

---

## BAB II

### KETENTUAN UMUM

#### 2.1 Sejarah Kereta Api

Dalam sejarah perkeretapiian, jalur-jalur jalan di Indonesia dibuat pada masa pemerintahan penjajahan Belanda yaitu berkisar tahun 1880.

Rel-rel yang ada sekarang sudah ada sekitar 100 tahun, diantara jalan rel tersebut ada yang sudah tidak berfungsi lagi karena biaya operasional yang sangat mahal, diantaranya lintas Semarang – Temanggung. Setelah tahun 1925 pembangunan jalan rel baru berhenti. Jalan kereta api yang dibuat tahun 1924 yaitu lintas antara Semarang – Gundi.

Pihak PT KAI (Persero) sekarang baru merencanakan lintas kereta api ganda antara stasiun Cirebon–Yogyakarta untuk memenuhi kebutuhan akan sarana angkutan pada masa yang akan datang. PT KAI (Persero) pada saat ini melaksanakan pembangunan rel ganda antara Cikampek – Cirebon dan yang saat ini masih dilaksanakan adalah jalur Purwakarta – Cikampek, dengan diselesaikannya lintas ini maka diharapkan dapat mendukung perkembangan di berbagai sektor pembangunan. Sedangkan untuk pembangunan jalan kereta api di luar Pulau Jawa lebih diutamakan untuk mengangkut barang hasil alam seperti batubara, yaitu di pulau Sumatra. Untuk pulau-pulau lainnya masih dalam perencanaan jangka panjang dari PT KAI (Persero).

---

## 2.2 Umum

---

### 2.2.1 Klasifikasi

Untuk mengklasifikasikan jalan kereta api didasarkan atas dua pertimbangan yaitu beban lalu-lintas dan kecepatan maksimum dari rangkaian kereta api yang akan dilayani. Dalam hal beban lalu-lintas masih rendah, tetapi untuk pelayanan angkutan penumpang kereta api dituntut dengan kecepatan yang tinggi, maka penggolongan kelas jalan kereta api akan ditentukan oleh kecepatan maksimum. Selain untuk perencanaan, klasifikasi jalan kereta api dipakai untuk menentukan siklus perawatan menyeluruh.

### 2.2.2 Kecepatan rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang ditentukan untuk merencanakan dan mengkorelasikan semua bentuk-bentuk fisik dari suatu jalan kereta api yang mempengaruhi jalannya kereta api.

Sebagai dasar suatu perencanaan trase dan konstruksi jalan kereta api, kecepatan rencana akan ditentukan terlebih dahulu. Dengan kecepatan rencana, akan dipilih trase, konstruksi jalan kereta api sesuai dengan kapasitas kecepatan kereta api yang akan dilayani. Kecepatan rencana yang telah ditentukan tidak boleh dilampaui batas kecepatannya oleh kereta api yang akan dilayani.

Untuk memberikan nilai optimum didalam perencanaan jalan kereta api, kecepatan rencana diambil dari kecepatan operasi kereta api yang dilayani, dengan kecepatan operasi ini disesuaikan dengan keadaan medan, kelandaian, jarak tempuh, jenis barang yang akan diangkut, jenis lokomotif yang akan dilayani.

Perhitungan kecepatan rencana terdiri dari dua bagian yaitu :

1. Untuk perencanaan struktur jalan rel :

$$V_{rencana} = 1,25.V_{max} \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Untuk perencanaan peninggian rel :

$$V_{rencana} = 1,25 \left( \frac{\sum Ni.Vi}{\sum Ni} \right) \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan :  $Ni$  = Jumlah KA yang lewat

$Vi$  = kecepatan operasi

### 2.2.3 Kecepatan Maksimum

Kecepatan maksimum dapat dipakai untuk mengejar kelambatan-kelambatan yang disebabkan oleh adanya gangguan-gangguan di perjalanan.

Tabel 2.1 Kecepatan maksimum

| Kelas Jalan Rel | Kecepatan Maks (Km/Jam) |
|-----------------|-------------------------|
| I               | 120                     |
| II              | 110                     |
| III             | 100                     |
| IV              | 90                      |
| V               | 80                      |

Sumber : Peraturan Dinas 10, PJKA, 1986

### 2.2.4 Kecepatan Operasi

Adalah kecepatan yang dipergunakan sebagai kecepatan standar pada setiap pengoperasian kereta api. Kecepatan inilah nantinya yang akan dijual kepada konsumen pengguna moda transportasi jalan rel, dan berfungsi sebagai salah satu kelebihan jalan rel dibandingkan moda transportasi lainnya.

### 2.2.5 Beban Lintas (*Passing Tonages*)

Beban lintas adalah jumlah angkutan anggapan yang melewati suatu lintas dalam jangka waktu satu tahun. Beban lintas mencerminkan jenis serta jumlah beban total dan kecepatan angkutan yang lewat di lintas yang bersangkutan. Beban lintas disebut beban T dengan satuan ton/tahun.

Untuk menentukan beban lintas dihitung dengan persamaan :

$$T = 360 \cdot S \cdot TE \dots\dots\dots(2.3)$$

$$TE = T_p + K_b \cdot T_b + K_l \cdot T_l \dots\dots\dots(2.4)$$

dengan :

T = beban lintas (ton/tahun)

TE = tonase ekivalen (ton/hari)

T<sub>p</sub> = tonase kereta penumpang dan kereta harian

T<sub>b</sub> = tonase barang dan gerbong harian

T<sub>l</sub> = tonase lokomotif harian

S = koefisien yang besarnya tergantung kepada kualitas lintas

S = 1,1 untuk lintas dengan kereta penumpang yang berkecepatan maksimum 120 km/jam

S = 1,0 untuk lintas tanpa kereta penumpang.

K<sub>b</sub> = 1,5 untuk beban gandar < 18 ton

K<sub>b</sub> = 1,3 untuk beban gandar ≥ 18 ton

K<sub>l</sub> = koefisien yang besarnya 1,4

## 2.2.6 Beban gandar

Beban Gandar adalah beban yang diterima oleh jalur kereta api dari satu gandar. Untuk semua kelas beban gandar maksimum adalah 18 ton.

Perencanaan didasarkan kepada satu macam beban gandar ( 18 ton ) dengan maksud agar :

1. Perpindahan kereta, terutama kereta penumpang, dari satu sepur ke sepur lain yang kelasnya lebih rendah dapat dilakukan tanpa harus membongkar muatan (untuk mengurangi beban gandar) lebih dahulu.
2. Semua lokomotif dapat dipakai disemua sepur yang kelasnya berbeda-beda.

Dengan demikian diharapkan dapat dicapai efisiensi dalam operasi, karena tidak akan ada waktu terbuang untuk mengganti lokomotif atau bongkar muat barang, sehingga perpindahan dari satu sepur ke sepur lain dapat lebih cepat.

Tabel 2.2 Kelas jalan Rel

| kelas jalan | Beban lintas (ton/tahun)        | V mak (km/jam) | P gandar ton | Tipe Rel       | Jenis bantalan Jarak (mm) | Jenis penambat | Tebal lapis atas (cm) | Lebar bahu balas (cm) |
|-------------|---------------------------------|----------------|--------------|----------------|---------------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| I           | $>20 \cdot 10^6$                | 120            | 18           | R.60/R.54      | PC                        | EG             | 30                    | 50                    |
| II          | $10 \cdot 10^6 - 20 \cdot 10^6$ | 110            | 18           | R.54/R.50      | 600<br>PC/Kayu            | EG             | 30                    | 50                    |
| III         | $5 \cdot 10^6 - 10 \cdot 10^6$  | 100            | 18           | R.54/R.50/R.42 | 600<br>PC/Kayu/Baja       | EG             | 30                    | 40                    |
| IV          | $2,5 \cdot 10^6 - 5 \cdot 10^6$ | 90             | 18           | R.54/R.50/R.42 | 600<br>PC/Kayu/Baja       | EG/ET          | 25                    | 40                    |
| V           | $<2,5 \cdot 10^6$               | 80             | 18           | R.42           | 600<br>Kayu/Baja          | ET             | 25                    | 35                    |

Sumber : Peraturan Dinas 10, PJKA, 1986

EG = elastik ganda

ET = elastik tunggal

**BAB III**  
**GEOMETRI JALAN REL**

**3.1 Umum**

Geometri jalan rel direncanakan berdasar pada kecepatan rencana serta ukuran-ukuran kereta yang melewatinya dengan memperhatikan faktor keamanan, kenyamanan dan keserasian dengan lingkungan sekitarnya.

**3.2 Lengkung Horisontal**

Alinemen horisontal adalah proyeksi sumbu jalan rel pada bidang horisontal, terdiri dari garis lurus (daerah tangen) dan tikungan (daerah lengkungan).

**a. Lengkung Lingkaran**

Dua bagian lurus, yang perpanjangannya saling membentuk sudut harus dihubungkan dengan lengkung yang berbentuk lingkaran, dengan atau tanpa lengkung-lengkung peralihan. Untuk berbagai kecepatan rencana, besar jari-jari minimum yang diijinkan, dihitung dengan rumus :

$$R_{min} = 0,054 \cdot V^2 \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan :  $R_{min}$  = jari-jari lengkung horisontal (m)

$V$  = kecepatan rencana (km/jam)

Tabel 3.1 Hubungan antara V rencana dengan R ijin

| Kecept. Rencana<br>(Km/Jam) | R min. lengkung lingkaran<br>tanpa lengkung peralihan<br>(m) | R min. lengkung<br>lingkaran dengan<br>lengkung peralihan<br>(m) |
|-----------------------------|--|--|
| 120                         | 2370   | 780  |
| 110                         | 1990   | 660  |
| 100                         | 1650   | 550  |
| 90                          | 1330   | 440  |
| 80                          | 1050   | 350  |
| 70                          | 810  | 270  |
| 60                          | 600  | 200  |

Sumber : Peraturan Dinas 10, PJKA, 1986

b. 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 tikungan yang relatif kecil.

Panjang minimum dari lengkung peralihan ditetapkan dengan rumus berikut :

$$L_h = 0,01 \cdot c \cdot V \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan :  $L_h$  = panjang minimum lengkung peralihan (m)

$c$  = ketinggian relatif antara dua bagian yang dihubungkan  
(mm)

$V$  = kecepatan rencana (km/jam)

### c. Lengkung Spiral ( S )

Lengkung spiral terjadi bila dua tikungan dari suatu lintas yang berbeda arah lengkungnya terletak berdekatan. Antara kedua tikungan yang berbeda arah ini harus, ada bagian lurus sepanjang paling sedikit 20 meter.

### 3.3 Lengkung 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.

Besar jari-jari minimum dari lengkung vertikal tergantung pada besar kecepatan rencana dan adalah seperti tercantum dalam tabel 3.2.

Tabel 3.2 Jari-jari minimum lengkung vertikal

| Kecepatan Rencana<br>(km/jam) | Jari-jari minimum<br>Lengkung vertikal (m) |
|-------------------------------|--|
| > 100                         | 8000                                       |
| ≤ 100                         | 6000                                       |

Sumber : Peraturan Dinas 10, PJKA, 1986

Panjang lengkung vertikal berupa busur lingkaran yang menghubungkan kedua kelandaian lintas yang berbeda, ditentukan berdasarkan besarnya jari-jari lengkung vertikal, perbedaan kelandaian dihitung berdasarkan rumus :

$$L = i \cdot R \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan : L = panjang lengkung vertikal (m)

i = kelandaian (‰)

R = jari-jari kelengkungan (m)



Persamaan panjang busur lengkung vertikal berupa parabola :

$$Y = \frac{x^2}{2R} \dots\dots\dots(3.4)$$

### 3.4 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 lokomotif dan rangkaian yang dioperasikan. Untuk masing-masing kelas jalan rel, besar landai penentu adalah seperti tercantum dalam tabel 3.3 berikut :

Tabel 3.3 Besar landai Penentu Maksimum

| Kelas Jalan rel | Besar Landai Penentu |
|-----------------|----------------------|
| 1               | 10 %.                |
| 2               | 10 %.                |
| 3               | 20 %.                |
| 4               | 23 %.                |
| 5               | 25 %.                |

Sumber : Peraturan Dinas 10, PJKA, 1986

Sedangkan bila didasarkan pada kelandaian dari sumbu dan rel dapat dibedakan menjadi empat kelompok :

Tabel 3.4 Pengelompokan lintas berdasar pada kelandaian

| Kelompok               | Kelandaian              |
|------------------------|-------------------------|
| Lintas datar           | 0 ‰ sampai dengan 10 ‰  |
| Lintas pegunungan      | 10 ‰ sampai dengan 40 ‰ |
| Lintas dengan rel gigi | 40 ‰ sampai dengan 80 ‰ |

Sumber : Peraturan Dinas 10, PJKA, 1986

Untuk emplasemen kelandaianya adalah 0 sampai 1,5 ‰.

### 3.5 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 :

$$l = \frac{Va^2 - Vb^2}{2g \cdot (S_k - S_m)} \dots \dots \dots (3.5)$$

- dengan :
- l = panjang maksimum landai (m)
  - $V_a$  = kecepatan yang diijinkan di kaki landai curam (m/det)
  - $V_b$  = kecepatan terkecil yang dapat diterima di puncak landai curam (m/det),  $V_b \geq \frac{1}{2} V_a$
  - g = percepatan gravitasi
  - $S_k$  = besar landai curam (%)
  - $S_m$  = besar landai penentu (%)

### 3.6 Perlintasan Sebidang

Pada perlintasan sebidang jalan rel dan jalan raya harus tersedia jarak pandang bebas yang memadai bagi kedua pihak, terutama bagi pengendara kendaraan. Daerah pandan bebas pada perlintasan merupakan daerah pandangan segitiga dengan jarak-jaraknya ditentukan berdasarkan pada kecepatan rencana kedua belah pihak. Daerah pandangan segitiga harus bebas dari benda-benda penghalang setinggi 1,25 m atau lebih.

Pengemudi kendaraan dapat melihat kereta api yang mendekat sedemikian rupa sehingga kendaraan dapat menyeberangi perlintasan sebelum kereta api tiba. Selain itu pengemudi kendaraan harus dapat melihat kereta api yang mendekat sedemikian rupa sehingga kendaraan dapat dihentikan sebelum memasuki daerah perlintasan.

Daerah segitiga mempunyai dua komponen utama, yaitu jarak pandang  $d_H$  sepanjang jalan raya dan jarak pandang  $d_T$  sepanjang jalan rel. Untuk kedua kejadian tersebut, jarak pandang dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$d_H = 1,1 \cdot (1,4667 \cdot V_r \cdot t + \frac{V_v^2}{30f} + D + de) \dots\dots\dots(3.6)$$

penambahan 10 % jarak pandangan bebas digunakan untuk faktor keamanan

$$d_T = \frac{V_r}{V_r} (1,667 \cdot V_r \cdot t + \frac{V_v^2}{30f} + 2D + L + W) \dots\dots\dots(3.7)$$

dengan :

$d_H$  = jarak pandangan sepanjang jalan raya yang memungkinkan suatu kendaraan dengan kecepatan  $V_v$  menyeberang lintasan dengan selamat,

meskipun sebuah kereta api tampak mendekat pada jarak  $d_T$  dari perlintasan. Atau memungkinkan kendaraan bersangkutan berhenti sebelum daerah perlintasan (feet)

$d_T$  = jarak pandang sepanjang jalan rel, untuk memungkinkan pergerakan yang dijelaskan pada  $d_H$  (feet)

$V_v$  = kecepatan kendaraan (mil/jam)

$V_r$  = kecepatan kereta api

$t$  = waktu reaksi, diambil sekitar 2,5 detik

$f$  = koefisien geser (lihat tabel 3.5)

$D$  = jarak dari garis henti, atau ujung depan kendaraan ke rel terdekat.

Diambil sekitar 15 feet.

$d_e$  = jarak pengemudi ke ujung depan kendaraan. Diambil sekitar 10 feet

$L$  = panjang kendaraan (feet)

$W$  = jarak antara rel terluar (feet)

Hasil perhitungan untuk  $d_H$  dan  $d_T$  di konversikan ke satuan meter

Besaran yang diambil terdapat dalam tabel dibawah ini :

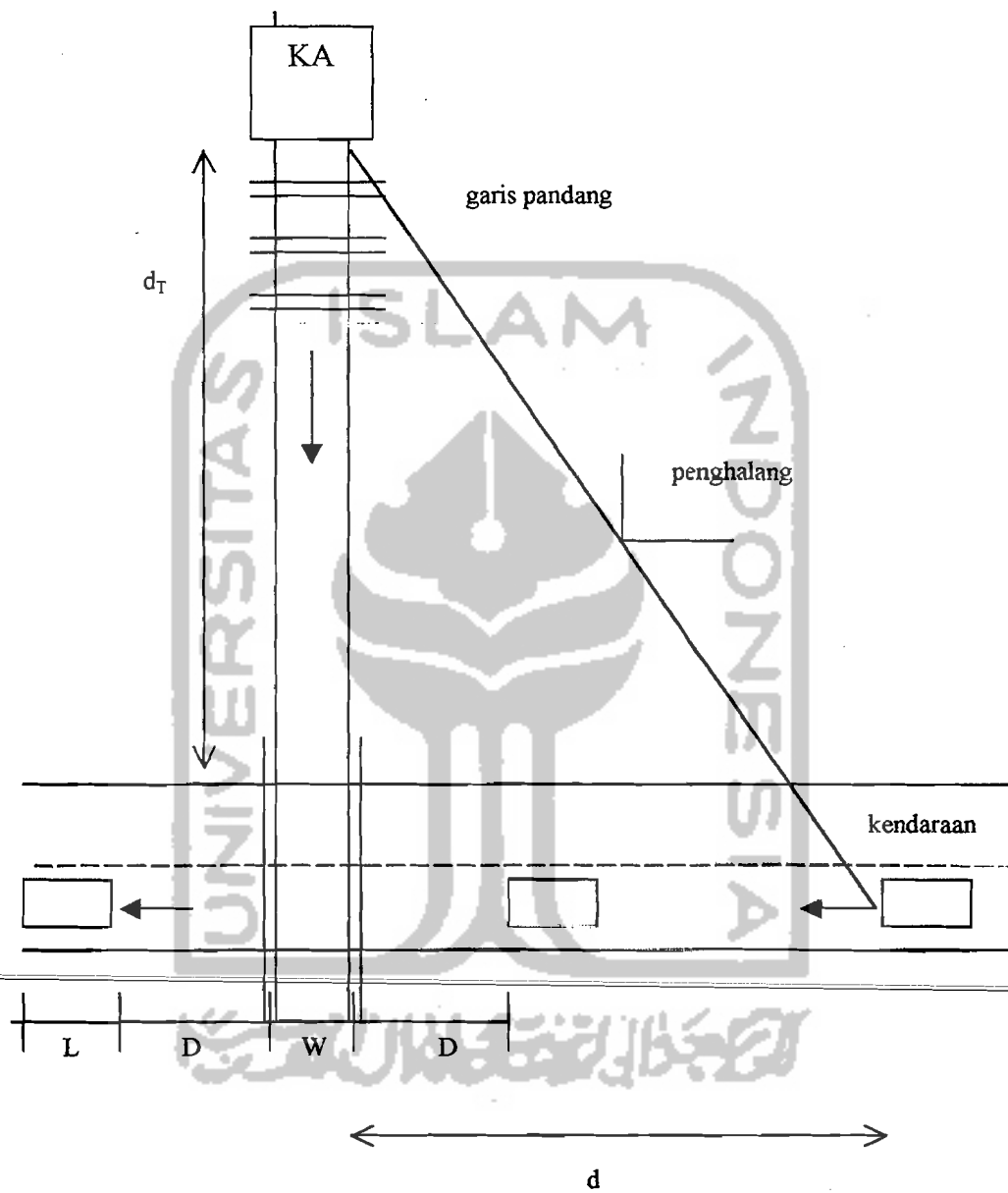
Tabel 3.5 Hubungan antara Kecepatan dengan Koefisien geser pada jalan

|                           |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kecepatan<br>(Km/Jam)     | 20    | 40    | 60    | 80    | 90    | 100   | 110   | 120   |
| Kec. (mil/jam)            | 12,43 | 24,00 | 37,28 | 49,71 | 55,92 | 62,14 | 68,35 | 74,57 |
| Koef. Geser<br>pada jalan | 0,40  | 0,38  | 0,32  | 0,30  | -     | 0,29  | -     | 0,28  |

Sumber : Peraturan Dinas 10, PJKA, 1986

Penjelasan dari perhitungan perlintasan sebidang dapat dilihat pada gambar 3.1 yaitu gambar Jarak Pandang yang terdapat pada halaman 22.

Lebar perlintasan sebidang bagi jalan raya dalam keadaan pintu terbuka atau tanpa pintu minimal sama dengan lebar perkerasan jalan raya yang bersangkutan. Perlintasan sebidang dilengkapi dengan rel-rel paksa untuk menjamin tetap adanya alur untuk flens roda. Lebar alur adalah sebesar 40 mm dan harus selalu bersih dari benda/kotoran penghalang. Panjang rel paksa adalah 0,8 m di luar perlintasan dan dibengkokkan ke dalam agar tidak terjadi tumbukkan paksa di ujung rel. Sambungan rel di dalam perlintasan harus dihindari.



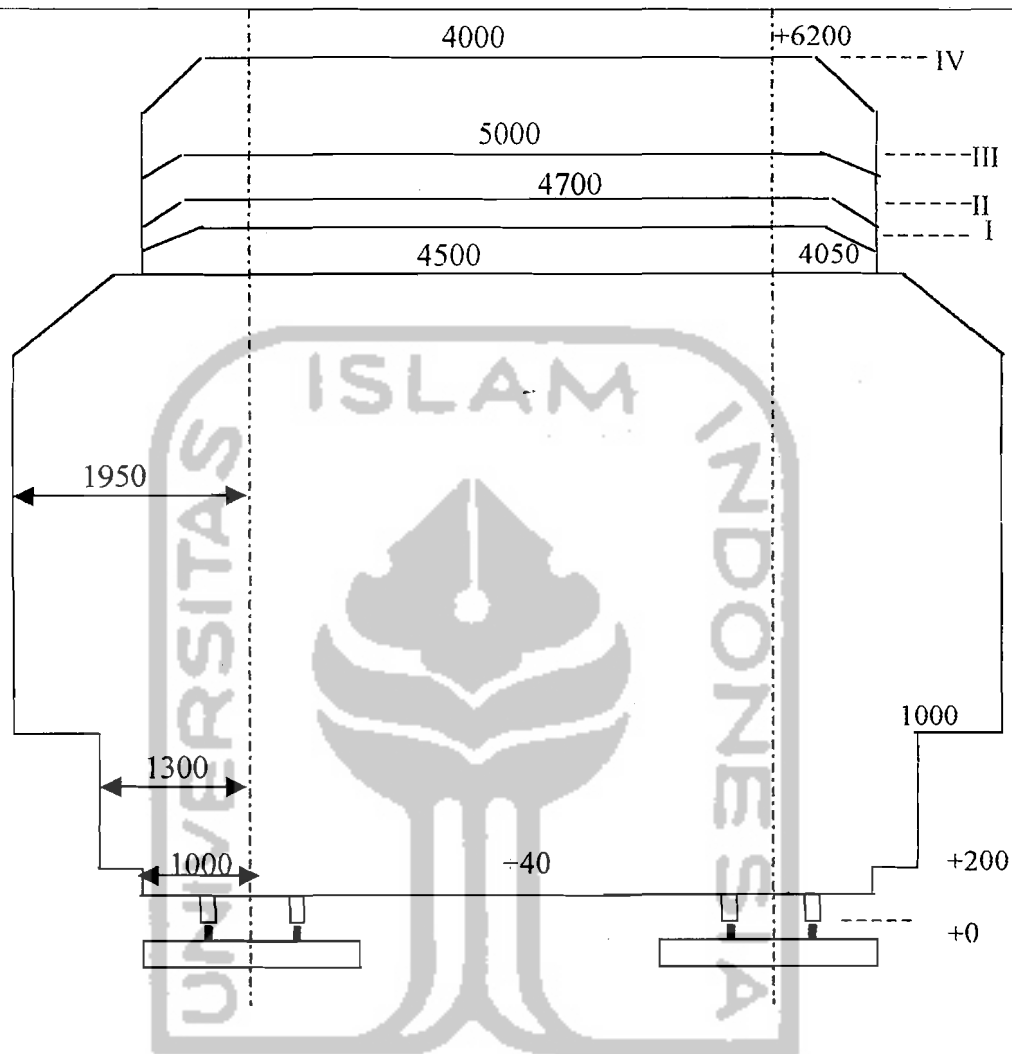
Gambar 3.1 Jarak Pandang  
(Sumber : Peraturan Dinas 10, PJKA, 1986)

### 3.7 Ruang Bebas

Ruang bebas adalah ruang di atas sepur yang senantiasa harus bebas dari segala rintangan dan benda penghalang, ruang ini disediakan untuk melewati rangkaian kereta api. Untuk jalur ganda jarak antara sumbu-sumbu rel untuk jalur lurus dan lengkung sebesar 4,00 meter.

Pada lintas antara stasiun Solo Balapan – Yogya Tugu , jenis kereta yang akan dilayani antara lain gerbong penumpang, gerbong barang, gerbong peti kemas, dan gerbong tangki minyak.

Karena jenis gerbong yang akan dilayani bermacam-macam maka sebagai perencanaan ruang bebas di dasarkan pada ukuran gerbong peti kemas dengan standar ISO (“Standart Height”). Standar ini dipakai karena telah banyak negara yang menggungkannya dan cenderung untuk dipakai pada masa-masa yang akan datang. Gambar ruang bebas dapat dilihat pada gambar 3.2 pada halaman 24.



Gambar 3.2 Ruang Bebas

(Sumber : Peraturan Dinas 10, PJKA, 1986)

Keterangan Gambar :

Batas I = + 4500 mm, untuk jembatan dengan kecepatan sampai 60 km/jam

Batas II = + 4700 mm, untuk viaduk lama dan terowongan dengan kecepatan sampai 60 km/jam dan untuk jembatan dengan kecepatan > 60 km/jam

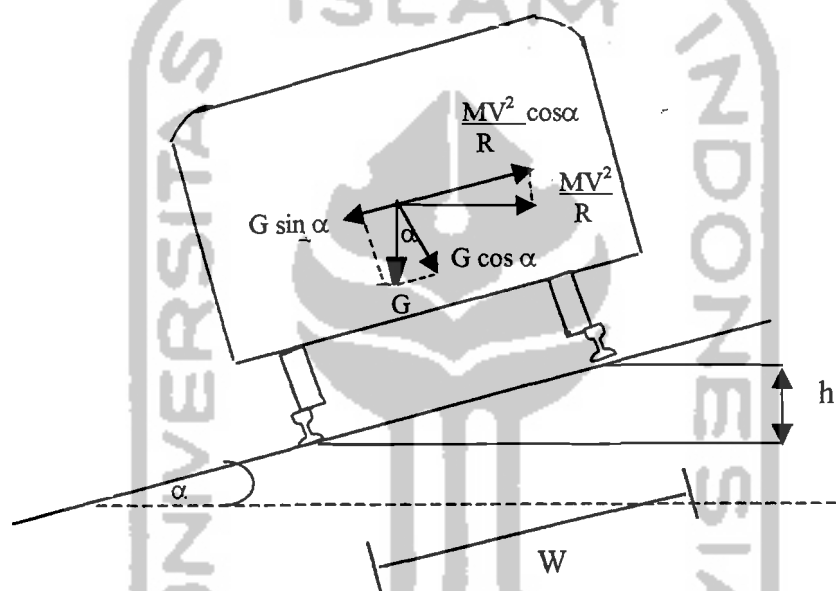
Batas III = + 5000 mm, untuk viaduk baru dan pekerjaan bangunan kecuali terowongan dan jembatan.

Batas IV = + 6200 mm, untuk lintas kereta listrik

### 3.8 Analisa Kenyamanan Perjalanan KA

Analisa ini dimaksudkan untuk menjaga agar penumpang dan barang yang dimuat oleh kereta aman dari gangguan akibat jalan kereta api. Analisa perjalanan ini meliputi, tinjauan terhadap bahaya penggulingan gaya ke arah luar jalur rel pada KA.

#### a. Tinjauan terhadap Bahaya Gulingan



Gambar 3.3 Gaya yang terjadi pada tikungan.

(Sumber : Peraturan Dinas 10, PJKA, 1986)

Keterangan Gambar :

$m$  = massa kereta (Ton)

$G$  = Berat gerbong (Ton)

$h$  = peninggian rel (mm)

$V$  = kecepatan KA (m/det)

$R$  = jari-jari tikungan (m)

$\alpha$  = sudut kemiringan sepur/rel ( $^{\circ}$ )

$W$  = lebar sepur (1067 mm)



$$h_{mak} = 5,94 \cdot \frac{V^2}{R} \dots\dots\dots(3.8)$$

- Gaya guling akibat tikungan ( H )

$$H = \frac{m.V^2}{R} - \frac{h.g}{w} \cdot G \dots\dots\dots(3.9)$$

- Gaya guling akibat tikungan ijin ( Hi )

$$H_i = a \cdot G \dots\dots\dots(3.10)$$

- Syarat aman  $H < H_i$

b. Tinjauan Terhadap pelemparan gaya ke luar sepur,  $a = 5 \%$ , dari berat KA

$$H_i = 5\% \cdot G \dots\dots\dots(3.11)$$

- Kenyamanan di dalam gerbong :

$$H_g = \frac{m.V^2}{R} - \frac{h.g}{w} \cdot G \dots\dots\dots(3.12)$$

- syarat aman  $H_g < H_i$

### 3.9 Daya Tarik KA di lintasan

Untuk dapat memenuhi kelayakan operasi KA, maka trase jalan KA harus ditinjau dari kemampuannya dalam melayani perjalanan KA. Keadaan ini akan mempengaruhi kemampuan KA dalam menentukan kapasitas maupun kualitas perjalanan KA. Untuk mencapai hal ini perlu ditinjau keadaan sebagai berikut :

a. Kekuatan lokomotif

$$Tr = \frac{\delta \cdot 270 \cdot N}{V} \dots\dots\dots(3.13)$$

dengan :  $\delta =$  angka redam ( 0,8)

$V =$  kecepatan KA

$N =$  tenaga redaman

b. Perlawanan lokomotif itu sendiri (  $W_1$  )

$$W_1 = C_1.C_2.G_1 + C_3.F.\left(\frac{V}{10}\right)^2 \dots\dots\dots(3.14)$$

dengan :

$W_1 =$  perlawanan total dari lokomotif (kg)

$G_1 =$  Berat siap dari lokomotif (kg)

$F =$  Luas penampang dari badan lokomotif (m<sup>2</sup>)

$V =$  kecepatan rencana KA (km:jam)

$C_1 = 1 \rightarrow$  untuk bahan yang terpelihara dengan baik

$C_2 = 2,5 - 3,5 \rightarrow$  untuk perbandingan-perbandingan konstanta yang Normal

$C_3 = 0,5 - 0,7 \rightarrow$  angka konstanta yang mempengaruhi besarnya

perlawanan angin dan tergantung pada bentuk badan

lokomotif, yaitu konvensional, setengah licin dan licin

sempurna (bentuk arus).

Pada tahun 1956 s/d 1958, diadakan "rolling test" yang menghasilkan

rumus empiris untuk perlawanan lokomotif sebagai berikut :

$$W_1 = 1.2,65.G_1 + 0,54.F.\left(\frac{V}{10}\right)^2 \dots\dots\dots(3.15)$$

c. Perlawanan akibat lengkung ( $w_l$ )

Perlawanan akibat tikungan dengan jari-jari ( $R$ ) dirumuskan :

$$W_l = Gr.W_{spec} (kg) \dots\dots\dots(3.16)$$

dengan :

$W_l$  = Perlawanan tikungan/lengkung

$Gr$  = Berat total dari seluruh rangkaian KA

$W_{spec}$  = Besarnya tergantung spesifikasi menurut formula dari "Hamelinks", untuk lebar sepur 1067 mm adalah :

$$W_{spec} = \frac{450}{R - 50} \dots\dots\dots(3.17)$$

d. Perlawanan akibat tanjakan ( $W_i$ )

Besarnya perlawanan akibat tanjakan ditentukan dengan persamaan :

$$W_i = G.i \dots\dots\dots(3.18)$$

dengan :

$W_i$  = perlawanan akibat tanjakan (kg)

$i$  = landai daerah tanjakan (%)

$G$  = berat KA (kg)

e. Perlawanan total ( $W_{tot}$ )

$$W_{tot} = W_1 + W_l + W_i \dots\dots\dots(3.19)$$

Jadi besarnya daya tarik lokomotif ( $T_k$ ) adalah :

$$T_k = T_r - W_{tot} \dots\dots\dots(3.20)$$

Daya tarik lokomotif tergantung pada jenis dan spesifikasi dari pabrik pembuatnya. Berikut ini daftar lokomotif yang dioperasikan oleh Perumka di Indonesia.

Tabel 3.6 Spesifikasi Lokomotif

| No | Tipe   | Bahan Bakar | Berat Siap | Tekanan gandar | Kecepatan Mak (km/jam) | Tenaga Tarik (HP) |
|----|--------|-------------|------------|----------------|------------------------|-------------------|
| 1  | BB.200 | HSD         | 75,60      | 12,40          | 120                    | 875               |
| 2  | BB.201 | HSD         | 78,00      | 13,00          | 120                    | 1425              |
| 3  | BB.202 | HSD         | 44,00      | 11,00          | 100                    | 1000              |
| 4  | BB.203 | HSD         | 78,00      | 13,40          | 120                    | 1300              |
| 5  | BB.300 | HSD         | 36,00      | 9,00           | 75                     | 680               |
| 6  | BB.301 | HSD         | 52,00      | 13,00          | 120                    | 1500              |
| 7  | BB.302 | HSD         | 66,00      | 11,00          | 90                     | 1000              |
| 8  | BB.303 | HSD         | 52,00      | 10,70          | 90                     | 1000              |
| 9  | BB.304 | HSD         | 72,00      | 13,00          | 120                    | 1500              |
| 10 | CC.200 | HSD         | 72,00      | 12,00          | 90                     | 1600              |
| 11 | CC.201 | HSD         | 81,00      | 13,58          | 120                    | 1950              |
| 12 | D.300  | HSD         | 51,00      | 8,50           | 50                     | 340               |
| 13 | D.301  | HSD         | 12,00      | 7,00           | 50                     | 340               |

Sumber : Peraturan Dinas 10, PJKA, 1986