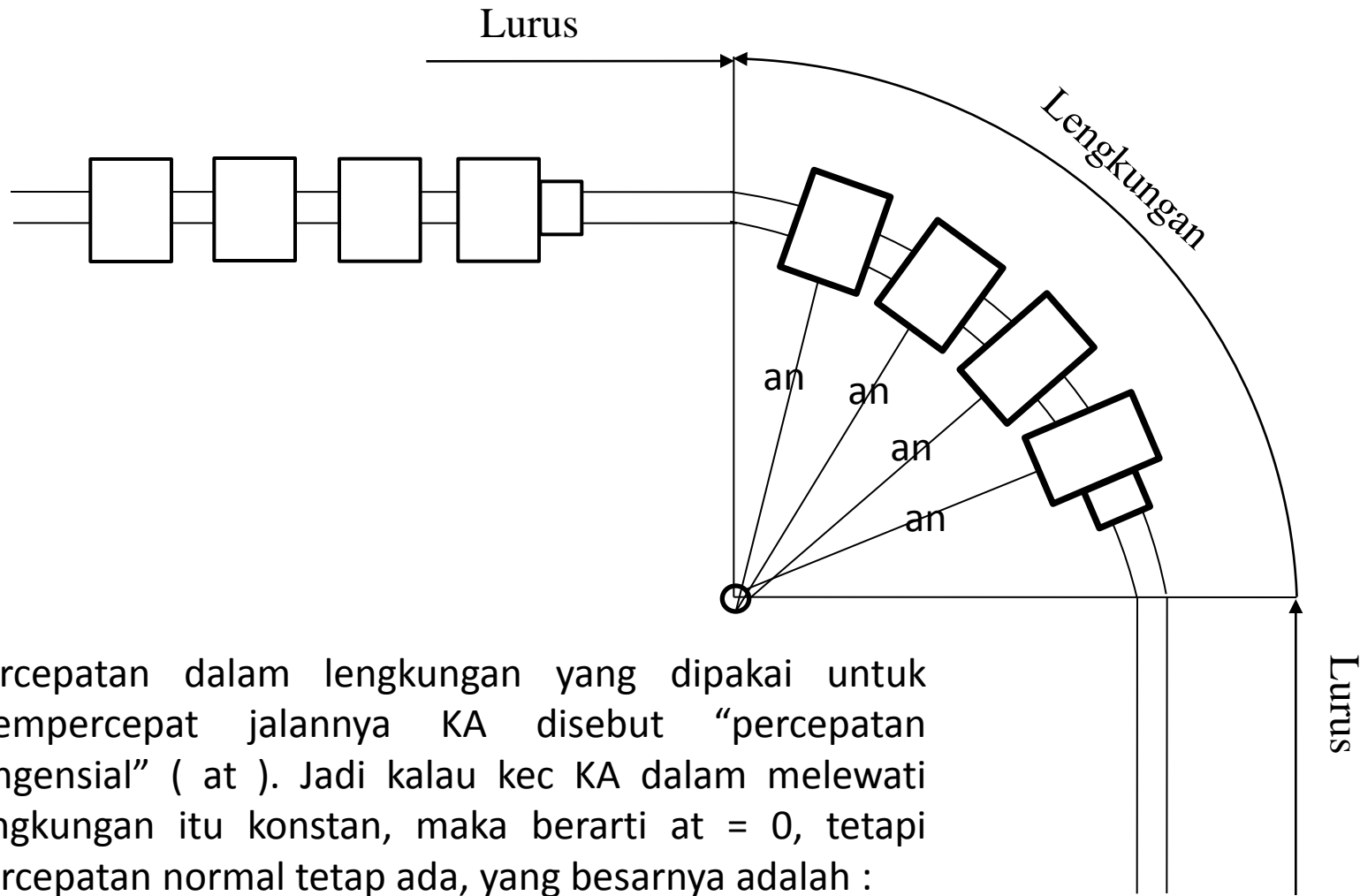


KEAMANAN JALAN DALAM TIKUNGAN



Percepatan dalam lengkungan yang dipakai untuk mempercepat jalannya KA disebut “percepatan tangensial” (a_t). Jadi kalau kec KA dalam melewati lengkungan itu konstan, maka berarti $a_t = 0$, tetapi percepatan normal tetap ada, yang besarnya adalah :

$$a_n = \frac{V^2}{R} \text{ m/det}^2$$

Andaikan ada sesuatu yang menahan pada titik pusat lengkungan, maka percepatan normal akan menimbulkan suatu gaya yang disebut : gaya centripetal, yaitu gaya yang menuju kearah titik pusat lengkungan, yang besarnya :

$$K = m \times a_n$$

Jika tidak ada sesuatu yang menahan pada titik pusat lengkungan , maka KA akan mendapatkan gaya centrifugal yang bebas, yang akan melemparkan KA keluar dari lengkungan . Besarnya gaya centrifugal ini adalah sama dengan besarnya gaya centripetal, yaitu :

$$C = m \times a_n = \frac{G.V^2}{g.R} \text{ kg}$$

MOMEN PENGGULINGAN

Apabila tinggi titik berat kereta adalah Z , maka gaya centrifugal (C) itu akan menimbulkan suatu momen yang disebut “ momen penggulingan ” yang besarnya

$$M_g = C \times Z \text{ kgm.}$$

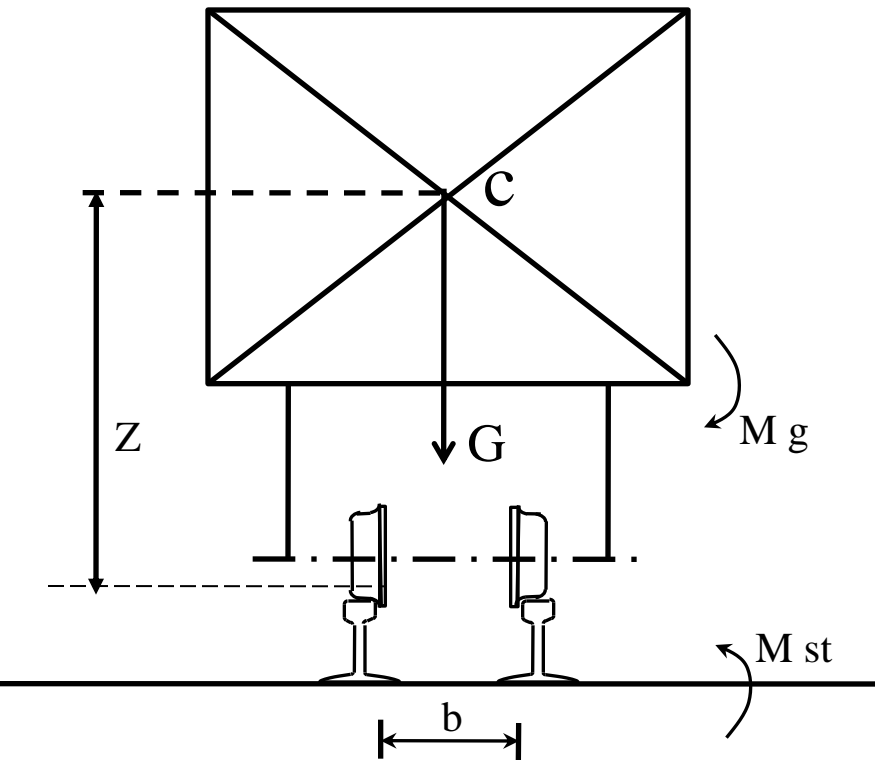
Jadi besarnya momen penggulingan adalah :

$$M_g = C \times Z$$

$$M_g = \frac{G.V^2}{g.R} \times Z \text{ kgm.}$$

Momen penggulingan ini akan menimbulkan “ bahaya guling ”.

Untuk itu hrs dapat dinetralisir untuk mencegah terjadinya penggulingan pada waktu KA lewat di lengkungan.



MOMEN STABILISATOR

Untuk menetralkan momen guling ini, maka harus ada momen yang lebih besar yang bekerja dengan arah berlawanan thd momen guling tsb. Momen yang dimaksud adalah “ momen stabilisator (M_{st}) yang besarnya adalah :

$$M_{st} = G \times \frac{b}{2}$$

Ada 3 (tiga) kemungkinan yang bisa terjadi , yaitu :

1. $M_g > M_{st}$: kereta pasti terguling
2. $M_g < M_{st}$: kereta tidak terguling
3. $M_g = M_{st}$: titik kritis, dimana tercapai saat akan terjadinya guling

Dari persamaan $M_g = M_{st}$, maka dapat dihitung besarnya kecepatan dalam lengkungan, dimana tercapai saat kritis akan terjadinya penggulingan. Ini biasa disebut dengan : “kecepatan guling” atau V_g .

Perhitungan besarnya kecepatan guling (V_g) adalah :

Dari persamaa $M_g = M_{st}$ didapat :

$$C \times Z = G \times \frac{1}{2} b$$

$$\frac{G.V^2}{g.R} \times Z = G \times \frac{1}{2} b$$

$$V^2 = \frac{b.g.R}{2.Z} \text{ atau } V = \sqrt{\frac{b.g.R}{2.Z}} \text{ (m/det)} = V_g = 3,6 \sqrt{\frac{b.g.R}{2.Z}} \text{ km/ jam}$$

Dimana :

V_g = kecepatan guling dalam km/ jam

R = jari – jari lengkungan dalam meter

b = ukuran sepur dalam meter

Z = tinggi titik berat kereta dari kepala rel dalam
m

g = gravitasi bumi dalam m/det^2

FAKTOR MUATAN LENGKUNGAN

Yang dimaksud dengan faktor muatan lengkungan atau curve load factor adalah suatu faktor yang terdapat didalam rumus “ kecepatan guling “

Telah diketahui rumus kecepatan guling adalah

$$V_g = 3,6 \sqrt{\frac{b \cdot g \cdot R}{2 \cdot Z}} = 3,6 \sqrt{\frac{b \cdot g}{2 \cdot Z}} \times \sqrt{R} \quad \text{km/jam}$$

Faktor muatan lengkungan adalah :

$$" B " = 3,6 \sqrt{\frac{g}{2 \cdot \frac{Z}{b}}}$$

Jadi rumus kecepatan guling adalah : $V_g = B \times \sqrt{R}$ (km/jam)

FAKTOR KEAMANAN GULING

Untuk keamanan dalam melewati suatu lengkungan, maka perlu diperhitungkan adanya faktor keamanan guling (n).

Faktor keamanan guling ini adalah suatu perbandingan antara momen stabilisator dengan momen penggulingan, jadi :

$$n = \frac{M_{st}}{M_g} = \frac{G \times \frac{1}{2} b}{C \times Z} \text{ atau } n \times C \times Z = G \times \frac{1}{2} b$$

Bila diumpamakan V_t = kec waktu melewati lengkungan, maka dengan memperhitungkan faktor keamanan guling didapat persamaan sbb :

$$\frac{n \times G \times V_t^2 \times Z}{g \times R} = G \times \frac{1}{2}$$

$$(V_t^2) = \frac{b \times g \times R}{2 \times n \times Z} \text{ atau } V_t = \sqrt{\frac{g}{2 \cdot n \cdot \frac{Z}{b}}} \times \sqrt{R} \quad (\text{m/det})$$

$$V_t = 3,6 \sqrt{\frac{g}{2 \cdot n \cdot \frac{Z}{b}}} \cdot \sqrt{R}$$

Jadi dengan memperhitungkan faktor keamanan guling (n) maka kecepatan pada waktu melewati lengkungan lebih rendah dari kecepatan guling (Vg)

Besarnya Faktor Keamanan Guling (n) :

Ketentuan mengenai faktor muatan guling (n) adalah :

n = 1 , dinyatakan sebagai maksimum guling.

n = 3 , dinyatakan sebagai maksimum aman.

n = 2 , dinyatakan sebagai bahaya guling.

Dengan harga $n = 3$, didapat harga faktor muatan lengkungan :

$$B_{\text{maks}} = 3,6 \sqrt{\frac{g}{6 \cdot \frac{Z}{b}}}$$

Maka kecepatan maksimum yang diperkenankan dalam lengkungan dengan jari – jari (R) tertentu adalah sebesar :

$$V_{t \text{ (maks.)}} = 3,6 \sqrt{\frac{g}{6 \cdot \frac{Z}{b}}}^x \sqrt{R} \text{ (km/ jam)}$$

CONTOH SOAL :

Diketahui kereta penumpang dengan ketentuan sbb :

Tinggi titik berat dari kepala rel, $Z = 1,38 \text{ m}$

Ukuran sepur $b = 1067 \text{ mm}$

Perbandingan :
$$\frac{Z}{b} = \frac{1380}{1067} = 1,3$$

Berjalan diatas track melewati lengkungan dengan radius sebesar $R = 150 \text{ meter}$ ($g = 9,8 \text{ m/ det}^2$)

Pertanyaan :

1. Berapakah tingginya kecepatan guling (V_g) yang dicapai pada lengkungan tersebut ?

2. Berapa tingginya kecepatan maksimum aman ?

Perhitungan :

Besarnya faktor muatan lengkungan adalah :

$$\text{Untuk } n = 1; B1 = 3,6 \sqrt{\frac{9,8}{2 \times 1,3}} = 6,99$$

$$\text{Untuk } n = 3; B3 = 3,6 \sqrt{\frac{9,8}{6 \times 1,3}} = 4,04$$

$$\text{Kecepatan guling : } Vg = 6,99 \times \sqrt{150} = 85,6 \text{ km/jam}$$

$$\text{Kecepatan maks.aman: } Vt = 4,04 \times \sqrt{150} = 49,5 \text{ km/jam}$$

Jadi untuk keamanan , maka kecepatan didalam tikungan dengan radius 150 meter, hanya dibatasi sampai maksimum $V_{maks} = 50 \text{ km/jam}$. Dengan kecepatan antara 50 – 85 km/ jam dapat dianggap sebagai memasuki fase bahaya guling, sedangkan pada kecepatan 85,6 km/ jam sampailah pada titik maksimum terguling.

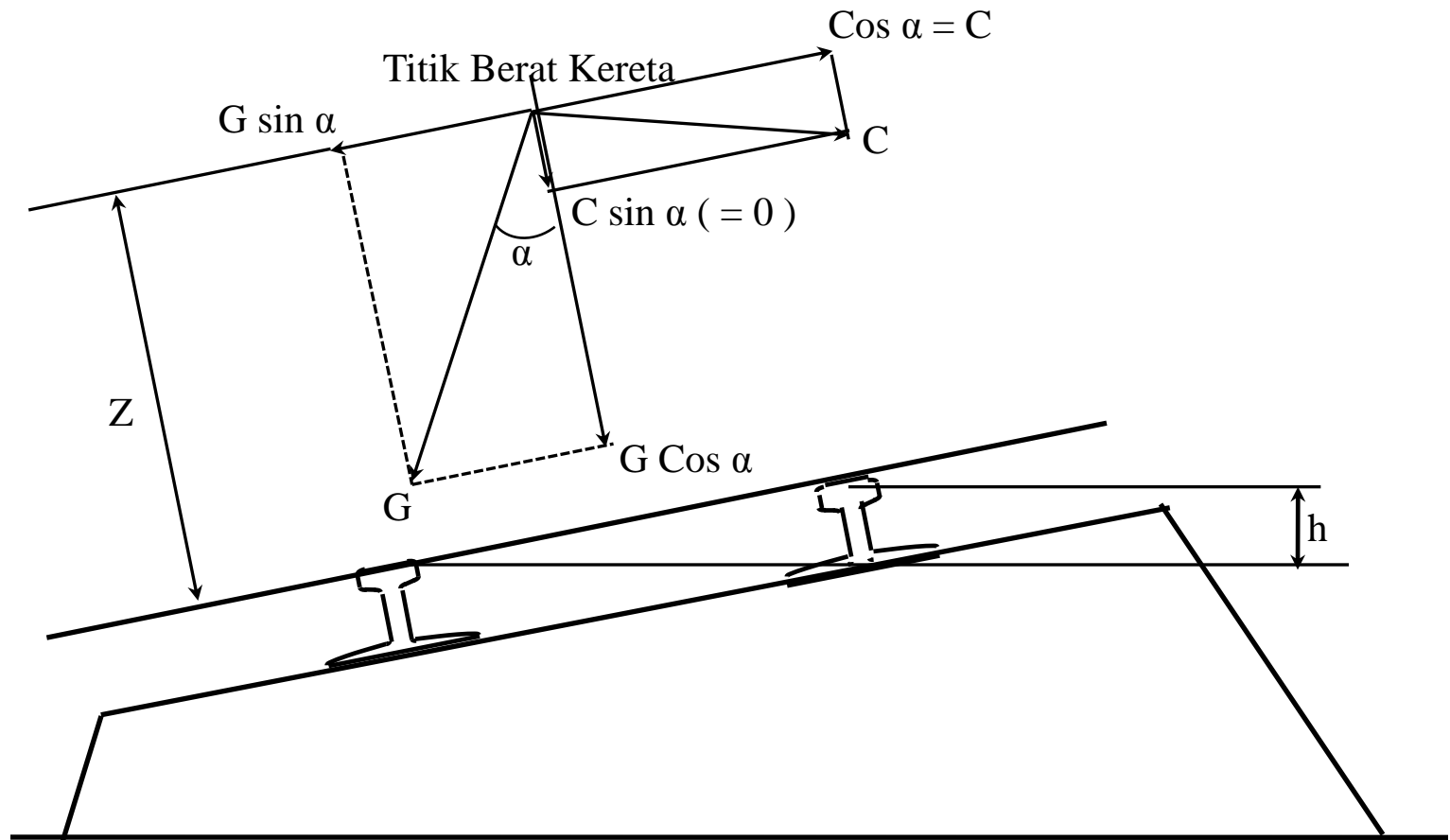
PENINGGIAN REL DALAM LENGKUNGAN

Didalam lengkungan letak rel luar itu agak ditinggikan terhadap rel dalam. Peninggian ini disebut “CANT” atau railverkanting. Makin kecil radius dari lengkungan maka semakin besar pula peninggian rel yang disyaratkan.

Tujuan Peninggian Rel

Akibat adanya peninggian rel dalam lengkungan, maka faktor muatan lengkungan (B) yang diijinkan bisa menjadi lebih besar, sehingga kecepatan maksimum dalam lengkungan juga bisa ditingkatkan. Jadi tujuan utama dari peninggian rel adalah :

1. Memperbesar faktor muatan lengkungan (B) dalam lengkungan.
2. Meningkatkan kecepatan maksimum yang diijinkan dalam lengkungan.



Pengaruh dari peninggian rel dalam lengkungan terhadap persamaan momen adalah sbb :

Dari persamaan :

$$n \times C \times Z = G \times \frac{1}{2} b$$

$$n \times (C \cos \alpha - G \sin \alpha) \times Z = (G \cos \alpha + C \sin \alpha) \times \frac{1}{2} b$$

Catatan :

Harga maksimum yang diperkenankan adalah :

$$\sin \alpha = 0,1$$

$$\cos \alpha = 0,995 \text{ (dibulatkan 1)}$$

Untuk keamanan, dapat diperhitungkan harga – harga sbb:

$$C \cos \alpha = C$$

$$C \sin \alpha = 0$$

Maka persamaan menjadi :

$$n \times (C - G \sin \alpha) \times Z = (G \times \frac{1}{2} b)$$

$$n \times (\frac{G.V^2}{g.R} - \sin \alpha) \times Z = G \times \frac{1}{2} b$$

$$\frac{n.Z.V^2}{g.R} - n . Z . \sin \alpha = \frac{1}{2} b$$

$$n \cdot Z \cdot \frac{V^2}{gR} = \frac{b}{2} + n \cdot Z \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{V^2}{R} = \frac{g}{2 \cdot n \cdot \frac{Z}{b}} + g \sin \alpha$$

Kalau dinyatakan dalam km/ jam, maka :

$$\frac{V^2}{R} = \frac{(3,6)^2 \times g}{2 \cdot n \cdot \frac{Z}{b}} + (3,6)^2 \times \sin \alpha$$

Bila diambil $g = 9,8 \text{ m/det}^2$, maka persamaan menjadi :

$$\frac{V^2}{R} = \frac{127}{2 \cdot n \cdot \frac{Z}{b}} + 127 \times \sin \alpha$$

Dari sini dapat disimpulkan, bahwa kalau tidak ada peninggian rel ($\sin \alpha = 0$), maka :

$$B^2 = \frac{127}{2 \cdot n \cdot \frac{Z}{b}} \quad \text{atau} \quad B = \sqrt{\frac{127}{2 \cdot n \cdot \frac{Z}{b}}}$$

Sedangkan kalau ada peninggian rel, maka faktor muatan lengkungan menjadi sebesar :

$$B = \sqrt{\frac{127}{2 \cdot n \cdot \frac{Z}{b}}} + 127 \times \sin \alpha$$

Terbukti disini bahwa dengan adanya peninggian rel maka faktor muatan lengkungan menjadi lebih besar, sehingga kecepatan maksimum dalam lengkungan dapat ditingkatkan. Tetapi peniggian dalam lengkungan itu ada batas maksimumnya, yaitu $\sin \alpha$ tidak boleh melebihi harga $= 0,1$ atau $\alpha \text{ maks} = 5^\circ 45'$.

Untuk ukuran lebar sepur 1067 mm seperti di Indonesia, peninggian rel maksimum pada lengkungan terkecil adalah : $h_{\text{maks}} = 0,1 \times 1067 \text{ mm} = 107 \text{ mm} \approx 110 \text{ mm}$.

TINGGI TITIK BERAT PADA KERETA

Makin rendah letak titik berat dari kepala rel, maka semakin stabil jalannya kereta/ gerbong. Terutama pada waktu melewati lengkungan, maka kestabilan itu sangat diperlukan untuk menjamin keamanan. Tinggi maksimum dari titik berat kereta diatas kepala rel dapat dihitung dari persamaan momen seperti diuraikan diatas, yaitu :

$$n \times (C - G \sin \alpha) \times Z = G \times \frac{1}{2} b$$

Dimisalkan pada keadaan berhenti $V = 0$, dimana gaya centrifugal (C) juga = 0, maka pers. Menjadi :

$$n \times (0 - G \sin \alpha) \times Z = G \times \frac{1}{2} b$$

$$- n \cdot Z \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} b$$

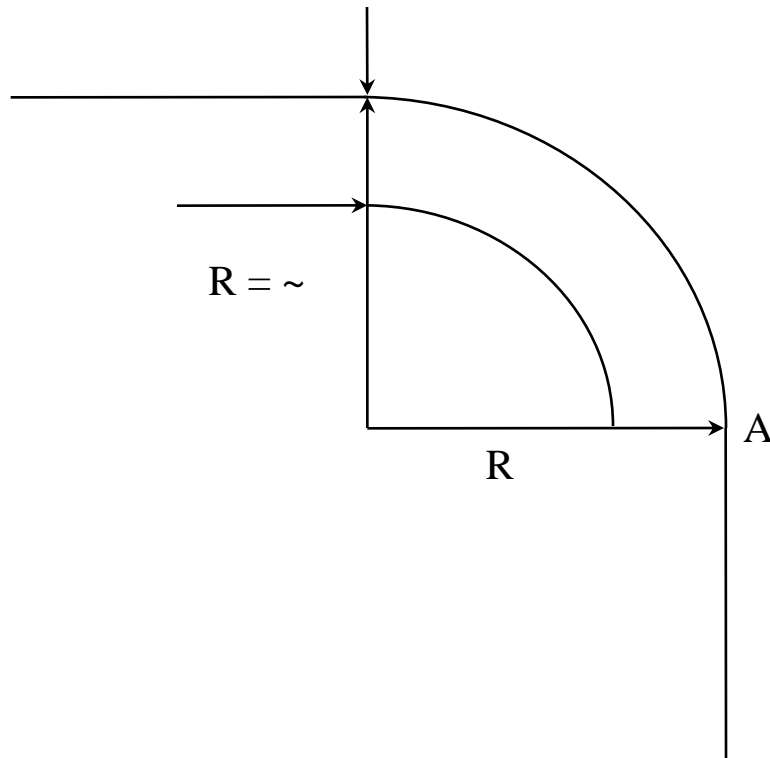
$$\text{Didapat : } Z = \frac{b}{2 \cdot n \cdot \sin \alpha}$$

Dengan mengambil harga $n = 3$ dan $\sin \alpha = 0,1$, maka didapat rumus :

$$Z = \frac{b}{2 \times 3 \times 0,1} = \frac{b}{0,6}$$

Untuk PT.KAI, dimana ukuran sepur 1067 mm, maka didapat : $Z_{\text{maks}} = \frac{1,067}{0,6} = 1,78$
dibulatkan $Z_{\text{maks}} = 1,80 \text{ m}$

Peninggian Rel Pada Lengkung Peralihan



Jika lengkungan dengan jari – jari = R dipasang rapat pada jalan lurus, maka pada titik peralihan (A) terjadilah suatu “ kejutan “ yang dasyat yang disebabkan oleh timbulnya suatu gaya arah atau “ direction force “ (H) yang merubah arah jalannya KA untuk bisa membelok , sesuai dengan lengkungan.

Untuk mengurangi “ kejutan “ tsb, maka pada titik peralihan (A) perlu diberi suatu lengkung peralihan atau “ Transition Curve “ (overgangsboog)

a. Bentuk Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan yang baik adalah yang berbentuk “ parabola kubus “. Panjang lengkung peralihan itu harus cukup dan memenuhi persyaratan stelsel 1938. Makin panjang lengkung peralihan maka makin smooth jalannya KA dalam memasuki lengkungan.

b. Peninggian Rel pada Lengkung Peralihan

Dalam lengkung peralihan jari lengkung adalah variant dari tak terhingga (∞) sampai sebesar jari – jari lengkung sebenarnya (R). Demikian juga dengan peninggian rel dalam lengkung peralihan adalah variant, dari nol sampai maksimum.

c. Peninggian Rel yang Normal

Peninggian rel yang normal menurut stelsel 1938 ditentukan dengan rumus :

$$h_{\text{norm}} = 6 \times \frac{V^2}{R} \quad (\text{mm})$$

PERLAWANAN

Apabila sebuah kendaraan rel (lok, kereta atau gerbong) berjalan diatas jalan baja (rel), maka dia akan mendapatkan suatu perlawanan.

Macam – macam Perlawanan

1. Perlawanan jalan dari lokomotif diatas jalan datar dan lurus (termasuk perlawanan angin) = W_L
2. Perlawanan jalan dari rangkaian kereta/ gerbong diatas jalan datar dan lurus (termasuk perlawanan angin) = W_r
3. Perlawanan tanjakan pada waktu menanjak = W_t
4. Perlawanan lengkungan pada waktu membelok = W_l
5. Perlawanan percepatan dan perlawanan pada saat berangkat pada waktu “ mula gerak “ (W_p)

Jadi perlawanan seluruhnya adalah :

$$W_{\text{total}} = W_L + W_r + W_t + W_l + W_p$$

1. Perlawanan Jalan dari Lokomotif

a. Lokomotif Uap

Menurut formula dari Strahl, maka rumus pelawanan jalan dari lokomotif uap adalah :

$$W_L = 2,5 \cdot G_0 + c_1 \cdot G_a + c_2 \cdot F \cdot \left(\frac{V}{10} \right)^2$$

dimana :

W_L = perlawanan total dari lokomotif (kg)

G_0 = berat loko + tender (dg separuh persediaan)
didukung oleh gandar jalan (ton)

G_a = berat adhesi dari loko yang didukung oleh
gandar penggerak (ton)

F = luas penampang dari badan loko (m^2)

V = kecepatan (km/ jam)

c_1 dan c_2 = angka – angka konstanta

Daftar Harga Angka Konstanta c_1

$C1 = 5,8$: untuk 2 gandar penggerak + 2 silinder uap

$C1 = 7,3$: untuk 3 gandar penggerak + 2 silinder uap

$C1 = 8,4$: untuk 4 gandar penggerak + 2 silinder uap

$C1 = 9,3$: untuk 3 gandar penggerak + 4 silinder uap

$C1 = 10,4$: untuk 4 gandar penggerak + 4 silinder uap

Daftar Harga Angka Konstanta c_2 :

$C_2 = 0,63$	untuk bentuk biasa (konvensional)
$C_2 = 0,33$	untuk bentuk setengah licin (partially streamlined)
$C_2 = 0,25 - 0,3$	untuk bentuk licin sempurna (fully streamlined)

b. Lokomotif Diesel

Ada tiga macam lokomotif diesel yang kita kenal, yakni : Lokomotif Diesel Elektris (D.E), Diesel Hidrolis (D.H) dan Diesel Mekanis (D.M).

Loko D.E: CC.200, BB.200, BB.201, BB.202, CC.201.

Loko D.H: C.300, BB.300, BB.301, BB.302, BB.303,
BB.304, D.300.

Loko D.M : trisakti, pelita-1.

Perlawanan jalan dari lokomotif Diesel itu tergantung pada faktor – faktor sbb :

- Berat siap dari lokomotif
- Bentuk badan dari lokomotif
- Luas penampang melintang dari badan loko.
- Kecepatan

Menurut Henschel rumus perlawanan jalan dari Lokomotif Diesel adalah :

$$W_L = c_1 \cdot c_2 \cdot c_L + c_3 \cdot F \cdot \left(\frac{V}{10} \right)^2$$

Dimana :

W_L = perlawanan total dari lokomotif (kg)

G_L = berat siap dari lokomotif (ton)

F = luas penampang dari lokomotif (m^2)

V = kecepatan (km/ jam)

c_1 dan c_2 = angka – angka konstanta

c_3 =angka konstanta yang mempengaruhi besarnya perlawanan angin dan tergantung pada bentuk badan lokomotif.

Harga – Harga Konstanta :

$c_1 = 1$ (untuk baan yang terpelihara baik)

$c_2 = 2,5 - 3,5$

$c_3 = 0,5 - 0,7$

Disamping rumus – rumus diatas, M.
Subyanto telah mengadakan penelitian yang
menghasilkan rumus empiris bagi perlawanan lok-
lok Diesel dari jenis CC.200, BB.200, D.300, yaitu
sbb :

Untuk Lok CC.200 : $WL = 2,0 \cdot GL + 0,52 \cdot F \cdot \left(\frac{V+10}{10} \right)^2$

Untuk Lok BB.200 : $WL = 2,65 \cdot GL + 0,54 \cdot F \cdot \left(\frac{V+10}{10} \right)^2$

Untuk Lok D.300 : $WL = 3,50 \cdot GL + 0,45 \cdot F \cdot \left(\frac{V+10}{10} \right)^2$

2. Perlawanan Jalan Pada Rangkaian Kereta / Gerbong

Untuk perhitungan perlawanan rangkaian kereta/gerbong juga dipergunakan rumus – rumus empiris. Menurut Strahl, rumus perlawanan spesifik untuk kereta – kereta penumpang dan gerbong barang adalah :

$$\text{Untuk kereta 4 gandar} : V_{\text{spec}} = 2,5 + \frac{V^2}{4.000}$$

$$\text{Untuk kereta 2 dan 3 gandar} : V_{\text{spec}} = 2,5 + \frac{V^2}{3.000}$$

$$\text{Untuk gerbong dan barang} : V_{\text{spec}} = 2,5 + \frac{V^2}{2.000}$$

Dimana : W_{spec} = perlawanan spesifik (kg/ton)

V = kecepatan (km/ jam)

Menurut Ir. P. de Gruyter, untuk kereta penumpang dipergunakan rumus :

$$W_{\text{spec}} = 2,5 + \frac{0,75}{q} \left(\frac{V + 10}{10} \right)^2 \quad (\text{ kg/ ton })$$

Dimana : q = berat kereta kosong rata – rata (ton)

V = kecepatan kerat api (km/ jam)

Kalau seandainya berat total dari seluruh rangkaian kereta/ gerbong itu = G_r (ton), maka dengan memperhitungkan berat total dari seluruh rangkaian ini , kita akan mendapatkan besarnya perlawanan total dari seluruh rangkaian yaitu sebesar :

$$W_r = G_r \times W_{\text{spec}}$$

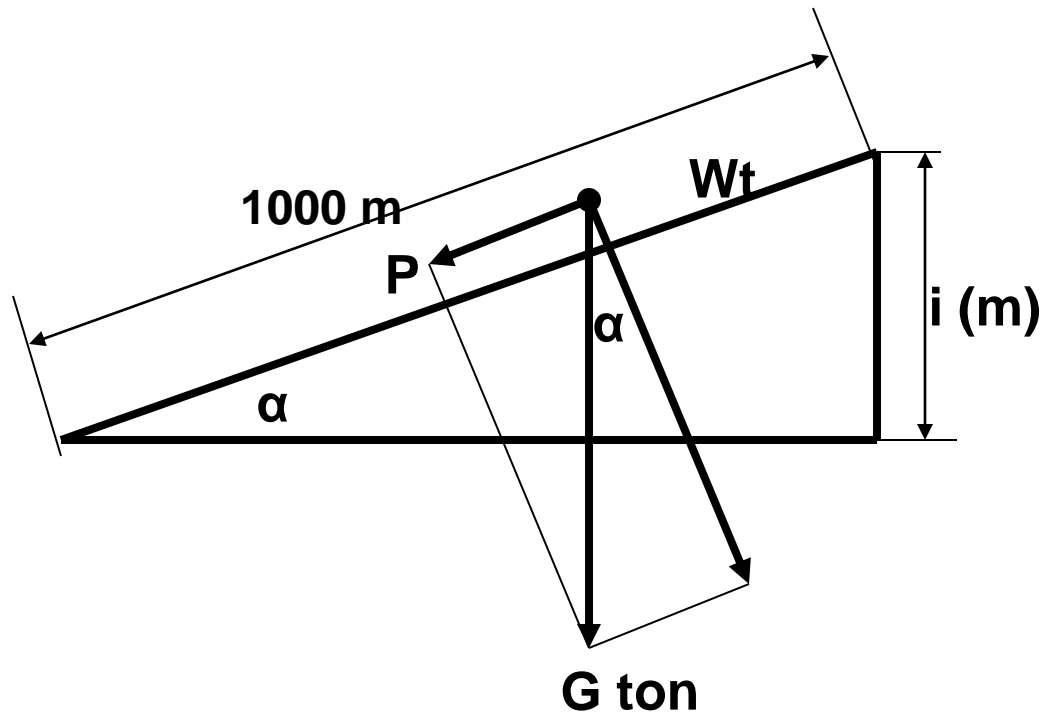
3. Perlawanan Tanjakan

a. Tanjakan

Yang diartikan dengan tanjakan sebesar $= + i \text{ ‰}$, adalah pada jarak sejauh 1000 meter, maka baan kereta api itu naik setinggi $= + i \text{ (meter)}$.

Jadi besarnya perlawanan tanjakan spesifik adalah $= i \text{ (kg/ton)}$ dan perlawanan tanjakan total adalah $W_t = P$

$$P = G \sin \alpha = G \times \frac{i}{1000} \times 1000 = G \times i \text{ (kg)}$$



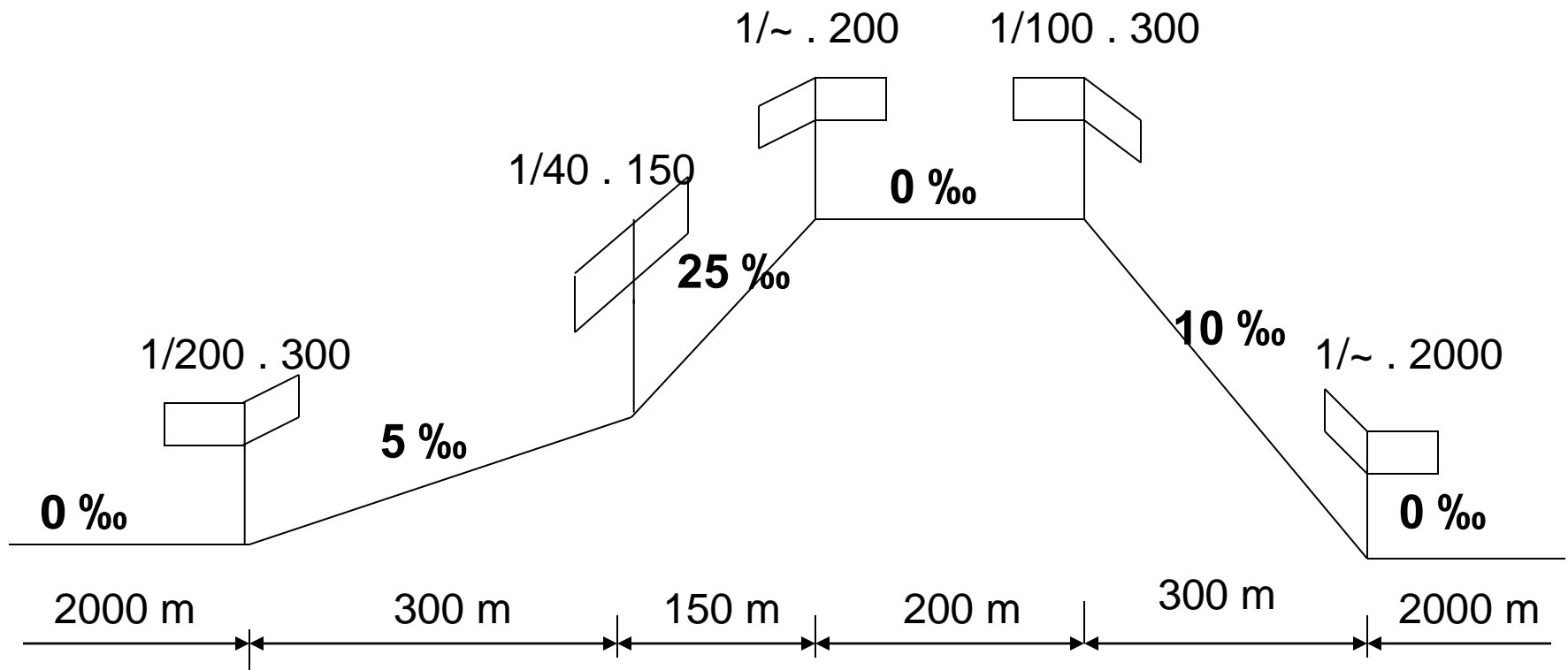
Jadi, kalau perlawanan tanjakan (spesifik) = i (kg/ton), maka perlawanan tanjakan(total) adalah : $W_t = G \cdot i$ (kg).

b. Papan Tanjakan

Untuk memberikan petunjuk bagi masinis, maka pada setiap tanjakan / turunan diberi tanda tanda dengan papan (hellingborden). Panjangnya tanjakan dinyatakan dalam meter, sedangkan besarnya tanjakan ditunjukkan dengan angka pecahan biasa, misalnya :

$1/40$ (= 25 ‰); $1/100$ (= 10 ‰) dst.

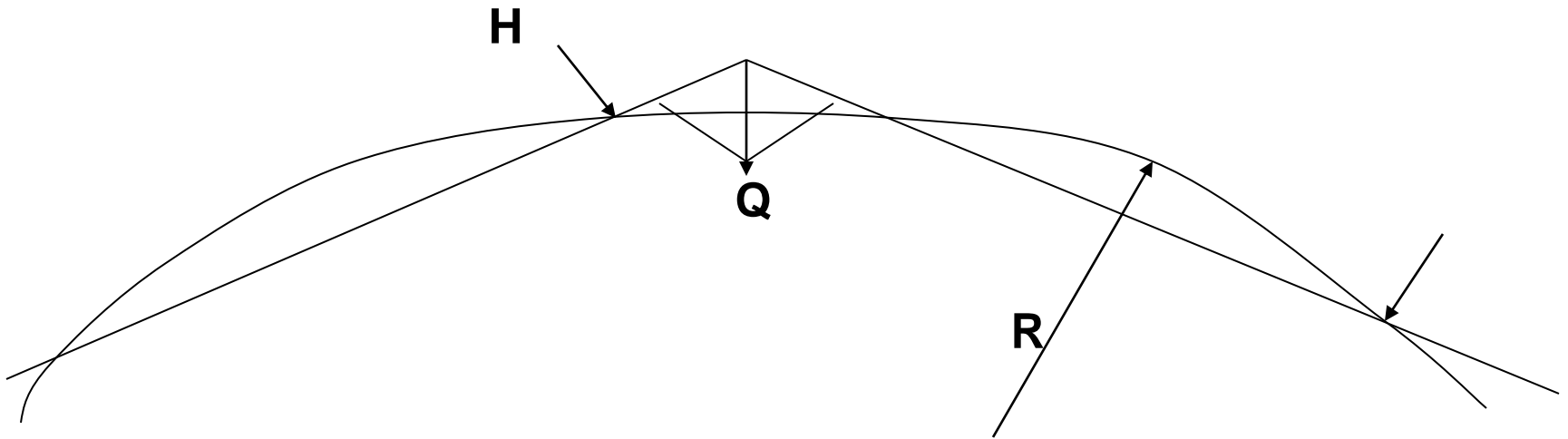
Contoh pemasangan papan tanjakan sbb :



4. Perlawanan Lengkungan

Pada waktu KA membelok, maka terdapat perlawanan tambahan yang disebabkan oleh adanya lengkungan.

Terjadinya lengkungan itu disebabkan oleh adanya gaya yang timbul pada waktu kereta melewati lengkungan yaitu gaya Q dan gaya arah H .



Besarnya Perlawanan Lengkungan

Rumus perlawanan lengkungan spesifik menurut Hamelink sbb :

Untuk Lebar Sepur (mm)	Perlawanan Lengkungan Spesifik (kg/ton)
1435 mm	$W_l = 650 / (R - 55)$
1067 mm	$W_l = 450 / (R - 50)$
750 mm	$W_l = 400 / (R - 20)$
600 mm	$W_l = 200 / (R - 5)$

Kalau berat total dari seluruh rangkaian kereta / gerbong itu = G_r (ton), maka dengan memperhitungkan seluruh berat rangkaian maka besarnya perlawanan total dari lengkungan sebesar :

$$W_l \text{ (total)} = G_r \times W_l \text{ (spec)} \quad \text{(kg)}$$

5. Perlawanan percepatan dan saat Berangkat

a. Perlawanan Percepatan

Perlawanan percepatan ini hanya timbul pada waktu KA mempercepat diri dalam perjalanan, dan hal ini terutama terjadi pada waktu periode “ mula gerak “ (starting period).

Besarnya perlawanan percepatan spesifik sbb :

$$W_p \text{ (spec)} = \frac{1000}{9,8} x b . (1 + c) \quad (\text{ kg/ ton })$$

Dimana : W_p = perlawanan percepatan spesifik (kg/ton)

b = percepatan (m/ sec²)

c = angka konstanta

Harga Konstanta c adalah sbb :

$c = 0,03 \text{ -- } 0,1$ (untuk kereta penumpang)

$c = 0,06$ (untuk rangkaian lok + kereta)

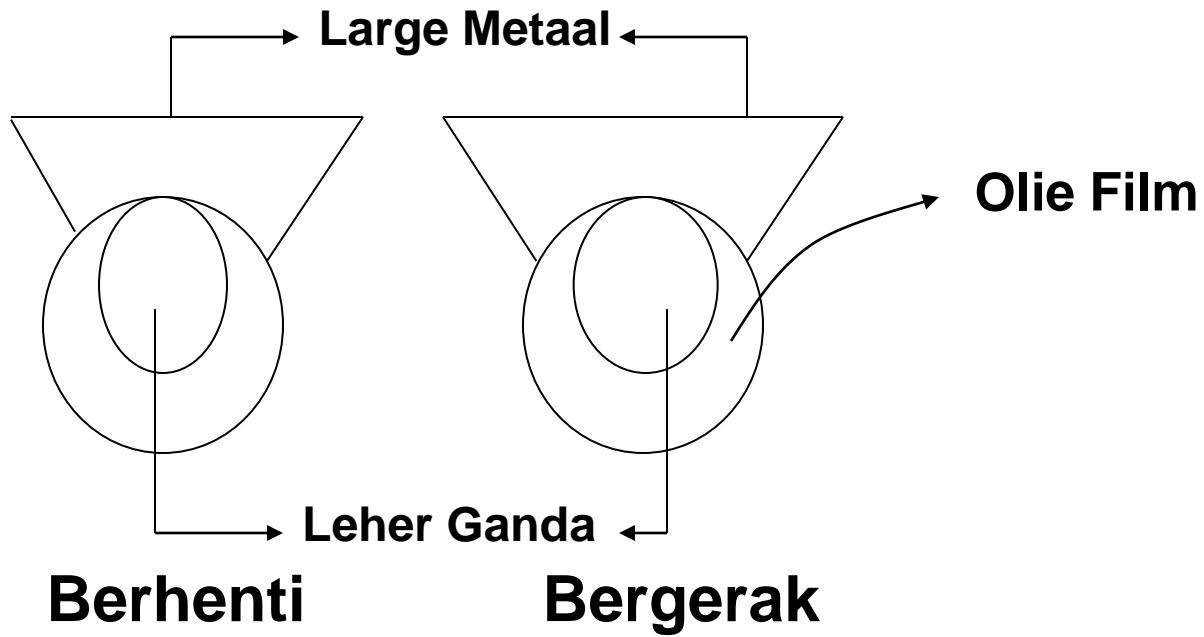
$c = 0,08 \text{ -- } 0,1$ (untuk lokomotif uap)

$c = 0,15 \text{ -- } 0,3$ (untuk lokomotif listrik)

b. Perlawanan Saat Bergerak

Pada saat kereta api mau berangkat, $V = 0$, perlawanan itu sebetulnya lebih besar. Untuk kereta yang memakai bantalan lincir (plain bearing) maka perlawanannya lebih besar dibandingkan dengan kereta yang memakai bantalan gulung (roller bearing).

Hal ini disebabkan kereta pada waktu berhenti logam bantalan (lager metal) bagian atas merapat pada leher gandar, sehingga menimbulkan gesekan yang lebih besar, tetapi setelah bergerak maka seolah – olah terdapat lapisan minyak lincir diantaranya (olie film) sehingga perlawanan gesekan menurun.



Contoh Soal :

1. Sebuah rangkaian KA terdiri atas 6 buah kereta penumpang yang beratnya masing – masing 33 ton, sudah termasuk muatannya.

Berat kosong rata-rata = 26,5 ton. Kecepatan yang harus dicapai adalah untuk :

$i = 5 ‰$ harus mencapai 80 km/ jam

$i = 16 ‰$ harus mencapai 50 km/ jam

Pertanyaan :

- a. Berapa kekuatan tarik pada kait lokomotif yang dibutuhkan untuk menarik rangkaian KA tsb ?

b. Kalau ditarik lok CC.200 dengan $GL = 96 \text{ ton}$, $F = 10 \text{ m}^2$, maka berapa kekuatan tarik yang diperlukan pada roda – roda penggerak dari lokomotif tsb ?

Jawab :

$$\text{a. } i = 15 \text{ ‰}; W_r = 6 \times 33 \left(\left(2,5 + \frac{0,75}{26,5} \left(\frac{50+10}{10} \right)^2 + 5 \right) \right) = 3830 \text{ kg}$$

$$i = 16 \text{ ‰}; W_r = 6 \times 33 \left(\left(2,5 + \frac{0,75}{26,5} \left(\frac{80+10}{10} \right)^2 + 5 \right) \right) = 1839 \text{ kg}$$

Jadi kekuatan tarik yang dibutuhkan pada kait loko adalah

$T_{\text{kait}} = 3839 \text{ kg}$.

b. Perlawanan Lokomotif adalah :

$$i = 5 \text{ ‰}; W_L = 2,0 \times 96 + 0,52 \times 10 \left(\frac{80+10}{10} \right)^2 + 5 \times 96 = 1093 \text{ kg}$$

$$i = 16 \text{ ‰}; WL = 2,0 \times 0,52 \times 10 \left(\frac{50+10}{10} \right)^2 + 16 \times 96 = 1915 \text{ kg}$$

Jadi kekuatan tarik yang dibutuhkan pada roda – roda penggerak adalah :

$$T_{roda} = 3730 + 1915 = 5645 \text{ kg.}$$

2. Kereta api barang pada jalan datar dan lurus dengan berat rangkaian seleuruhnya sebesar $Gr = 800 \text{ ton}$ (tidak termasuk lok) ditarik oleh sebuah lok-uap. Kalau tanjakan yang menentukan diperhitungkan sebesar $i = 3 \text{ ‰}$ dan kecepatan $V_{maks} = 45 \text{ km/jam}$, maka ditanyakan :

- a. Berapa gaya tarik yang diperlukan pada kait lokomotif ?
- b. Kalau lok uap itu mempunyai 3 gandar penggerak dan 2 silinder (mesin kembar) dengan bentuk badan biasa. Berat siap (+ persediaan air/ bahan bakar) = 70 ton. Berat adhesi = 36 ton dan penampang $F = 9 \text{ m}^2$, maka berapakan gaya tarik yang diperlukan pada roda – roda penggerak ?

Perhitungan :

a. Perlawanan total dari rangkaian adalah :

$$W_r = 850 \left(2,5 + \frac{45^2}{2000} + 3 \right) = 5534,8 \text{ kg}$$

Jadi gaya tarik yang dibutuhkan pada kait lokomotif adalah sebesar : $T_{kait} = 5535,8 \text{ kg}$

b. Perlawanan total dari lokomotif adalah :

$$W_L = 2,5 \times 34 + 7,3 \times 3,6 + 0,6 \times 9 \times \left(\frac{45}{10} \right)^2 + 3 \times 70 = 667$$

Jadi gaya tarik yang dibutuhkan pada roda – roda penggeraknya adalah sebesar : $T_{roda} = 5535 + 667 = 4868 \text{ kg}$.