

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Lebar Jalan Rel**

Lebar jalan rel adalah jarak minimum kedua sisi kepala rel yang diukur pada 0-14 mm dibawah permukaan teratas rel. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 Tentang Teknis Jalur Kereta Api, lebar jalan rel dibedakan menjadi 2 yaitu lebar rel 1067 mm dan 1435 mm. Untuk jalan rel dengan lebar 1067 mm, toleransi lebar jalan rel yaitu +2 mm dan -0 untuk jalan rel baru dan untuk jalan rel baru +4 mm dan -2 mm untuk jalan rel yang telah dioperasikan. Sementara untuk jalan rel 1435 mm toleransi pelebaran jalan rel adalah -3 mm dan +3 mm.

#### **3.2 Kelas Jalur Kereta Api**

Kelas jalur kereta api yang diatur berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 Tentang Teknis Jalur Kereta Api dibedakan menjadi 2 yaitu berdasarkan lebar jalan rel dan kelandaian.

##### **3.2.1 Berdasarkan lebar jalan rel**

Lebar jalan rel sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 Tentang Teknis Jalur Kereta Api adalah 1067 mm dan 1435 mm. Masing – masing memiliki ketentuan yang berbeda. Lebar jalan rel 1067 mm

dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan lebar jalan rel 1435 mm dapat dilihat pada Tabel

3.2.

Tabel 3.1 Kelas Jalan (1067 mm)

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks Gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambatan	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak Antar Sumbu Bantalan (cm)			
I	$> 20 \cdot 10^6$	120	18	R.60/R.54	<u>Beton</u> 60	Elastis Ganda	30	60
II	$10 \cdot 10^6 - 20 \cdot 10^6$	110	18	R.54/R.50	<u>Beton/Kayu</u> 60	Elastis Ganda	30	50
III	$5 \cdot 10^6 - 10 \cdot 10^6$	100	18	R.54/R.50/R.42	<u>Beton/Kayu</u> 60	Elastis Ganda	30	40
IV	$2,5 \cdot 10^6 - 5 \cdot 10^6$	90	18	R.54/R.50/R.42	<u>Beton/Kayu/Baja</u> 60	Elastis Ganda/Tunggal	25	40
V	$< 2,5 \cdot 10^6$	80	18	R.42	<u>Beton/Kayu/Baja</u> 60	Elastis Tunggal	25	35

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No.60 Tahun 2012

Tabel 3.2 Kelas Jalan (1345 mm)

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks Gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambatan	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak Antar Sumbu Bantalan (cm)			
I	$> 20 \cdot 10^6$	160	22,5	R.60	<u>Beton</u> 60	Elastis Ganda	30	60
II	$10 \cdot 10^6 - 20 \cdot 10^6$	140	22,5	R.60	<u>Beton</u> 60	Elastis Ganda	30	50
III	$5 \cdot 10^6 - 10 \cdot 10^6$	120	22,5	R.60/R.54	<u>Beton</u> 60	Elastis Ganda	30	40
IV	$< 5 \cdot 10^6$	100	22,5	R.60/R.54	<u>Beton</u> 60	Elastis Ganda	25	40

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No.60 Tahun 2012

### 3.2.2 Berdasarkan kelandaian

Kelandaian yang diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 Tentang Teknis Jalur Kereta Api dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kelas Jalan Rel (kelandaian)

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

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No.60 Tahun 2012

Landai penentu adalah suatu kelandaian (pendakian) yang terbesar yang ada pada suatu lintas lurus. Kelandaian di emplasemen maksimum yang diijinkan adalah 1,5 ‰ dan dalam keadaan yang memaksa kelandaian (pendakian) dari lintas lurus dapat melebihi landau penentu.

### 3.3 Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal adalah proyeksi sumbu jalan rel pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan rel. Pengukuran dilakukan pada titik awal peralihan kelandaian. Dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Jari-jari minimum lengkung vertikal

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jari - Jari Minimum Lengkung Vertikal (m)
Lebih besar dari 100	8000
Sampai 100	6000

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No.60 Tahun 2012

### 3.4 Lengkung Horizontal

Lengkung horizontal adalah lengkung yang berbentuk lingkaran yang menghubungkan dua bagian lurus yang membentuk sudut. Jari-jari minimum yang diizinkan tercantum pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Jari-jari Minimum Yang Diiijinkan

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jari - Jari Minimum Lengkung Lingkaran Tanpa Lengkung Peralihan (m)	Jari - Jari Minimum Lengkung Lingkaran Yang Diiijinkan 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

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012

Lengkung peralihan adalah lengkung dengan jari-jari yang berubah beraturan. Dipakai sebagai peralihan antara bagian lurus dan bagian lingkaran dan sebagai peralihan antara dua jari-jari lingkaran yang berbeda. Panjang minimum lengkung peralihan ditetapkan dengan rumus:

$$L_n = 0,01 h V \quad (3-1)$$

Keterangan:

$L_n$  = panjang minimum lengkung (m)

$h$  = pertinggian relatif antara dua bagian yang dihubungkan (mm)

$V$  = kecepatan rencana untuk lengkung peralihan (km/jam)

### 3.5 Pelebaran Jalan Rel

Pelebaran jalan rel dilakukan agar roda kendaraan rel dapat melewati lengkung tanpa mengalami hambatan dan dilakukan dengan menggeser rel dalam kearah dalam. Dapat dilihat pada Tabel 3.6 dan 3.7.

Tabel 3.6 Pelebaran Jalan Rel untuk 1067 mm

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

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No.60 Tahun 2012

Tabel 3.7 Pelebaran Jalan Rel untuk 1435 mm

Jari - Jari Tikungan (m)	Pelebaran (mm)
$R > 400$	0
$350 < R \leq 400$	5
$300 < R \leq 350$	10
$250 < R \leq 300$	15
$R \leq 250$	20

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No.60 Tahun 2012

Pemasangan pelebaran jalan rel dilakukan dengan cara:

1. Jika terdapat lengkung peralihan, maka pengurangan dilakukan sepanjang lengkung peralihan
2. Jika tidak terdapat lengkung peralihan, maka pengurangan yang dilakukan menurut standar 5 atau lebih diukur dari ujung lengkungan. Namun untuk

lengkung wesel maka panjang pengurangan ditentukan secara terpisah bergantung pada kondisi yang ada.

### **3.6 Peninggian Jalan Rel**

Peninggian jalan rel pada lengkungan elevasi rel luar dibuat lebih tinggi dari pada rel dalam untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang dialami oleh rangkaian kereta. Peninggian rel dicapai dengan menempatkan rel dalam pada tinggi semestinya dan rel luar lebih tinggi. Peninggian untuk lebar jalan rel 1067 mm dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$h_{normal} = 5,59 \times \frac{(V_{rencana})^2}{jari-jari} \quad (3-2)$$

Keterangan:

$h_{normal}$  = peninggian normal (mm)

$V_{rencana}$  = Kecepatan rencana (km/jam)

jari – jari = jari – jari lengkungan (m)

Sementara untuk peninggian untuk lebar jalan rel 1435 mm dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$h_{normal} = 8,1 \times \frac{(V_{rencana})^2}{jari-jari} \quad (3-3)$$

Keterangan:

$h_{normal}$  = peninggian normal (mm)

$V_{rencana}$  = Kecepatan rencana (km/jam)

jari – jari = jari – jari lengkungan (m)

### 3.7 Proyeksi Pertumbuhan

Proyeksi pertumbuhan dengan metode berganda (geometri) yaitu metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil proyeksi pertumbuhan dengan keadaan mendekati maksimum. Cara menghitung hasil proyeksi pertumbuhan dapat menggunakan rumus:

$$P_n = P_o (1+r)^{dn} \quad (3-4)$$

Keterangan:

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun periode ke - n

$P_o$  = jumlah penduduk pada awal proyeksi

r = rata – rata pertumbuhan penduduk tiap tahun (%)

dn = kurun waktu proyeksi

Dengan rumus proyeksi pertumbuhan diatas, dapat diketahui juga mengenai faktor pertumbuhan / rata – rata pertumbuhan penduduk tiap tahun, yaitu dengan rumus:

$$i = (P_n / P_o)^{1/dn} - 1 \quad (3-5)$$

Keterangan:

i = r = faktor pertumbuhan (%)

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun periode ke - n

$P_o$  = jumlah penduduk pada awal proyeksi

dn = kurun waktu proyeksi