

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Interaksi Sistem Kegiatan Dan Jaringan

Tujuan utama dilakukannya analisis interaksi sistem ini oleh para perencana transportasi adalah sebagai berikut:

1. Memahami cara kerja sistem tersebut
2. Menggunakan hubungan analisis antara komponen sistem untuk meramalkan dampak lalu lintas beberapa tata guna lahan atau kebijakan transportasi yang berbeda.

Menurut Tamin, (1997) hubungan dasar antara sistem kegiatan, sistem jaringan, dan sistem pergerakan dapat disatukan dalam beberapa urutan tahapan, yang biasanya dilakukan secara berurutan sebagai berikut.

1. Aksesibilitas dan mobilitas

Ukuran potensial atau kesempatan untuk melakukan perjalanan. Tahapan ini bersifat lebih abstrak jika dibandingkan dengan empat tahapan berikut, digunakan untuk mengalokasikan masalah yang terdapat dalam sistem transportasi dan mengevaluasi pemecahan alternatif.

2. Pembangkit lalu lintas

Bagaimana perjalanan dapat bangkit dari suatu tata guna lahan atau dapat tertarik ke suatu tata guna lahan.

### 3. Sebaran penduduk

Bagaimana perjalanan tersebut disebarkan secara geografis di dalam daerah perkotaan (daerah kajian).

### 4. Pemilihan moda transportasi

Menentukan faktor yang mempengaruhi pemilihan moda transportasi untuk tujuan perjalanan tertentu.

### 5. Pemilihan rute

Menentukan faktor yang mempengaruhi pemilihan rute dari setiap zona asal dan ke setiap zona tujuan.

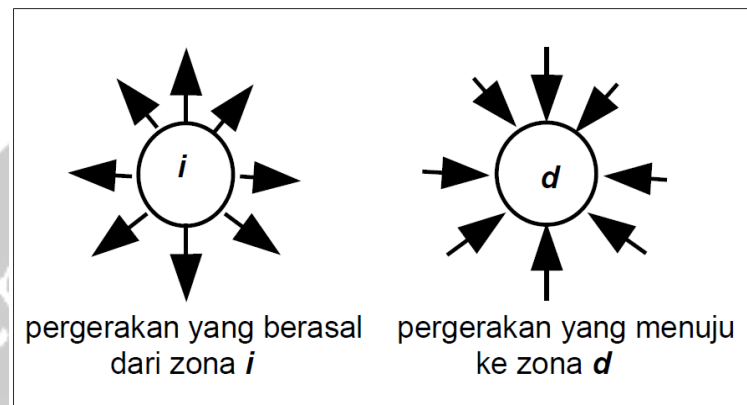
Perlu diketahui bahwa terdapat hubungan antara waktu tempuh, kapasitas, dan arus lalulintas dan waktu tempuh sangat dipengaruhi oleh kapasitas rute yang ada dan jumlah arus lalulintas yang menggunakan rute tersebut. Semua tindakan yang dilakukan pada setiap tahapan akan mempengaruhi tahapan lainnya dalam sistem tersebut.

## 3.2 **Bangkitan dan Tarikan Pergerakan**

Bangkitan pergerakan adalah tahapan pemodelan yang memperkirakan jumlah pergerakan yang berasal dari suatu zona atau tata guna lahan dan jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu tata guna lahan atau zona. Pergerakan lalulintas merupakan fungsi tata guna lahan yang menghasilkan pergerakan lalulintas. Bangkitan lalulintas ini mencakup:

1. Lalu lintas yang meninggalkan suatu lokasi.
2. Lalu lintas yang menuju atau tiba ke suatu lokasi.

Bangkitan dan tarikan pergerakan terlihat secara diagram pada Gambar 3.1 (Wells,1975).



Gambar 3.1 Bangkitan dan Tarikan Pergerakan

Untuk mendapatkan besaran jumlah bangkitan dan tarikan pergerakan suatu wilayah perlu dilakukan survey wawancara rumah tangga (*Home Interview*) atau survey wawancara di jalan (*Road Side Interview*). Dalam kajian ini dilakukan pendekatan yaitu melakukan survey wawancara di jalan (*Road Side Interview*).

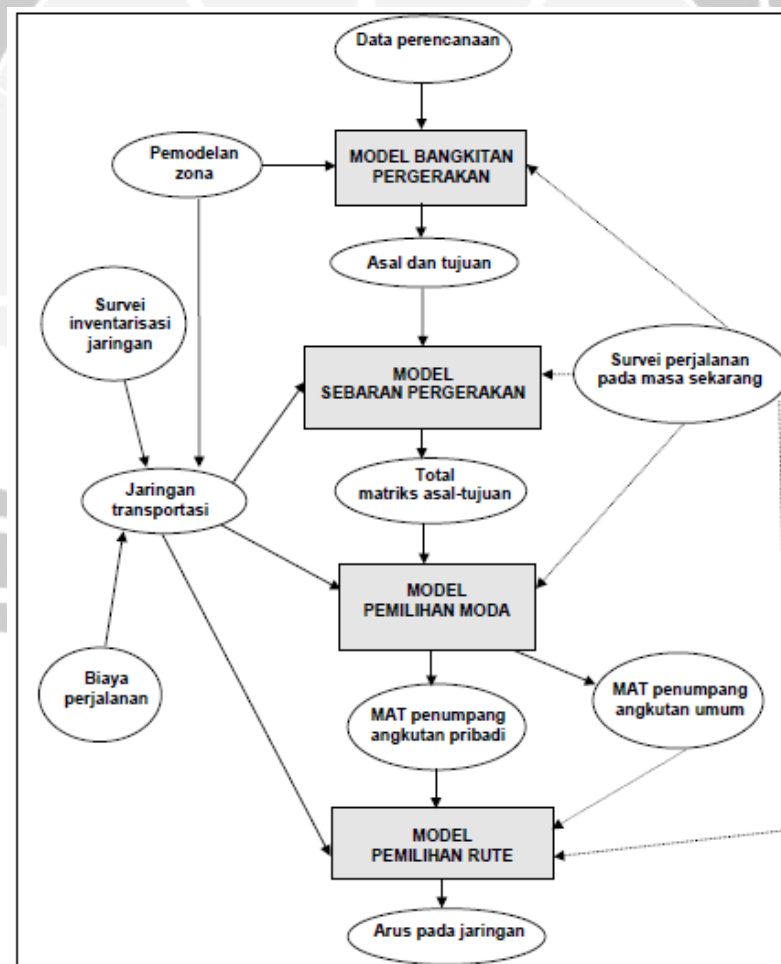
### 3.3 Konsep Perencanaan Transportasi

Menurut Tamin (1997), Terdapat beberapa konsep perencanaan transportasi yang telah berkembang sampai dengan saat ini yang paling populer adalah '**Model Perencanaan Transportasi Empat Tahap**'. Model perencanaan ini merupakan gabungan dari beberapa seri submodel yang masing-masing harus dilakukan secara terpisah dan berurutan. Submodel tersebut adalah:

1. Aksesibilitas.
2. Bangkitan dan tarikan pergerakan.
3. Sebaran pergerakan.

4. Pemilihan moda.
5. Pemilihan rute.
6. Arus lalulintas dinamis.

Model Perencanaan Transportasi Empat Tahap (MPTEP). Jenis pemodelan seperti ini sangat kompleks, membutuhkan banyak data dan waktu yang lama dalam proses pengembangan dan pengkalibrasiannya. Akan tetapi, model ini dapat disederhanakan agar dapat memenuhi kebutuhan perencanaan transportasi di daerah yang mempunyai keterbatasan waktu dan biaya ( Tamin,1997)



Gambar 3.2 Model Perencanaan Transportasi Empat Tahap (MPTEP)  
(Sumber: IHT and DTp, 1987)

### **3.4 Jumlah Sampel dan Kecukupan Sampel Data**

Penentuan jumlah sampel didasarkan pada kecukupan data yang dibutuhkan berdasarkan jumlah populasi dari data sekunder yang telah diproyeksikan pertumbuhannya pada tahun 2019. Populasi menjadi objek dari penelitian ini adalah wisatawan yang berkunjung ke tempat wisata disekitar Bandara Kulon progo - Parangtritis. Jumlah populasi dihitung berdasarkan jumlah pergerakan yang dibagi berdasarkan proporsi data wisatawan tahun 2014.

Prediksi tingkat penggunaan moda kereta api berdasarkan preferensi wisatawan yang berkunjung ke tempat-tempat wisata yang akan dilewati rute kereta api Bandara Kulon progo – Parangtritis. Pemilihan data wisatawan dipilih berdasar alternatif rute yang menghubungkan koridor tersebut.

### **3.5 Kriteria Desain Jalan Kereta Api**

Dalam perencanaan desain jalan KA Kulon Progo - Parangtritis menggunakan pedoman Peraturan Menteri Perhubungan No PM 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api sebagai acuan desain. Berikut adalah kriteria desain kereta api menurut peraturan diatas.

#### **3.5.1. Kecepatan dan beban gandar**

Kecepatan rencana pada jalan rel adalah kecepatan yang digunakan untuk merencanakan konstruksi jalan rel. Terdapat 3 (tiga) jenis kecepatan rencana, yaitu:

1. kecepatan rencana untuk perencanaan struktur jalan rel, yang besarnya ditetapkan:

$$V_{Rencana} = 1,25 \times V_{Maksimum} \quad (3-1)$$

2. kecepatan rencana untuk perencanaan peninggian,

$$V_{Rencana} = C \times \frac{\sum N_i \times V_i}{\sum N_i} \quad (3-2)$$

Keterangan:

$C$  = faktor, ditetapkan = 1,25

$N_i$  = jumlah kereta api yang lewat

$V_i$  = kecepatan operasi, yaitu kecepatan rata-rata kereta api pada jalan tertentu

3. kecepatan rencana untuk perencanaan jari-jari lengkung lingkaran dan lengkung peralihan, yang besarnya ditetapkan:

$$V_{Rencana} = V_{Maksimum} \quad (3-3)$$

Beban gandar adalah beban yang diterima oleh jalan rel dari satu gandar.

Beban gandar menurut lebar jalan rel dibedakan menjadi dua yaitu :

1. Beban gandar untuk lebar jalan rel 1067 mm pada semua kelas jalur maksimum sebesar 18 ton.
2. Beban gandar untuk lebar jalan rel 1435 mm pada semua kelas jalur maksimum sebesar 22,5 ton.

Untuk kriteria pembagian kelas jalan rel untuk lebar jalan rel 1067 mm dapat dilihat di tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Kelas Jalan Rel (Lebar Jalan Rel 1067 mm)

| Kelas Jalan | Daya Angkut Lintas (ton/thn)           | V maks (km/jam) | P maks gandar (ton) | Tipe Rel        | Jenis Bantalan                  | Jenis Penambat        | Tebal Balas Atas (cm) | Lebar Bahu Balas (cm) |
|-------------|--|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|             |  |                 |                     |                 | Jarak antar sumbu bantalan (cm) |                       |                       |                       |
| I           | >20.10 <sup>6</sup>                    | 120             | 18                  | R.60/R.54       | Beton                           | Elastis Ganda         | 30                    | 60                    |
|             |  |                 |                     |                 | 60                              |                       |                       |                       |
| II          | 10.10 <sup>6</sup> -20.10 <sup>6</sup> | 110             | 18                  | R.54/R.50       | Beton/Kayu                      | Elastis Ganda         | 30                    | 50                    |
|             |  |                 |                     |                 | 60                              |                       |                       |                       |
| III         | 5.10 <sup>6</sup> -10.10 <sup>6</sup>  | 100             | 18                  | R.54/R.50 /R.42 | Beton/Kayu/Baja                 | Elastis Ganda         | 30                    | 40                    |
|             |  |                 |                     |                 | 60                              |                       |                       |                       |
| IV          | 2,5.10 <sup>6</sup> -5.10 <sup>6</sup> | 90              | 18                  | R.54/R.50 /R.42 | Beton/Kayu/Baja                 | Elastis Ganda/Tunggal | 25                    | 40                    |
|             |  |                 |                     |                 | 60                              |                       |                       |                       |
| V           | <2,5.10 <sup>6</sup>                   | 80              | 18                  | R.42            | Beton /Baja                     | Elastis Tunggal       | 25                    | 35                    |
|             |  |                 |                     |                 | 60                              |                       |                       |                       |

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan no PM 60 Tahun 2012

### 3.5.2. Alinyemen horizontal

Alinyemen horizontal pada kriteria desain jalan kereta api meliputi lengkung lingkaran, lengkung peralihan, lengkung S, pelebaran sepur dan peninggian rel berikut pembahasan lengkapnya.

#### 1. Lengkung lingkaran

Dua bagian lurus yang perpanjangannya saling membentuk sudut harus dihubungkan dengan lengkung yang berbentuk lingkaran, dengan atau tanpa lengkung peralihan. Untuk berbagai kecepatan rencana, besar jari-jari minimum yang diijinkan adalah seperti yang tercantum dalam Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Jari-Jari Minimum Yang Diijinkan

| Kecepatan Rencana (Km/jam) | Jari-jari minimum Lengkung lingkaran Tanpa lengkung Peralihan (m) | Jari-jari inimum 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  |

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan no PM 60 Tahun 2012

## 2. Lengkung peralihan

Lengkung peralihan adalah suatu lengkung dengan jari-jari yang berubah beraturan. Lengkung peralihan dipakai sebagai peralihan antara bagian yang lurus dan bagian lingkaran dan sebagai peralihan antara dua jari-jari lingkaran yang berbeda. Lengkung peralihan dipergunakan pada jari-jari lengkung yang relatif kecil. Panjang minimum dari lengkung peralihan ditetapkan dengan rumus berikut :

$$L_n = 0,01 h.V \quad (3-4)$$

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. Lengkung S

Lengkung S terjadi bila dua lengkung dari suatu lintas yang berbeda arah lengkungnya terletak berhubungan. Antara kedua lengkung yang berbeda arah ini harus ada bagian lurus sepanjang paling sedikit 20 meter di luar lengkung peralihan.



#### 4. Pelebaran sepur

Pelebaran sepur dilakukan agar roda kendaraan rel dapat melewati lengkung tanpa mengalami hambatan. Pelebaran sepur dicapai dengan menggeser rel dalam ke arah dalam. Untuk jalan rel Bandara Kulo Progo – Parangtritis dengan jari-jari minimum yang diijinkan dengan lengkung peralihan sebesar 660 m, menurut PM 60 Tahun 2012 pelebaran sepur di lengkung untuk  $R > 600$  m adalah 0 meter, maka pelebaran sepur untuk jalan rel ini ditetapkan sebesar 0 mm.

#### 5. Peninggian rel

Pada sebuah lengkung, elevasi rel luar dibuat lebih tinggi dari pada rel dalam dengan maksud untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang dialami oleh rangkaian kereta api.

Peninggian jalan kereta api dicapai dengan menempatkan rel dalam pada tinggi semestinya dan rel luar diangkat menjadi lebih tinggi.

Besar peninggian untuk lebar jalan rel 1067 mm dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini dipakai untuk menghitung besarnya peninggian  $h$  dari sebuah lengkung adalah:

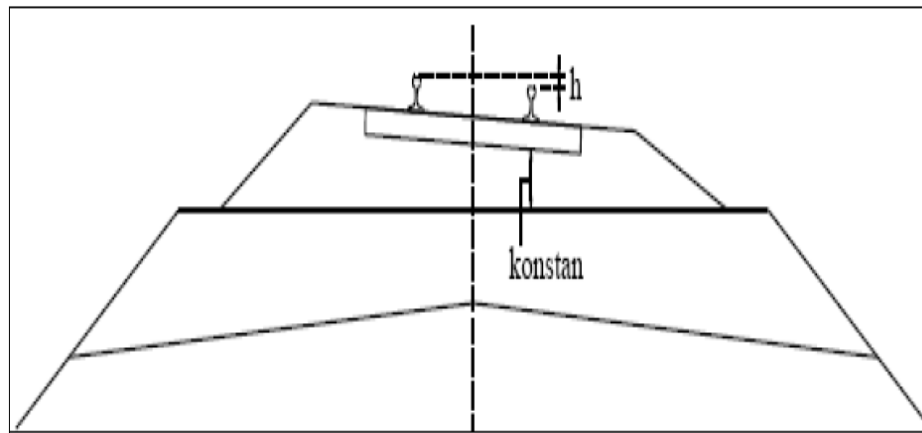
$$h_{normal} = 5,95 \times \frac{(V_{rencana})^2}{R} \quad (3-5)$$

Keterangan:

$h$  = Peninggian (mm)

$v$  = Kecepatan rencana kereta api (km/jam)

$R$  = Jari-jari lengkung (m)



Gambar 3.3 Peninggian Elevasi Rel pada Bagian Lengkung

### 3.5.3. Alinyemen vertikal

Alinemen vertikal adalah proyeksi sumbu jalan rel pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan rel tersebut; alinemen vertikal terdiri dari garis lurus, dengan atau tanpa kelandaian, dan lengkung vertikal yang berupa busur lingkaran.

#### 1. Pengelompokan lintas

Berdasarkan pada kelandaian dari sumbu jalan rel dapat dibedakan atas 4 (empat) kelompok seperti yang tercantum dalam Tabel 3.3 di bawah ini.

Tabel 3.3 Kelompok Lintas Berdasarkan Kelandaian

| Kelompok           | Kelandaian       |
|--------------------|------------------|
| Emplasemen         | 0 sampai 1,5 ‰   |
| Lintas datar       | 0 sampai 10 ‰    |
| Lintas pengunungan | 10 ‰ sampai 40 ‰ |
| Lintas rel gigi    | 40 ‰ sampai 80 ‰ |

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan no PM 60 Tahun 2012

#### 2. Landai penentu

Landai penentu adalah suatu kelandaian (pendakian) yang terbesar yang ada pada suatu lintas lurus. Besar landai penentu terutama

berpengaruh pada kombinasi daya tarik lok dan rangkaian yang dioperasikan. Persyaratan landai penentu harus memenuhi persyaratan seperti yang dinyatakan pada berikut :

Tabel 3.4 Landai Penentu

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

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan no PM 60 Tahun 2012

Kelandaian di emplasemen maksimum yg diijinkan adalah 1,5 ‰. Dalam keadaan yang memaksa kelandaian (pendakian) dari lintas lurus dapat melebihi landai penentu. Apabila di suatu kelandaian terdapat lengkung atau terowongan, maka kelandaian di lengkung atau terowongan itu harus dikurangi sehingga jumlah tahanannya tetap.

### 3. Landai curam

Dalam keadaan yang memaksa, kelandaian (pendakian) dari lintas lurus dapat melebihi landai penentu. Kelandaian ini disebut landai curam; panjang maksimum landai curam dapat ditentukan melalui rumus pendekatan sebagai berikut:

$$\ell = \frac{Va^2 - Vb^2}{2g(Sk - Sm)} \quad (3-6)$$

dengan:

$\ell$  = Panjang maximum landai curam (m).

$Va$  = Kecepatan minimum yang diijinkan di kaki landai curam m/detik.

$V_b$  = Kecepatan minimum di puncak landai curam (m/detik)  $v_b \geq \frac{1}{2}$

$v_a$ .

$g$  = Percepatan gravitasi.

$Sk$  = Besar landai curam (‰).

$Sm$  = Besar landai penentu (‰).

#### 4. Lengkung vertikal

Lengkung vertikal merupakan proyeksi sumbu jalan rel pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan rel. Sesar jari-jari minimum lengkung vertikal bergantung pada kecepatan rencana, sebagaimana dinyatakan dalam Tabel 3.5 berikut:

Tabel 3.5 Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal

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

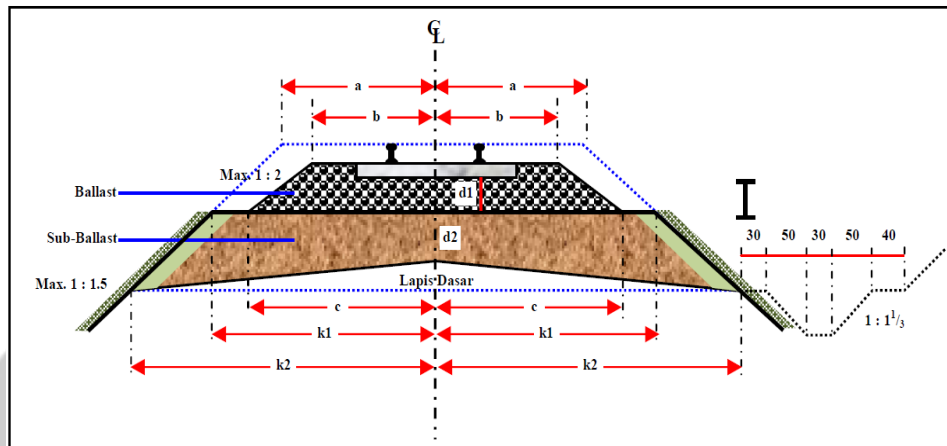
Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan no PM 60 Tahun 2012

Pengukuran lengkung vertikal dilakukan pada titik awal peralihan kelandaian. Dua lengkung vertikal yang berdekatan harus memiliki transisi lurus sekurang-kurangnya sepanjang 20 m.

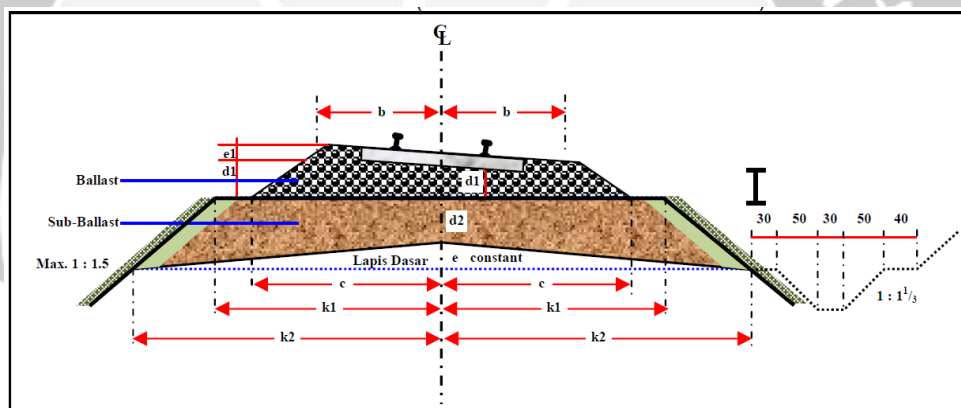
#### 3.5.4. Penampang melintang

Penampang melintang jalan rel adalah potongan pada jalan rel, dengan arah tegak lurus sumbu jalan rel, di mana terlihat bagian-bagian dan ukuran-ukuran jalan rel dalam arah melintang.

Ukuran penampang melintang, baik pada bagian lintas yang lurus maupun yang melengkung untuk lebar jalan rel 1067 mm adalah seperti yang tertera pada Gambar 3.4, Gambar 3.15, dan Tabel 3.9 dibawah ini.



Gambar 3.4 Penampang Melintang Jalan Rel Pada Bagian Lurus  
Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan no PM 60 Tahun 2012



Gambar 3.5 Penampang Melintang Jalan Rei Pada Lengkungan  
Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan no PM 60 Tahun 2012

Tabel 3.6 Penampang Melintang Jalan Rel

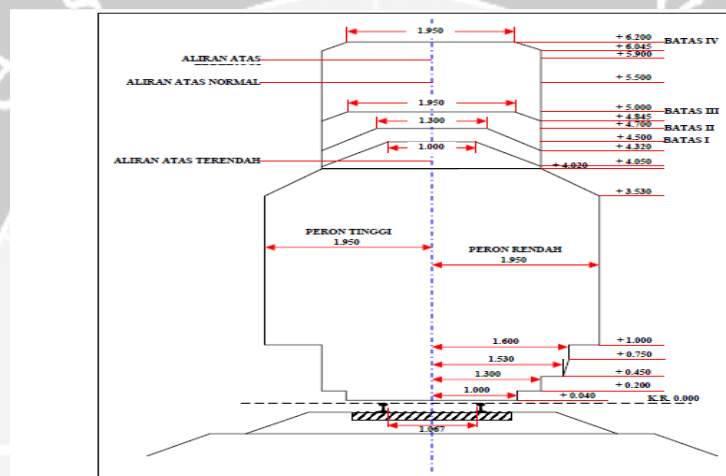
| Kelas Jalan | V Maks (km/jam) | d1 (cm) | b (cm) | k1 (cm) | d1 (cm) | e (cm) | k2 (cm) |
|-------------|-----------------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|
| I           | 1210            | 30      | 150    | 265     | 15 - 50 | 25     | 375     |
| II          | 110             | 30      | 150    | 265     | 15 - 50 | 25     | 375     |
| III         | 100             | 30      | 140    | 240     | 15 - 50 | 22     | 325     |
| IV          | 90              | 25      | 140    | 240     | 15 - 35 | 20     | 300     |
| V           | 80              | 25      | 135    | 240     | 15 - 35 | 20     | 300     |

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan no PM 60 Tahun 2012

### 3.5.5. Pengalokasian ruang untuk operasi

Untuk kepentingan operasi suatu jalur kereta api harus memiliki pengaturan ruang yang terdiri dari :

1. Ruang bebas adalah ruang di atas jalan rel yang senantiasa harus bebas dari segala rintangan dan benda penghalang; ruang ini disediakan untuk lalu lintas rangkaian kereta api. Ukuran ruang bebas untuk jalur tunggal dan jalur ganda, baik pada bagian lintasan yang lurus maupun yang melengkung, untuk lintasan elektrifikasi dan non elektrifikasi, adalah seperti yang tertera pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 dibawah ini



Keterangan :

Batas I = Untuk jembatan dengan kecepatan sampai 60 km/jam

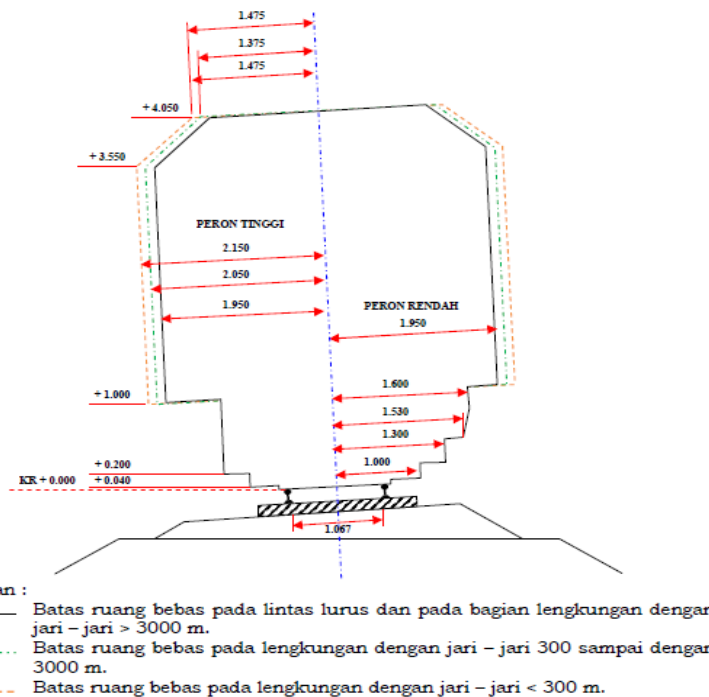
Batas II = Untuk 'viaduk' dan terowongan dengan kecepatan sampai 60km/jam dan untuk jembatan tanpa pembatasan kecepatan.

Batas III = Untuk 'viaduk' baru dan bangunan lama kecuali terowongan dan jembatan

Batas IV = Untuk lintasan kereta listrik

Gambar 3.6 Ruang Bebas Lebar Rel 1067 mm Pada Bagian Lurus

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan no PM 60 Tahun 2012



Gambar 3.7 Ruang Bebas Lebar Jalan Rel 1067 mm Pada Lengkungan  
Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan no PM 60 Tahun 2012

2. Ruang bangun adalah ruang di sisi jalan rel yang senantiasa harus bebas dari segala bangunan tetap. Batas ruang bangun diukur dari sumbu jalan rel pada tinggi 1 meter sampai 3,55 meter. Jarak ruang bangun tersebut ditetapkan sebagai berikut :

Tabel 3.7 Jarak Ruang Bangun

| Segmen Jalur         | Lebar Jalan Rel 1067 mm dan 1435 mm       |   |
|----------------------|---|---|
|                      | Jalur Lurus                               | Jalur Lengkung $R < 800$  |
| Lintas Bebas         | Minimal 2,35m di kiri Kanan as jalan rel  | $R \leq 300$ , minimal 2,55 m<br>$R > 300$ , minimal 2,45 m di kiri kanan jalan rel |
| Emplasemen           | Minimal 1,95 m di kiri Kanan as jalan rel | Minimal 2,35 m di kiri kanan as jalan rel   |
| Jembatan, Terowongan | 2,15 m di kiri kanan as Jalan rel         | 2,15 m di kiri kanan as jalan rel   |

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan no PM 60 Tahun 2012