diletakkan tepat di atas bantalan, sehingga beban dari roda kereta yang melintas disalurkan langsung ke bantalan tersebut. Dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Sambungan Menumpu

3. Sambungan Siku

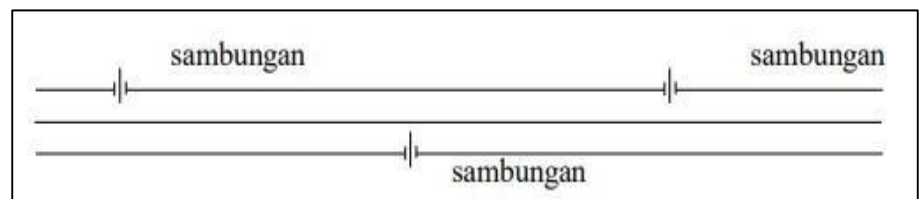
Penempatan sambungan dapat dilakukan dengan beberapa metode, antarlain penempatan secara siku, dimana kedua sambungan berada pada satu garis tegak lurus terhadap sumbu sepur. Penempatan secara berselang - seling, dimana kedua sambungan tidak berada pada satu garis tegak lurus terhadap sambungan rel di jembatan. Dapat di lihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sambungan Siku

4. Sambungan Berselang – seling

Sambungan berselang-seling rel kereta api merupakan teknik penyambungan rel di mana titik sambungan antara dua batang rel pada satu sisi jalur tidak sejajar dengan sambungan rel di sisi jalur lainnya. Dengan kata lain, sambungan rel di sisi kanan dan kiri ditempatkan secara bergantian atau tidak berhadapan langsung. Dapat di lihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Sambungan berselang – seling

Dalam daerah bentang jembatan, sebaiknya tidak ada sambungan rel. Rel yang terpasang pada bantalan harus bisa bergerak mengikuti

getaran pemikulannya. Getaran pemikul adalah bagian dari konstruksi jembatan dimana bantalan menopang secara langsung. Jika menggunakan rel standar atau rel pendek, sambungan rel harus ditempatkan di luar pangkal jembatan. Jika menggunakan rel panjang, jarak antara ujung jembatan dengan daerah muai rel itu seperti pada tabel 2.6 dan gambar 2.5 berikut.

Tabel 2.6 Panjang daerah muai

Jenis Bantalan	Tipe Rel			
	R 42	R 50	R 54	R 60
Bantalan Kayu	165	190	200	225
Bantalan Beton	100	115	125	140



Gambar 2.5 Penempatan sambungan rel panjang yang melintasi jembatan.

L_{dm} = Panjang daerah muai rel.

2.2.2 Wesel

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan PM 60 Tahun 2012, fungsi utama dari wesel adalah untuk memungkinkan pengalihan kereta dari satu jalur rel ke jalur rel lainnya. Terdapat berbagai jenis wesel dalam sistem rel, termasuk wesel biasa, wesel tiga jalan, dan wesel Inggris. Komponen-komponen wesel meliputi lidah, jarum beserta sayapnya, rel lantak, rel paksa, dan sistem penggerak. Nomor dan kecepatan izin pada wesel dapat dilihat dalam tabel 2.7.

Tabel 2.7 Nomor wesel beserta kecepatan izinnnya

tg	1: 8	1: 10	1: 12	1: 14	1: 16	1: 20
No. wesel	W8	W10	W12	W14	W16	W20
Kecepatan ijin (km/j)	25	35	45	50	60	70

2.2.3 Penambatan Rel

Dalam Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012, penambat rel merupakan suatu komponen yang menambatkan rel pada bantalan dengan sedemikian rupa, hingga posisi rel tetap, tidak bergeser, dan kokoh. Penambat elastik dan penambat kaku adalah jenis penambat yang digunakan (Menteri Perhubungan, 2012). Penambat elastik terbagi menjadi dua, yaitu penambat elastik tunggal dan penambat elastik ganda. Untuk penambat ganda itu sendiri terdiri dari pelat andas, batang atau pelat jepit elastik, alas, tarpon, mur, dan baut. Sedangkan penambat kaku sendiri terdiri atas tirpon, mur, dan baut. Dalam hal ini, pelat landas tidak dibutuhkan pada bantalan beton, akan tetapi karet las (*rubber pad*) rel harus dicocokkan dengan kecepatan maksimum.

Semua kelas jalan rel tidak dapat menggunakan penambat kaku. Jalan rel kelas 4 dan kelas 5 hanya dapat menggunakan penambat elastik tunggal. Jalan rel untuk semua kelas dapat menggunakan penambat elastik ganda, tetapi tidak disarankan untuk jalan rel kelas 5. Persyaratan bahan untuk penambat harus memenuhi persyaratan bahan yang ada pada Peraturan Dinas No. 10.

2.2.4 Bantalan

Bantalan berfungsi untuk meneruskan bahan dari rel ke ballast, menopang lebar sepur dan stabilitas kearah luar jalan rel (Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012). Untuk pemilihan bantalan itu sendiri dapat didasari dengan kelas yang sesuai dengan klasifikasi jalan rel Indonesia. Bantalan terbagi dalam berbagai jenis bantalan, yaitu bantalan beton, bantalan kayu, dan bantalan baja. Dalam hal ini, bantalan beton juga terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu bantalan beton tunggal depan, bantalan beton pratekan blok tunggal dengan proses *posttension*, dan bantalan beton blok ganda. Jarak yang digunakan untuk bantalan adalah 1.667 buah tiap kilometer panjang. Pada lengkungan, jarak bantalan yang digunakan sebesar 60 cm diukur dari rel luar.

2.2.5 Ballast

Lapisan ballast pada dasarnya adalah terusan dari lapisan tanah

dasar dan terletak di tempat dengan konsentrasi tegangan tertinggi karena lalu lintas kereta di jalan rel. Karena itu, material yang digunakan untuk membentuknya harus sangat dipilih. Sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012, *ballast* memiliki fungsi utama yaitu:

1. Meneruskan dan menyebarkan beban bantalan ke tanah dasar.
2. Mengokohkan kedudukan bantalan.
3. Meluruskan air sehingga tidak terjadi penggenangan air di sekitar bantalan rel.

Untuk mengurangi biaya pembuatan jalan rel, lapisan *ballast* dibagi menjadi dua. Lapisan atas terbuat dari material pembentuk yang sangat baik, dan lapisan bawah terbuat dari material pembentuk yang tidak sebaik lapisan atas.

2.3 Geometri Jalan

Geometri jalan rel direncanakan berdasarkan pada kecepatan rencana serta ukuran kereta yang melewatinya dengan memperhatikan faktor keamanan, kenyamanan, ekonomi, dan keserasian dengan lingkungan sekitarnya (PM 60 Tahun 2012). Geometri jalan memiliki persyaratan yang wajib untuk dipenuhi, seperti lebar jalan rel, kelandaian, lengkung, pelebaran jalan rel, dan peninggian rel.

2.3.1 Lebar Jalan Rel

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012, lebar jalan rel merupakan jarak yang terkecil dari kedua sisi kepala rel yang diukur pada 0-14 mm dibawah permukaan teratas rel. Disini lebar jal rel yang digunakan adalah 1.067 mm.

Tabel 2.8 Lebar Jalan Rel 1.067 mm

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	Vmaks (km/jam)	Pmaks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambat	Tebal <i>Ballast</i> Atas (cm)	Lebar Bahu <i>Ballast</i> (cm)
					Jarak Antara Sumbu Bantalan (cm)			
I	$> 20.10^6$	120	18	R.60/ R.54	<u>Beton</u> 60	Elastis Ganda	30	60
II	10.10^6 - 20.10^6	110	18	R.54/ R.50	<u>Beton/Kayu</u> 60	Elastis Ganda	30	50

III	5.10^6 - 10.10^6	100	18	R.54/ R.50/ R.42	$\frac{\text{Beton/Kayu/Baja}}{60}$	Elastis Ganda	30	40
IV	$2,5.10^6$ - 5.10^6	90	18	R.54/ R.50/ R.42	$\frac{\text{Beton/Kayu/Baja}}{60}$	Elastis Ganda/Tun ggal	25	40
V	$< 2,5.10^6$	80	18	R.42	$\frac{\text{Bkayu/Baja}}{60}$	Elastis Tunggal	25	35

Penyimpangan lebar jalan rel untuk lebar 1.067 mm yang dapat diterima +2 mm dan -0 untuk jalan rel baru dan +4 mm dan -2 mm untuk jalan rel yang telah beroperasi.

2.3.2 Kelandaian

Sebuah kelandaian harus memenuhi persyaratan landai penentu, landai curam, dan landai emplasemen. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012, landai penentu adalah landai terbesar yang ada di lintas lurus. Landai penentu dan kelandain diklasifikasikan berdasarkan ketentuannya masing-masing. Emplasemen maksimum kelandaian adalah 1,5 ‰.

Tabel 2.10 Landai Penentu

Kelas Jalan Rel	Landai Penentu Maksimum
1	10‰
2	10‰
3	20‰
4	25‰
5	25‰

Tabel 2.9 Kelandaian

Kelompok	Kelandaian
Emplasemen	0 sampai 1,5%
Lintas Datar	0 sampai 10%
Lintas Pegunungan	10% sampai 40%
Lintas Dengan Rel Gigi	40 sampai 80%

2.3.3 Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal merupakan proyeksi dari sumbu jalan rel pada bidang vertikal yang berfungsi untuk menghubungkan dua kemiringan yang berbeda. Nilai jari-jari minimum pada lengkung vertikal dipengaruhi oleh kecepatan rencana. Jari-jari minimum lengkung vertikal dapat dilihat pada tabel 2.11.

Tabel 2.11 Jari-jari minimum lengkung vertikal

Kecepatan rencana (Km/Jam)	Jari - Jari Minimum Lengkung Vertikal (Meter)
Lebih besar dari 100	8000
Sampai	6000

2.3.4 Lengkung Horizontal

Alinemen horizontal merupakan sudut pandang sumbu rel pada bidang horizontal, alinemen horizontal sendiri terdiri dari lengkungan dan garis lurus. Klasifikasi lengkung horizontal didasarkan dengan kecepatan rencana (km/jam).

Tabel 2.12 Jari-Jari Minimum yang Diijinkan

Kecepatan Rencana (Km/Jam)	Jari - Jari minimum lengkung lingkaran tanpa lengkung peralihan (m)	Jari - Jari minimum lengkung lingkaran yang diijinkan dengan lengkung peralihan (m)
120	2370	780
110	1990	660
100	1650	550
90	1330	440
80	1050	350
70	810	270
60	600	200

Lengkung peralihan adalah lengkung dengan jari-jari yang berubah. Ini digunakan untuk beralih antara bagian yang lurus atau lingkaran dan antara dua jari-jari yang berbeda.

V_{maks} : 120 km/jam

$V_{rencana}$: 1.25×120 km/jam : 150 km/jam

$R_{min FC}$: 2370 m

Rmin SCS : 780 m



2.3.5 Pelebaran Jalan Rel

Berdasarkan Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012, pelebaran jalan rel dilaksanakan agar roda kendaraan rel bisa melintasi lengkung tanpa mengalami hambatan. Pelebaran jalan rel tiap jari-jari tikungan dapat dilihat pada tabel 2.13.

Tabel 2.13 Pelebaran Jalan Rel

Jari - Jari Tikung (m)	Pelebaran
$R > 600$	0
$550 < R \leq 600$	5
$400 < R \leq 550$	10
$350 < R \leq 400$	15
$100 < R \leq 350$	20

2.3.6 Peninggian Jalan Rel

Untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang dialami oleh rangkaian kereta di lengkungan, rel luar ditinggikan lebih tinggi dari rel dalam. Ini dilakukan dengan menempatkan rel dalam pada tinggi semestinya dan rel luar lebih tinggi. Peninggian jalan rel diatur berdasarkan pengelompokan seperti tabel 2.14.

Tabel 2.14 Peninggian Jalan Rel 1067 mm

Jari-jari (m)	Peninggian (m) pas (km/hr)						
	120	110	100	90	80	70	60
100							
150							
200							110
250							90
300						100	75
350					110	85	65
400					100	75	55
450				110	85	65	50
500				100	80	60	45
550			110	90	70	55	40
600			100	85	65	50	40
650			95	75	60	50	35
700		105	85	70	55	45	35
750		100	80	65	55	40	30
800	110	90	75	65	50	40	30
850	105	85	70	60	45	35	30
900	100	80	70	55	45	35	25

Jari-jari (m)	Peninggian (m) pas (km/hr)						
	120	110	100	90	80	70	60
950	95	80	65	55	45	35	25
1000	90	75	60	50	40	30	25
1100	80	70	55	45	35	30	20
1200	70	60	55	45	35	25	20
1300	75	60	50	40	30	25	20
1400	65	55	45	35	30	25	20
1500	60	50	40	35	30	20	15
1600	55	45	40	35	25	20	15
1700	55	45	35	30	25	20	15
1800	50	40	35	30	25	20	15
1900	50	40	35	30	25	20	15
2000	45	40	30	25	20	15	15
2500	35	30	25	20	20	15	10
3000	30	25	20	20	15	10	10
3500	25	25	20	15	15	10	10
4000	25	20	15	15	10	10	10

2.4 Teknik Jalur Kereta Api

Berdasarkan Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012, untuk lebar jalan rel 1067 mm dan 1435 mm merupakan persyaratan teknis jalur kereta api. Jalur kereta api yang dimaksud adalah prasarana kereta api yang terdiri dari rangkaian petak jalan rel yang meliputi ruang milik jalur kereta api, ruang manfaat jalur kereta api, serta ruang pengawasan jalur kereta api. Lebar jalan rel adalah jarak minimum antara kedua sisi kepala rel, yang diukur pada 0–14 mm di bawah permukaan teratas rel. Konstruksi jalan rel dibagi menjadi dua bagian, yaitu konstruksi jalan rel bagian atas dan konstruksi jalan rel bagian bawah. Toleransi pelebaran jalan rel untuk lebar jalan rel 1067 mm adalah +2 mm dan 0 untuk jalan rel baru dan untuk jalan rel yang telah dioperasikan adalah +4 mm dan -2 mm.

2.4.1 Konstruksi Badan Jalan

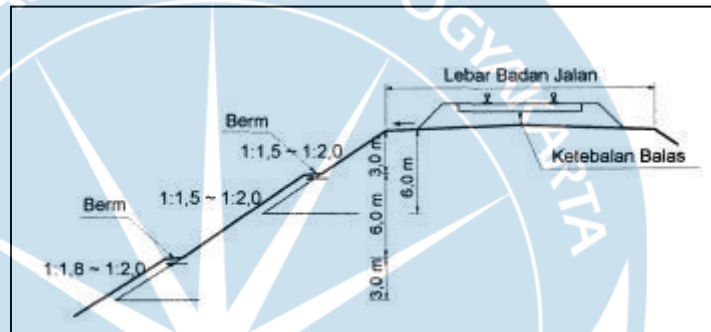
Badan jalan harus mampu memikul beban kereta api dan stabil terhadap bahaya kelongsoran. Stabilitas lereng badan jalan dinyatakan dengan faktor keamanan (FK) yang mengacu pada kekuatan geser tanah di lereng tersebut, sekurang-kurangnya sebesar 1,5 untuk beban statis dan sekurang-kurangnya 1,1 untuk beban gempa (PM 60, 2012).

2.4.2 Konstruksi Badan Jalan Pada Timbunan

Berdasarkan Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012, bagian atas

timbunan setebal minimum 1 m harus merupakan material yang lebih baik dari bagian bawah timbunan. Pada kaki lereng badan jalan harus ada berm lebar paling sedikit 1,50 m dan permukaannya memiliki kemiringan 5%. Lokasi berm harus mengikuti hal-hal seperti tercantum pada gambar di bawah, menunjukkan penampang standar untuk konstruksi timbunan:

1. Terletak pada batas antara timbunan atas dan timbunan bawah (pada kedalaman 3 m dari permukaan formasi).
2. Pada setiap kedalaman 6 m dari batas antara timbunan atas dan timbunan bawah. Jika tinggi timbunan kurang dari 6 m, berm dapat ditiadakan.



Gambar 2.6 Lokasi berm

2.5 Penghubung Timbunan Dengan Struktur

Berdasarkan Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012, bagian timbunan yang mendekati struktur harus direncanakan tidak akan menyebabkan terjadinya penurunan beda (*differential settlement*). Stabilisasi dengan batu pecah (*crushed slag*), tanah semen dan lain-lain direkomendasikan sebagai material untuk blok yang menghampiri struktur (*approach block*).

2.6 Konstruksi Badan Jalan Pada Daerah Galian

Kemiringan tanah dasar harus miring ke arah luar sebesar 5%. Tanah dasar harus terletak minimum 0.75 m di atas elevasi tertinggi. Bila kedalaman galian > 10 m, maka pada setiap kedalaman 6 m harus dibuat berm/ tanggul selebar 1.5 m.

2.7 Perbaikan Tanah Untuk Konstruksi Badan Jalan

Jika kondisi tanah tidak cukup kuat, terjadi penurunan tanah (*settlement*) yang diperkirakan melebihi batas yang diizinkan, atau lereng timbunan dianggap tidak cukup stabil, maka perlu dilakukan perbaikan tanah. Tujuan perbaikan ini adalah untuk meningkatkan kekuatan tanah, mengurangi risiko penurunan berlebih, dan memastikan kestabilan lereng.

Batas maksimum penurunan tanah yang diizinkan setelah perbaikan adalah 10 cm. Apabila penurunan yang terjadi melebihi nilai ini, maka perlu diterapkan metode perbaikan tambahan atau modifikasi desain untuk memastikan keamanan dan kestabilan struktur.

