

430/H01/87

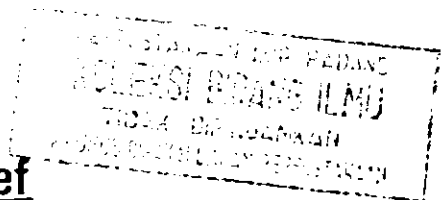
MEKANIKA TEKNIK OTOMOTIF

Serial

Bahan, hambatan traksi
dan perpindahan beban

oleh

Drs Amrizal Arief



Fakultas Pendidikan Teknologi Kejuruan
Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan

P a d a n g

1987



KATA PENGANTAR

Dengan rasa syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, akhirnya penulisan buku ini telah dapat diselesaikan. Buku ini berjudul "Mekanika Teknik Otomotif", dengan materi perhitungan bahan, hambatan traksi, dan perpindahan beban.


Mudah-mudahan buku ini akan dapat membantu staf pengajar maupun mahasiswa dalam rangka memenuhi kebutuhan sebagai buku bacaan khususnya dalam pendidikan teknik otomotif.

Dalam penulisan buku ini penulis telah berusaha sebaik mungkin, namun sudah barang tentu sifat manusia tidak akan luput dari kekhilafan dan kesalahan. Oleh sebab itu mohon kiranya para pembaca dapat memberikan kritik serta saran-saran dalam rangka perbaikan dan penyempurnaan pada masa-masa mendatang, terima kasih.

Padang, Agustus 1987.

Penulis

21-10-'87
Hadiah
K I
430/HD/87- MD (2)
620.1 Ari MD



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
BAB I. BAHAN	1
A. Tegangan tarik dan tegangan tekan	1
B. Tegangan dan regangan	3
C. Hubungan tegangan, regangan dan modu - lus elastisitas	3
D. Kekuatan tarik	7
E. Tegangan kerja dan faktor keamanan ...	7
F. Tegangan geser dan kekuatan geser	9
G. Regangan geser	12
H. Hubungan antara tegangan geser, regang an geser dan modulus kekakuan	12
BAB II. HAMBATAN TRAKSI	14
A. Kecepatan tian gigi	15
B. Hambatan rolling	18
C. Hambatan aerodinamis	23
D. Hambatan Tanjakan	27
E. Hambatan transmissi	30
F. Hambatan Inertia	30
G. Daya dan hambatan total	30
H. Gaya dorong	34
I. Limit performance	40
BAB III. PERPINDAHAN BEBAN	45
A. Beban yang ditransfer sewaktu pengerem an	45
B. Beban yang ditransfer sewaktu berakse- lerasi	49
C. Beban yang ditransfer selama akselera- si maksimum	50
D. Beban yang ditransfer sewaktu menikung	53
DAFTAR BACAAN	56

BAB I
B A H A N

A. Tegangan tarik dan tegangan tekan.

Bila sebuah bahan mendapat beban dari luar yang membentang, dimana akan menyebabkan terjadinya perubahan bentuk, oleh karena adanya gaya dari dalam bahan melawan beban dari luar, maka akibat dari perlawanan yang diderita bahan tersebut dinamakan tegangan. Dengan perkataan lain tegangan ini disebut juga dengan gaya yang bekerja setiap satuan luas penampang bahan. Faktor yang sangat menentukan intensitas tegangan pada bahan adalah, gaya dan luas bahan.

$$F' = P/A$$

dimana : F = Intensitas tegangan.

P = Gaya

A = Luas penampang bahan.

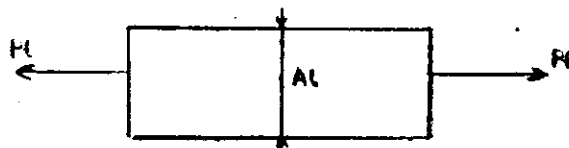
Bila sebuah gaya bekerja tegak lurus terhadap penampang bahan dengan arah gaya saling menjauhi bahan tersebut, maka batang tersebut disebut mengalami terangan tarik. Maka besarnya tegangan yang terjadi :

$$F_t = P_t/A_t$$

keterangan : F_t = Tegangan tarik

P_t = Gaya tarik

A_t = Luas penampang tarik



Gambar 1

Benda dengan Tegangan Tarik

Selanjutnya bila gaya yang bekerja tegak lurus terhadap penampang bahan (gambar 1.2) dengan arah gaya saling mendekati penampang tersebut, maka batang tersebut dikatakan mengalami tegangan tekan. Besarnya tegangan tersebut adalah :

$$F_{tk} = P_{tk} / A_{tk}$$

F_{tk} = Tegangan tekan

P_{tk} = Gaya tekan

A_{tk} = Luas penampang tekan. Benda tegangan tekan



Gambar 2

Satuan tegangan yang dipakai menurut Standar Internasional adalah : (N/m^2), tetapi ada juga yang mempergunakan kN/m^2 , MN/m^2 , GN/m^2 dimana :

$$1 \text{ kN/m}^2 = 10^3 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ MN/m}^2 = 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ GN/m}^2 = 10^9 \text{ N/m}^2$$

Contoh soal :

1. Sebuah rem baja berdiameter 16 mm, rem tersebut ditarik dengan gaya 4,4 kN. Hitunglah tegangan tarik dalam MN/m^2 .

Penyelesaian :

$$\text{Luas Rem } A_t = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 = \frac{22}{7} \times \frac{16^2}{4} \text{ mm}^2.$$

$$\text{Gaya tarik } P_t = 4,4 \text{ kN} = 4400 \text{ N}$$

Maka Tegangan tarik adalah :

$$F_T = P_t / A_t = \frac{4400 \times 7 \times 4}{22 \times 16 \times 16} = 21,875 \text{ MN/m}^2$$

Jadi tegangan tarik yang dialami rem tersebut adalah 21,875 MN/m^2 .

2. Sebuah silinder berdiameter 14 mm, tegangan tarik maksimum pada silinder tersebut adalah : 30 MN/m^2 . Hitunglah beban yang aman dipikul silinder tersebut.

Penyelesaian :

Luas diameter Cylinder :

$$A_t = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 = \frac{\pi}{4} \times 14^2 = 154 \text{ mm}^2.$$

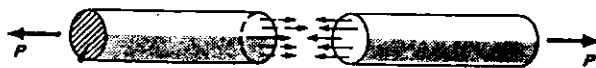
$$\text{Tegangan tarik } F_t = 30 \text{ MN/m}^2 = 30 \text{ N/mm}^2.$$

$$\begin{aligned} \text{Maka gaya tarik } P_t &= F_t \times A_t \\ &= 30 \times 154 = 4620 \text{ N} = 4,62 \text{ kN}. \end{aligned}$$

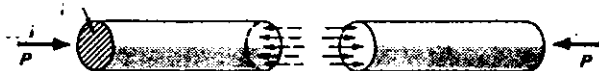
Maka beban yang aman adalah : 4,62 kN

B. Tegangan dan Regangan

Bila sebuah material/bahan dalam keadaan ditekan atau ditarik akan mengalami perubahan bentuk atau ukuran, penyebab perubahan ini dinamakan regangan. Akhir dari tegangan tarik adalah adanya pertambahan panjang disebabkan regangan, sebaliknya tegangan tekan berakhir karena makin pendeknya bahan akibat tekanan, keadaan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3
Regangan tarik



Gambar 4
Regangan tekan

Regangan yang dihasilkan sebuah bahan akan ditentukan oleh perubahan panjang batang/bahan dibandingkan dengan panjang bahan semula, yaitu :

$$e = X / L$$

dimana : e = regangan

X = perubahan batang akibat regangan

L = panjang batang mula-mula.

C. Hubungan tegangan, regangan, dan modulus elastisitas

Konstruksi bahan/material pada kendaraan bermotor harus elastis, keuntungan sifat seperti ini pada kom-

ponen-komponen kendaraan adalah kalau seandainya terjadi perubahan pada komponen-komponen tersebut memungkinkan kita untuk memperbaiki kembali menurut keadaan atau ukuran semula.

Pada kendaraan bermotor biasanya terdapat beban yang berubah-ubah, bila beban-beban tersebut dihilangkan maka keadaan kendaraan cenderung untuk kembali pada bentuk semula, maka kecenderungan untuk kembali inilah yang dinamakan modulus kenyal. Sifat kekenyalan ini sangat penting karena akan dapat menentukan besarnya perlawanan terhadap perubahan-perubahan.

Kekenyalan ini dapat pula dibedakan atas :

1. Kenyal sempurna, adalah perubahan yang terjadi dapat seluruhnya kembali pada keadaan semula.
2. Kenyal tidak sempurna, maksudnya adalah tidak seluruh perubahan yang terjadi dapat kembali pada keadaan semula.
3. Plastis, adalah suatu perubahan yang tidak sedikit pun kembali pada keadaan semula.

Besarnya modulus elastisitas tersebut adalah :

$$E = F / e \quad \text{sedangkan } f = P/A$$

$$e = X/L$$

Maka
$$E = \frac{P/A}{X/L}$$

$$E = \frac{P \cdot L}{A \cdot X}$$

Menurut hukum Hooke pertambahan panjang ini adalah merupakan perbandingan gaya, panjang batang dengan luas bahan serta dipengaruhi oleh konstanta (C) bahan dimana besarnya konstanta bahan ini =

$$C = 1/E$$

Maka
$$X = \frac{P \cdot L}{A} \cdot C$$

Sedangkan regangan (efsilon) adalah perbandingan antara tegangan dengan modulus kenyal.

$$= f/E$$

Nilai-nilai modulus kenyal untuk bermacam-macam bahan adalah sebagai berikut :

Tabel 1.
Harga Modulus Kenyal

Bahan	Modulus Kenyal
Mild steel	200 GN/m ²
Cast iron	110 GN/m ²
Copper	100 GN/m ²
Phosphor Bron	95 GN/m ²
Brass	85 GN/m ²
Aluminium	70 GN/m ²

Contoh soal :

1. Sebuah baja s¹ecimen berdiameter 10 mm, diberi beban 9 kN, dimana terjadi pertambahan panjang 0,55 mm dari panjang semula 100 mm. Hitunglah tegangan, regangan dan modulus kenyal.

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Luas baja specimen} \quad A &= \pi/4 d^2 \\ &= \pi/4 \times 10^2 = 78,54 \text{ mm}^2. \end{aligned}$$

$$\text{beban } P \quad P = 9 \text{ kN} = 9000 \text{ N.}$$

Maka tegangan yang terjadi pada 9000 N adalah :

$$\begin{aligned} F &= P/A \\ &= 9000/78,54 = 114,6 \text{ MN/m}^2. \end{aligned}$$

Besarnya pertambahan panjang adalah =

$$X = 100.055 - 100 = 0,055 \text{ mm.}$$

Maka regangan pada beban adalah :

$$\begin{aligned} e &= X/L \\ &= 0,055/100 = 0,00055. \end{aligned}$$

Sedangkan modulus kenyal adalah :

$$\begin{aligned} E &= F/e \\ &= 114,6/0,00055 \\ &= 208 \times 10^3 \text{ MN/m}^2 \\ &= 208 \text{ GN/m}^2. \end{aligned}$$

2. Sebuah batang logam berdiameter 20 mm, diberi beban tarik sebesar 60 kN. Hitunglah pertambahan panjang dalam mm pada panjang batang 1 m, sedangkan modulus kenyal = 20 GN/m².

Penyelesaian :

$$\text{Luas batang} \quad A = \pi/4 \times 20^2 = 314,2 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Gaya tarik} \quad P = 60 \text{ kN} = 60.000 \text{ N}$$

$$\text{Panjang benda} \quad L = 1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$$

Pertambahan panjang X adalah :

$$\text{Senerti diketahui} \quad E = \frac{P \cdot L}{A \cdot X}$$

$$\begin{aligned} X &= \frac{P \cdot L}{A \cdot E} \\ &= \frac{60.000 \times 1000}{314,2 \times 200.000} \\ &= 0,955 \text{ mm} \end{aligned}$$

3. Sebuah batang tembaga dengan panjang 0,6 m, terdiri atas penampang segi empat (2x2) cm² yang panjangnya 0,2 m, dan panjang 0,4 m berdiameter 2 cm. Ditarik dengan gaya 350 kN. Hitunglah pertambahan panjang batang, bila modulus kenyal = 10³ GN/m².

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} X &= X_1 + X_2 \\ &= P/E \left(\frac{L_1}{A_1} + \frac{L_2}{A_2} \right) \\ &= \frac{300 \cdot 10^3}{10^3 \cdot 10^9} \left(\frac{0,2}{4 \cdot 10^{-4}} + \frac{0,4}{3,14 \cdot 10^{-4}} \right) \\ X &= 6,03 \cdot 10^{-9} \text{ m.} \end{aligned}$$

4. Satu batang baja rem mempunyai panjang 1,2 m dan batang tersebut menahan beban maksimum 4,5 kN, kalau terjadi pertambahan panjang 0,384 mm, tentukanlah :

a. Tegangan maksimum pada bahan.

b. Diameter yang pantas untuk batang tersebut, bila modulus kenyal baja = 200 GN/m².

Penyelesaian :

a. Regangan $e = X/L$
 $= 0,784/1000 \times 1/1,2$
 $= 0,00032.$

Modulus kenyal $E = F / e$
 maka tegangan $F = E \times e$
 $= 200 \times 0,00032$
 $= 0,064 \text{ GN/m}^2$
 $= 64 \text{ MN / m}^2.$

b. Beban $P = 4,5 \text{ KN} = 4500 \text{ N}$
 Tegangan $F = 64 \text{ MN/m}^2 = 64 \text{ N/mm}^2$
 Luas $A = P/F = 4500/64 = 70,31 \text{ mm}^2.$

Maka diameter yang pantas adalah :

$$ii/4 d^2 = A$$

$$ii/4 d^2 = 70,31 \text{ mm}^2.$$

$$d^2 = \frac{70,31 \times 4}{ii} = 89,54 \text{ mm}^2$$

$$d = \sqrt{(89,54 \text{ mm}^2)} = 9,46 \text{ mm}.$$

D. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik pada bahan adalah tegangan maksimum dimana bahan bisa kembali pada keadaan semula sebelum bahan tersebut patah, hal ini bisa diperhatikan pada grafik percobaan tarik, dan kekuatan tarik ini bisa ditentukan dengan rumus :

$$\text{Kekuatan tarik} = \frac{\text{Beban maksimum}}{\text{luas bahan}}$$

E. Tegangan Kerja dan Faktor keamanan

Kekuatan tarik pada bahan adalah sangat penting diketahui dalam berbagai perencanaan komponen kendaraan bermotor, seperti as, pegas, macam-macam bahagian engine serta transmisi, sebab bahan-bahan tersebut tidak hanya semata-mata mampu menahan kerja tekan atau semata-mata beban tekan tetapi juga mesti mampu sampai batas elastisitas bahan, artinya perencanaan yang

dilakukan mampu menjamin komponen tersebut elastisitas atau mampu mendapatkan kembali ukuran asli bila tekanan berpindah-pindah.

Tegangan kerja yang diperoleh adalah merupakan hasil perbandingan kekuatan tarik dengan faktor keamanan dengan perkataan lain faktor keamanan adalah merupakan hasil perbandingan kekuatan tarik dengan terangan kerja.

Pemilihan faktor keamanan yang pantas tergantung pada sifat pemakaian bahan dan besarnya beban. Untuk komponen beban yang stabil pada nilai konstan dan diketahui beban secara pasti, maka faktor keamanan selalu rendah. Tetapi pada beban yang berulang-ulang kekuatan alternatif yang dibuat selalu mempunyai faktor keamanan yang tinggi. Type beban yang seperti ini adalah type beban yang terus bergerak, dan komponen bahan demikian berada dalam keadaan lelah. Bila tegangan demikian, maka nilai kekuatan tarik penggunaannya pun berulang dan berubah-ubah, akhirnya pecah.

Contoh Soal :

1. Satu batang ikat terbuat dari baja, mempunyai kekuatan tarik yang diizinkan 420 MN/m^2 , luas batang tersebut 500 mm^2 dan beban yang bekerja pada bahan itu adalah 30 kN . Hitunglah faktor keamanan.

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Tegangan kerja} \quad F_k &= P_k/A_k \\ &= 30.000/500 = 60 \end{aligned}$$

Maka faktor keamanan

$$v = \frac{K_t}{F_k} = 420/60 = 7$$

2. Sebuah batang baja lunak dirancang membawa beban maksimum pada 250 kN , dengan faktor keamanan 4, kekuatan tarik pada baja tersebut 540 MN/m^2 dan modulus elastisitas 200 GN/m^2 . Hitunglah :

a. Diameter yang pantas pada lingkaran penampang padat.

b. Pertambahan panjang bila panjang batang 3 m

Penyelesaian :

a. $F_k = \frac{Ft}{v} = 540/4 = 135 \text{ MN/m}^2$.

$$F = P/A \text{ atau } a = P/F$$

$$= 250.000/135 = 1852 \text{ mm}^2$$

Maka diameter yang pantas adalah :

$$\frac{\pi}{4} d^2 = A$$

$$\frac{\pi}{4} d^2 = 1852 \text{ mm}$$

$$d^2 = \frac{1852 \times 4}{\pi} = 2358 \text{ mm}^2$$

$$d = \sqrt{2358 \text{ mm}^2} = 48,56 \text{ mm}$$

b. Regangan.

$$e = F/E$$

$$= 135/200.000 = 0,000675$$

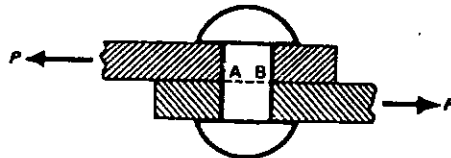
$$e = X/L$$

$$X = e \times L = 0,000675 \times 3 =$$

$$= 0,002025 = 2,025 \text{ mm}$$

F. Tegangan Geser dan Kekuatan Geser

Bila gaya bekerja sejajar dengan potongan batang saling mendekati potongan batang, dinamakan batang tersebut mengalami tegangan geser (F_g).



Gambar 5

Benda dengan tegangan geser

Biasanya tegangan geser dihitung dengan membagi beban yang bekerja pada bahan dengan luas tahanan geser.

$$F_g = P_g/A_g$$

F_g = Tegangan geser

P_g = Gaya geser

A_g = Luas penampang tergeser.

Sedang kekuatan geser pada bahan adalah :
merupakan perbandingan beban maksimum dengan luas total tahan geser.

$$Ktg = Pg \text{ mak}/Ag \quad Ktg = \text{Kekuatan geser}$$

$$Pg = \text{Beban maksimum}$$

Tegangan geser yang diizinkan dapat diketahui,

$$Fgi = Kg/v \quad Fgi = \text{Tegangan geser yang diizinkan.}$$

$$Kg = \text{Kekuatan geser}$$

$$v = \text{Faktor keamanan.}$$

Berikut dapat diperhatikan tabel nilai kekuatan geser.

Tabel 2
Nilai Kekuatan Geser

Bahan	Kekuatan Geser
Mild steel	320 - 390 MN/m ²
Wrought Iron	340 MN/m ²
Cast iron	90 - 200 MN/m ²
Brass	150 MN/m ²

Contoh Soal :

1. Hitunglah nilai rata-rata tegangan geser dalam sebuah benda padat dengan diameter pin 25 mm dan beban yang bekerja diatas pin 40 kN.

Penyelesaian :

Luas total tahanan geser :

$$\begin{aligned} Ag &= 2 \times \text{luas pin} \\ &= \frac{2 \pi \times 25^2}{4} = 982 \text{ mm}^2. \end{aligned}$$

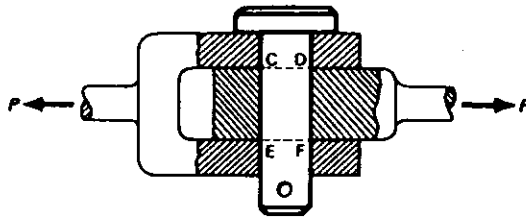
$$\text{Gaya geser} \quad Pg = 40 \text{ kN} = 40.000 \text{ N}$$

$$\text{Maka tegangan geser } Fg = Pg/Ag = 40.000/982$$

$$= 40,74 \text{ N/mm}^2$$

$$= 40,74 \text{ MN/m}^2.$$

2. Sebuah sambungan seperti gambar berikut mampu menarik beban 5 kN, faktor keamanan yang diizinkan 8. Hitunglah diameter batang dan pen yang diizinkan, jika kekuatan geser yang diizinkan pada batang bahan 450 MN/m^2 dan kekuatan geser pen 360 MN/m^2 .



Penyelesaian :

Tegangan tarik yang diizinkan adalah :

$$F_{ti} = K_{ti} / v = 450/8 = 56,25 \text{ MN/m}^2 \\ = 56,25 \text{ N/mm}^2$$

Luas batang $A = P_t / K_{ti} = 5000 / 56,25 = 89 \text{ mm}^2$.

Maka diameter batang adalah :

$$\pi/4 D^2 = 89 \text{ mm}^2 \\ D = \sqrt{\left(\frac{89 \times 4}{\pi} \right)} = 10,64 \text{ mm}$$

Tegangan geser pada pen adalah :

$$F_g = K_g / v = 360/8 = 45 \text{ MN/mm}^2$$

Luas tahanan geser $A_g = P_g / F_g = 5000 / 45 = 111,1 \text{ mm}^2$

Maka diameter pen adalah :

$$2 \times \pi/4 d^2 = 111,1 \text{ mm}^2 \\ d = \sqrt{\left(\frac{111,1 \times 4}{\pi} \right)} = 8,4 \text{ mm}$$

3. Sebuah poros transmisi kendaraan bermotor mempunyai momen puntir 620 Nm , Universal Joint mempunyai baut sebanyak 4 buah dengan diameter 8 mm, diameter transmisi 75 mm. Tentukanlah tegangan geser dalam baut.

Penyelesaian :

Gaya singgung pada lingkaran baut adalah :

$$P = \frac{\text{Momen puntir}}{\text{diameter}} = 620 \times \frac{1000 \times 2}{75} \\ = 3200 \text{ N}$$

Maka tegangan geser adalah :

$$\begin{aligned}
 F_g &= P/A \times n \\
 &= \frac{3200}{11/4 \times 8^2 \times 4} = 15,9 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 15,9 \text{ MN/m}^2.
 \end{aligned}$$

G. Regangan Geser.

Regangan geser adalah membentang membuat satu permukaan pada bahan bisa tergelincir dengan permukaan yang berdekatan, regangan ini dapat ditentukan dengan rumus :

$$e_g = X/L$$

dimana

e_g = regangan geser.

X = Perubahan batang akibat regangan.

L = Panjang batang mula-mula.

H. Hubungan antara tegangan geser, regangan geser dan Modulus Kekakuan.

Aplikasi hukum Hook hampir bersamaan pada tegangan geser, tegangan tarik dan tegangan tekan. Beban yang diderita bahan dalam tegangan geser adalah :

$$F_g/e_g = C$$

Sedangkan modulus kekakuan adalah merupakan perbandingan gaya geser dengan regangan geser. Cara menentukan modulus kekakuan ini pada prinsipnya sama dengan menentukan tegangan geser.

Nilai modulus kekakuan seperti aluminium, brass, copper adalah : antara 25 dan 50 GN/m².

Soal-soal latihan.

1. Sebuah benda berdiameter 18 mm, benda tersebut ditarik dengan gaya 5 kN. Berapa tegangan tarik dalam MN/m².
2. Sebuah cylinder berdiameter 70 mm, tegangan tarik maksimum pada silinder adalah 15 MN/m². Berapakah besarnya beban yang aman yang dapat ditahan cylinder tersebut.

3. Sebuah baja lunak mampu membawa beban sebanyak 200 kN dengan faktor keamanan 3,5. Kekuatan tarik baja tersebut 520 kN/m^2 , modulus kenyal 200 GN/m^2 . Tentukanlah :
 - a. Diameter yang wajar pada lingkaran padat.
 - b. Pertambahan panjang bila panjang batang 2,8 m
4. Hitunglah nilai rata-rata tegangan geser dalam sebuah benda padat dengan diameter pin 20 mm, bila beban yang bekerja pada pin 45 kN.
5. Sebuah pros transmisi kendaraan bermotor mempunyai momen puntir 100 NM, diameter baut Universal Joint 6 mm, diameter transmisi 70 mm. Berapakah tegangan geser dalam baut.

BAB II

HAMBATAN TRAKSI

Hambatan Traksi adalah hambatan-hambatan yang dialami oleh kendaraan selama beroperasi, antara lain :

- Hambatan rolling.
- Hambatan aerodinamis.
- Hambatan tanjakan.
- Hambatan transmisi.
- Hambatan inertia.

Besarnya hambatan ini berubah-ubah sesuai dengan keadaan kendaraan maupun keadaan sekitarnya. Perhitungan dilakukan pada kendaraan dengan beban penuh, karena pada keadaan tersebut kendaraan mengalami hambatan-hambatan yang maksimum.

Perhitungan ini dilakukan dalam rangka perencanaan suatu kendaraan, misalnya pada perhitungan ini akan direncanakan kendaraan pickup dengan ukuran sebagai berikut :

- Berat total kendaraan 985 kg
- Daya motor yang dibutuhkan 31 tk
- Tinggi total kendaraan 1500 mm
- Lebar total kendaraan 1400 mm

Ukuran-ukuran lain yang direncanakan, adalah:

- Panjang total kendaraan 3220 mm
- Wheel base 2080 mm
- Wheel thread 1100 mm
- Ground clearance 175 mm
- lebar bak belakang 1380 mm
- Tinggi bak belakang 320 mm
- Panjang bak belakang 1600 mm
- Kecepatan maksimum kendaraan 102 km/jam.

Sedangkan motor penggerak, dipergunakan Mesin Suzuki Carry ST 20 dengan spesifikasi, sebagai berikut :

Type	:	2 tak, pendinginan air, 3 silinder.
Bore & Stroke	:	2,4 x 2,42 inch (61 x 64,5mm)
Kapasitas silinder	:	539 cc.
Perbandingan kompresi.	:	6.2 : 1
Daya maksimum	:	31 tk/4500 rpm.
Torque maksimum	:	5,72 km/3000 rpm.
Drive	:	Rode belakang, mesin didepan.
Koneling	:	dry single disc.
Transmisi	:	Synchromesh, empat speed maju, dan satu speed mundur.
Perbandingan gigi	I	: 3,657.
	II	: 2,109.
	III	: 1,379.
	IV	: 1,000.
	Mundur	: 3,600.
	Reduksi	: 3,963.

Pemilihan mesin ini berdasarkan pertimbangan, sebagai berikut :

- Mesin dengan type tersebut banyak tersedia dipasaran.
- Dayanya sesuai untuk kendaraan yang direncanakan.
- Bentuknya yang kompak, dan motor 2 tak ini lebih sederhana.

A. Kecepatan tiap gigi.

Dalam hal ini perhitungan dilakukan dengan asumsi: kecepatan maksimum tiap gigi dicapai pada putaran 5000 rpm. Harga putaran roda dan kecepatan maksimum kendaraan, masing-masing dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{- putaran roda} \quad n_r &= \frac{n}{i_f \cdot i_n} \text{ rpm} \\
 \text{- kecepatan maksimum.} \quad V_{\max} &= \frac{n_r \cdot \bar{r} \cdot D \cdot 60}{1000} \\
 V_{\max} &= \frac{n_r \cdot R}{2,65} \text{ km/jam.}
 \end{aligned}$$

dimana :

$$\begin{aligned} n_r &= \text{putaran roda, rpm.} \\ n &= \text{putaran motor} = 5000 \text{ rpm.} \\ i_f &= \text{perbandingan gigi reduksi final} \\ &= 3,963. \\ i_n &= \text{perbandingan gigi tiap sikap.} \\ R &= \text{jari-jari roda} = 0,25 \text{ m.} \end{aligned}$$

Perhitungan :

I. Kecepatan gigi I

$$\begin{aligned} \text{putaran roda} &: n_r = \frac{5000}{3,963 \cdot 3,657} \\ &= 345 \text{ rpm.} \end{aligned}$$

kecepatan maksimum:

$$\begin{aligned} V_{I \text{ max}} &= \frac{345 \cdot 0,25}{2,65} \\ &= 32,5 \text{ km/jam.} \end{aligned}$$

2. Kecepatan Gigi II

$$\begin{aligned} \text{putaran roda} &: n_r = \frac{5000}{3,963 \cdot 2,109} \\ &= 598 \text{ rpm.} \end{aligned}$$

kecepatan maksimum :

$$\begin{aligned} V_{II \text{ max}} &= \frac{598 \cdot 0,25}{2,65} \\ &= 55 \text{ km/jam.} \end{aligned}$$

3. Kecepatan Gigi III

$$\begin{aligned} \text{putaran roda} &: n_r = \frac{5000}{3,963 \cdot 1,379} \\ &= 914 \text{ rpm.} \end{aligned}$$

kecepatan maksimum :

$$\begin{aligned} V_{III \text{ max}} &= \frac{914 \cdot 0,25}{2,65} \\ &= 80 \text{ km/jam.} \end{aligned}$$

4. Kecepatan gigi IV.

$$\begin{aligned} \text{putaran roda} &: n_r = \frac{5000}{3,963 \cdot 1,0} \\ &= 1262 \text{ rpm} \end{aligned}$$

kecepatan maksimum

$$V_{IV \text{ max}} = \frac{1262 \cdot 0,25}{2,65} = 120 \text{ km/jam.}$$

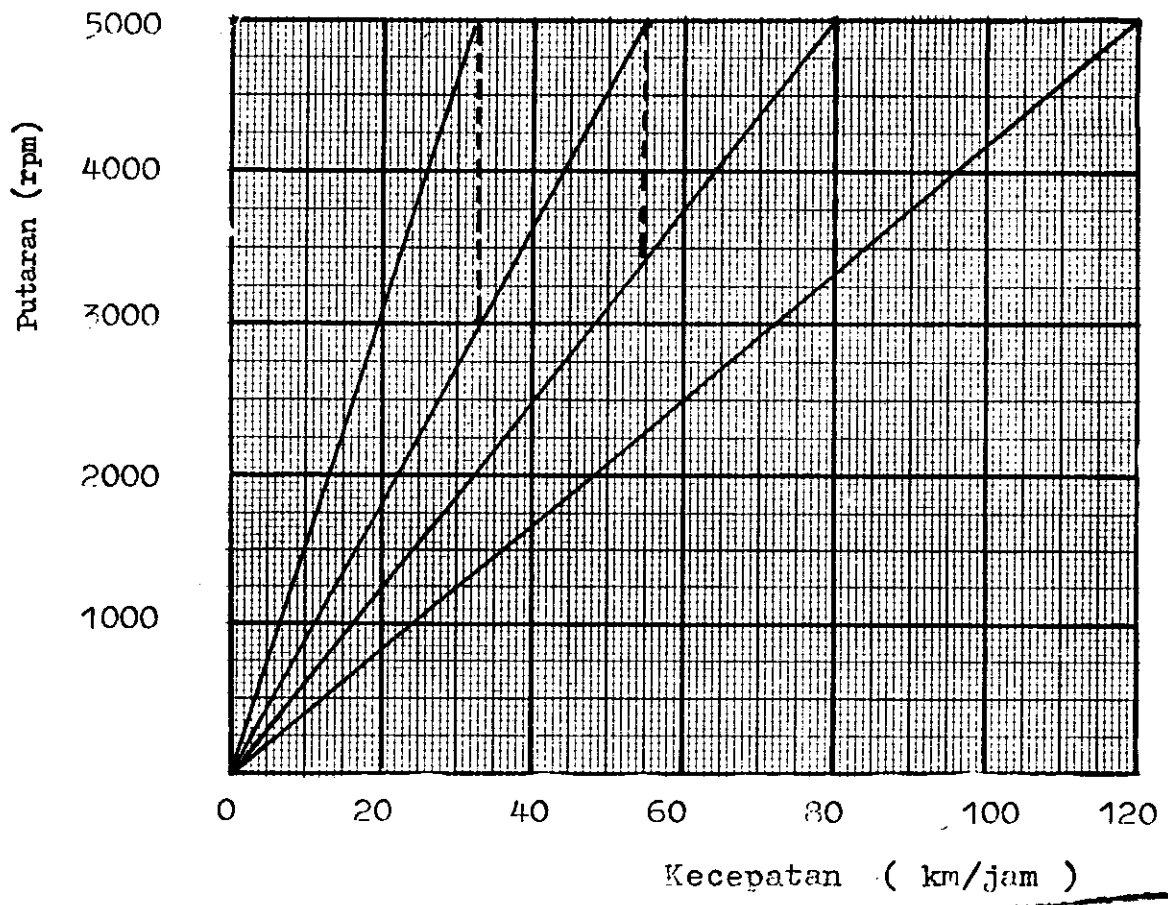
5. Kecepatan gigi mundur
putaran roda

$$n_r = \frac{5000}{3,963 \cdot 3,6} = 350 \text{ rpm.}$$

kecepatan maksimum :

$$V_{\text{mundur max}} = \frac{350 \cdot 0,25}{2,65} = 33 \text{ km/jam.}$$

Gambar 6
Grafik putaran motor vs kecepatan



B. Hambatan Rolling

Hambatan rolling sukar ditentukan secara tepat karena tergantung oleh beberapa faktor, antaranya :

- Kerja yang dilakukan karena melendutnya ban (deformasi ban).
- Masuknya roda kedalam tanah/jalan atau melendutnya tanah (deformasi tanah)
- Kerja karena adanya slip.
- Gesekan karena udara dikompresikan kedalam ban dan efek fan dari roda dengan udara luar.

Untuk perhitungan dalam perencanaan digunakan rumus berdasarkan eksperimen "Kluge & Hass", sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 fr &= fr_1 + fr_2 + fr_3 \\
 &= 5,1 + \frac{5,5 + 18 Q}{P} + \frac{8,5 + 6 Q}{P} \times \left(\frac{V}{100}\right)^2
 \end{aligned}$$

dimana : fr = koefisien rolling.

fr₁ = faktor kekerasan jalan.

fr₂ = faktor static of tire (kelendutan ban)

fr₃ = hysteresis & gesekan udara dan efek ban.

Q = beban roda/ban (ton)

P = tekanan ban (kg/cm²)

V = kecepatan (km/jam)

Untuk kendaraan dengan muatan penuh dengan berat total 985 kg, maka :

$$Q = 1/4 \times 0,985 \text{ kg} = 0,246 \text{ kg.}$$

Besarnya tekanan udara ban (P) :

$$\text{Ban depan} = 28 \text{ psi} = 1,9 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\text{Ban belakang} = 32 \text{ psi} = 2,18 \text{ kg/cm}^2.$$

$$P \text{ (rata-rata)} = \frac{1,9 + 2,18}{2} = 2,04 \text{ kg/cm}^2.$$

Maka koefisien rolling diperoleh :

$$fr = 5,1 + \frac{5,5 + 18 (0,246)}{2,04} + \frac{8,5 + 6(0,246)}{2,04} \times \left(\frac{V}{100}\right)^2$$

$$= 5,1 + 4,866 + 4,89 \left(\frac{V}{100} \right)^2$$

$$= 9,966 + 4,89 \left(\frac{V}{100} \right)^2 \text{ kg/ton}$$

Harga hambatan rolling untuk berbagai kecepatan dapat dihitung dengan persamaan :

$$Rr = fr \times W \quad (\text{kg})$$

dimana :

Rr = hambatan rolling, kg.

fr = koefisien rolling, kg/ton.

W = berat total kendaraan, ton.

Sedangkan besarnya daya hambatan rolling, dapat dihitung dengan rumus :

$$Nr = \frac{Rr \times V}{270} \quad \text{tk}$$

atau juga berlaku :

$$Nr = 0,0037 \times Rr \times V \quad \text{tk.}$$

dimana :

Nr = daya hambatan rolling, tk.

V = kecepatan kendaraan, km/jam.

Perhitungan :

1. Untuk kecepatan $V = 0$ km/jam

$$fr = 9,966 \text{ kg/ton.}$$

$$Rr = 0,985 \times 9,966 = 9,82 \text{ kg.}$$

$$Nr = 0$$

2. Untuk kecepatan $V = 20$ km/jam.

$$fr = 9,966 + 4,89 \left(\frac{20}{100} \right)^2$$

$$= 9,966 + 0,196 = 10,162 \text{ kg/ton.}$$

$$Rr = 0,985 \times 10,162 = 10,01 \text{ kg.}$$

$$Nr = 0,0037 \times 10,01 \times 20 = 0,74 \text{ tk.}$$

3. Untuk kecepatan $V = 40$ km/jam

$$fr = 9,966 + 4,89 (40/100)^2$$

$$= 9,966 + 0,782 = 10,748 \text{ kg/ton.}$$

$$Rr = 0,985 \times 10,748 = 10,59 \text{ kg.}$$

$$Nr = 0,0037 \times 10,59 \times 40 = 1,57 \text{ tk.}$$
4. Untuk kecepatan $V = 60$ km/jam.

$$fr = 9,966 + 4,89 (60/100)^2$$

$$= 9,966 + 1,76 = 11,726 \text{ kg/ton.}$$

$$Rr = 0,985 \times 11,726 = 11,55 \text{ kg.}$$

$$Nr = 0,0037 \times 11,55 \times 60 = 2,56 \text{ tk.}$$
3. Untuk kecepatan $V = 80$ km/jam.

$$fr = 9,966 + 4,89 (80/100)^2$$

$$= 9,966 + 3,129 = 13,095 \text{ kg/ton.}$$

$$Rr = 0,985 \times 13,095 = 12,90 \text{ kg.}$$

$$Nr = 0,0037 \times 12,90 \times 80 = 3,82 \text{ tk.}$$
4. Untuk kecepatan $V = 100$ km/jam.

$$fr = 9,966 + 4,89 (100/100)^2$$

$$= 9,966 + 4,89 = 14,856 \text{ kg/ton.}$$

$$Rr = 0,985 \times 14,856 = 14,63 \text{ kg.}$$

$$Nr = 0,0037 \times 14,63 \times 100 = 5,41 \text{ tk.}$$
5. Untuk kecepatan $V = 120$ km/jam.

$$fr = 9,966 + 4,89 (120/100)^2$$

$$= 9,966 + 7,041 = 17,007 \text{ kg/ton}$$

$$Rr = 0,985 \times 17,007 = 16,75 \text{ kg.}$$

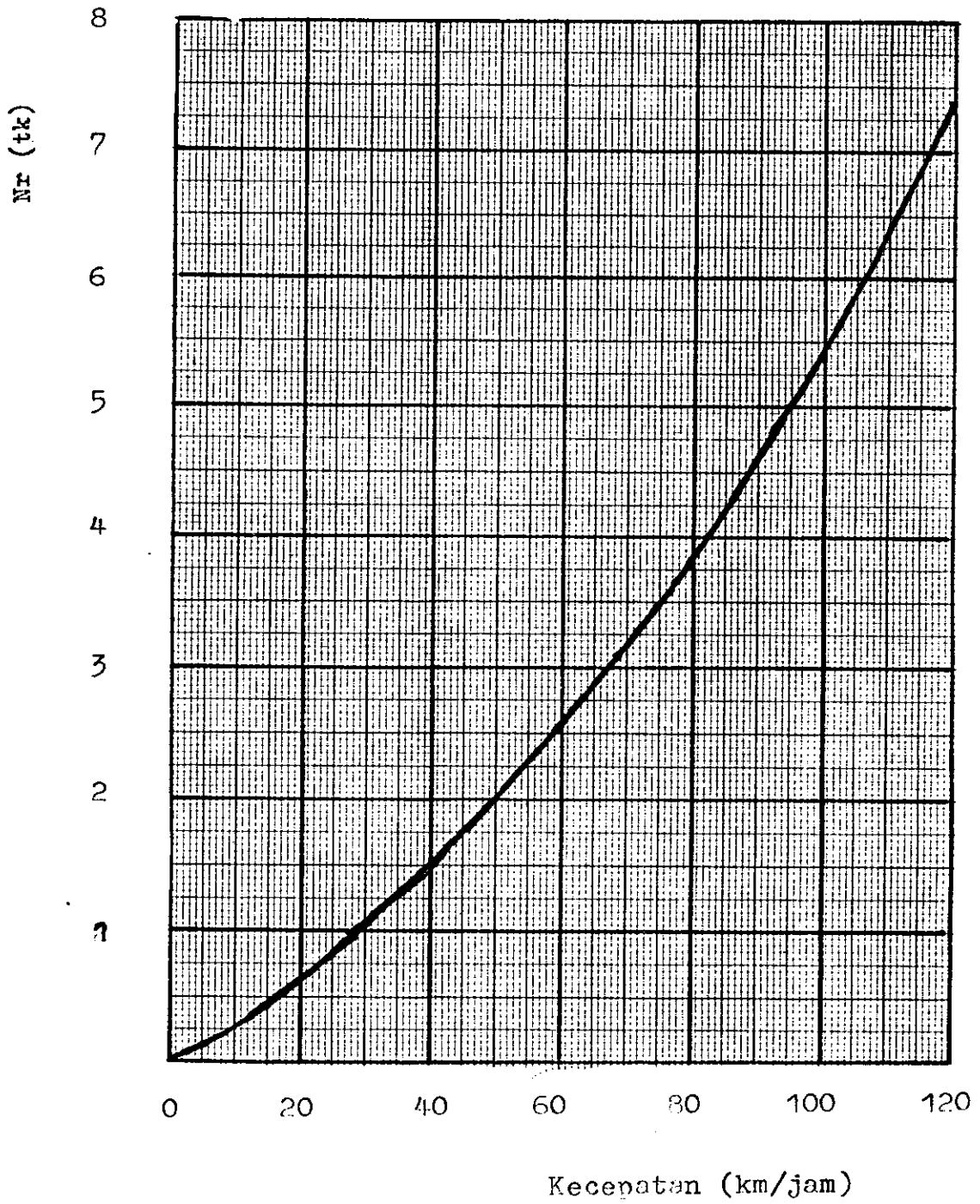
$$Nr = 0,0037 \times 16,75 \times 120 = 7,44 \text{ tk.}$$

Tabel 3

Harga-harga daya hambatan rolling (Nr)

No.	V (km/jam)	fr (kg/ton)	Rr (kg)	Nr (tk)
1	0	9,966	9,82	0
2	20	10,162	10,01	0,74
3	40	10,748	10,59	1,57
4	60	11,726	11,55	2,56
5	80	13,095	12,90	3,82
6	100	14,856	14,63	5,41
7	120	17,007	16,75	7,44

Gambar 7
Grafik Nr vs V



C. Hambatan Aerodinamis

Hambatan aerodinamis disebabkan gerak relatif antara kendaraan dengan udara sekelilingnya, sebagai berikut :

- Pressure drag karena bentuk kendaraan
- Gesekan antara udara dengan permukaan kendaraan.
- Gesekan karena udara yang masuk dan keluar kendaraan, misalnya untuk pendinginan motor dan pendinginan interior.

Harga-harga hambatan aerodinamis dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$R_a = 0,0047 \times A \times c_a \times V^2$$

dimana :

- R_a = hambatan aerodinamis, kg.
- A = luas penampang frontal kendaraan, m^2 .
- c_a = koefisien hambatan aerodinamis,
- V = kecepatan kendaraan, km/jam.

Untuk kendaraan yang direncanakan ini :

$$A = 0,8 \times 1,4 \times 1,5 = 1,68 \text{ m}^2.$$

$$c_a = 0,5.$$

Sehingga :

$$R_a = 0,0047 \times 1,68 \times 0,5 \times V^2$$

$$R_a = 0,00394 \times V^2$$

Daye hambatan aerodinamis dapat dihitung dengan rumus :

$$N_a = \frac{R_a \times V}{270} \quad \text{atau} \quad N_a = 0,0037 \times R_a \times V \text{ (tk)}$$

Perhitungan :

1. Untuk kecepatan $V = 0$ km/jam.

$$R_a = 0 \text{ kg.}$$

$$N_a = 0 \text{ kg.}$$

2. Untuk kecepatan $V = 20$ km/jam

$$Ra = 0,00394 \times (20)^2 = 1,576 \text{ kg.}$$

$$Na = 0,0037 \times 1,576 \times 20 = 0,117 \text{ tk.}$$

3. Untuk kecepatan $V = 40$ km/jam

$$Ra = 0,00394 \times (40)^2 = 6,304 \text{ kg.}$$

$$Na = 0,0037 \times 6,304 \times 40 = 0,933 \text{ tk.}$$

4. Untuk kecepatan $V = 60$ km/jam.

$$Ra = 0,00394 \times (60)^2 = 14,184 \text{ kg.}$$

$$Na = 0,0037 \times 14,184 \times 60 = 3,149 \text{ tk.}$$

5. Untuk kecepatan $V = 80$ km/jam.

$$Ra = 0,00394 \times (80)^2 = 25,216 \text{ kg.}$$

$$Na = 0,0037 \times 25,216 \times 80 = 7,464 \text{ tk.}$$

6. Untuk kecepatan $V = 100$ km/jam.

$$Ra = 0,00394 \times (100)^2 = 39,4 \text{ kg.}$$

$$Na = 0,0037 \times 39,4 \times 100 = 14,578 \text{ tk.}$$

7. Untuk kecepatan $V = 120$ km/jam.

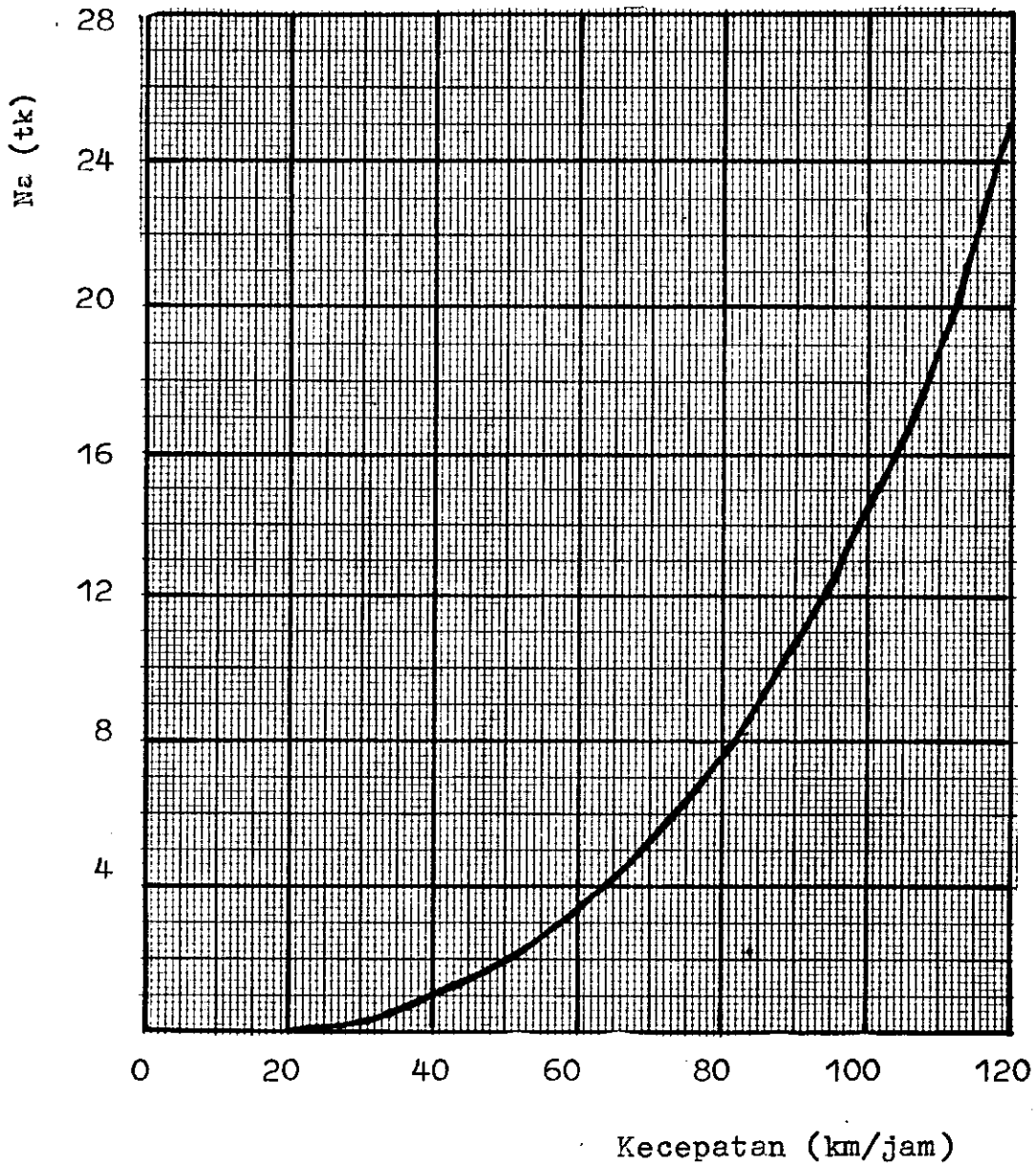
$$Ra = 0,00394 \times (120)^2 = 56,736 \text{ kg.}$$

$$Na = 0,0037 \times 56,736 \times 120 = 25,191 \text{ tk.}$$

Tabel 4
Harga-harga Hambatan dan Daya hambatan Aerodinamis

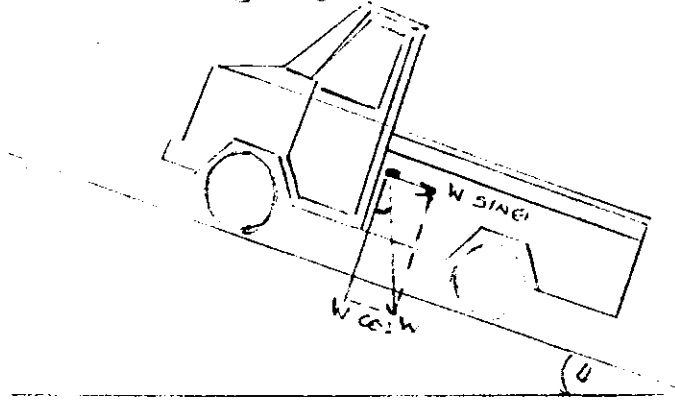
No	V (km/jam)	Ra (kg)	Na (tk)
1	0	0	0
2	20	1,576	0,117
3	40	6,304	0,933
4	60	14,184	3,149
5	80	25,216	7,464
6	100	39,4	14,578
7	120	56,736	25,191

Gambar 8
Grafik N_a vs V .



D. Hambatan Tanjakan

Hambatan tanjakan terjadi bila kendaraan melalui jalan tanjakan, yang besarnya ditentukan oleh berat - kendaraan dan kemiringan jalan.



Gambar 9

Kendaraan pada tanjakan

Hambatan tanjakan adalah : $R_g = W \sin \theta$

Untuk harga θ yang kecil, $\sin \theta \approx \tan \theta$, maka juga :

$$R_g = W \tan \theta$$

Bila derajat kemiringan jalan :

$$G = \tan \theta \times 100 \quad (\%)$$

Maka hambatan tanjakan menjadi :

$$R_g = \frac{W \times G}{100} \quad \text{atau : } R_g = 0,01 \times W \times G \quad (\text{kg})$$

Daya hambatan tanjakan dapat dihitung dengan rumus :

$$N_g = 0,0037 \times R_g \times V \quad (\text{tk}).$$

Perhitungan :

1. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 0 \%$,

hambatan tanjakan $R_g = 0 \text{ kg}$.

daya hambatan tanjakan pada :

- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| - Kecepatan $V = 0 \text{ km/jam}$, | $N_g = 0 \text{ tk}$. |
| - Kecepatan $V = 20 \text{ km/jam}$, | $N_g = 0 \text{ tk}$. |
| - Kecepatan $V = 40 \text{ km/jam}$, | $N_g = 0 \text{ tk}$. |
| - Kecepatan $V = 60 \text{ km/jam}$, | $N_g = 0 \text{ tk}$. |
| - Kecepatan $V = 80 \text{ km/jam}$, | $N_g = 0 \text{ tk}$. |

- Kecepatan $V = 100$ km/jam, $Ng = 0$ tk.
 - Kecepatan $V = 120$ km/jam, $Ng = 0$ tk.
2. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 10\%$
 Hambatan tanjakan : $Rg = 0,01 \times 985 \times 10 = 98,5$ kg.
 Daya hambatan tanjakan pada :
- Kecepatan $V = 0$ km/jam, $Ng = 0$ tk.
 - Kecepatan $V = 20$ km/jam, $Ng = 0,0037 \times 98,5 \times 20$
 $= 7,289$ tk.
 - Kecepatan $V = 30$ km/jam, $Ng = 0,0037 \times 98,5 \times 40$
 $= 14,578$ tk.
 - Kecepatan $V = 60$ km/jam, $Ng = 0,0037 \times 98,5 \times 60$
 $= 21,867$ tk.
 - Kecepatan $V = 80$ km/jam, $Ng = 0,0037 \times 98,5 \times 80$
 $= 29,156$ tk.
3. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 20\%$.
 Hambatan tanjakan : $Rg = 0,01 \times 985 \times 20 = 197$ kg.
 Daya hambatan tanjakan pada :
- Kecepatan $V = 0$ km/jam, $Ng = 0,0037 \times 197 \times 0 = 0$ tk
 - Kecepatan $V = 20$ km/jam, $Ng = 0,0037 \times 197 \times 20$
 $= 14,578$ tk.
 - Kecepatan $V = 40$ km/jam, $Ng = 0,0037 \times 197 \times 40$
 $= 29,156$ tk.
4. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 30\%$.
 Hambatan tanjakan : $Rg = 0,01 \times 985 \times 30 = 295,5$ kg.
- Kecepatan $V = 0$ km/jam, $Ng = 0$ tk.
 - Kecepatan $V = 20$ km/jam, $Ng = 0,0037 \times 295,5 \times 20$
 $= 21,867$ tk.
5. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 40\%$.
 Hambatan tanjakan $Rg = 0,01 \times 985 \times 40 = 394$ kg.
 Daya hambatan tanjakan pada :
- Kecepatan $V = 0$ km/jam, $Ng = 0$ tk.
 - Kecepatan $V = 20$ km/jam, $Ng = 0,0037 \times 394 \times 20$
 $= 29,156$ tk.

6. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 50 \%$.

Hambatan tanjakan $R_g = 0,01 \times 985 \times 50 = 492,5 \text{ kg}$.

Daya hambatan tanjakan pada :

- Kecepatan $V = 0 \text{ km/jam}$, $N_g = 0 \text{ tk}$.
- Kecepatan $V = 20 \text{ km/jam}$, $N_g = 0,0037 \times 492,5 \times 20$
 $= 36,445 \text{ tk}$

Tabel 5

Harga hambatan tanjakan (R_g).

G (%)	0	10	20	30	40	50
R_g (kg)	0	98,5	197	295,5	394	492,5

Tabel 6

Harga daya hambatan tanjakan (N_g)

V (km/jam)	Daya hambatan tanjakan N_g (tk)					
	G=0	G=10	G=20	G=30	G=40	G=50
	$R_g=0$	$R_g=98,5$	$R_g=197$	$R_g=295,5$	$R_g=394$	$R_g=492,5$
0	0	0	0	0	0	0
20	0	7,289	14,578	21,867	29,156	36,445
40	0	14,578	29,156			
60	0	21,867				
80	0	29,156				
100	0					
120						

E. Hambatan Transmisi

Hambatan transmisi sebenarnya bukan gaya, melainkan daya yang hilang selama proses transmisi dari motor sampai ke roda penggerak. Hambatan transmisi terjadi pada : kopeling, gearbox, differensial, U-joint, bantalan-bantalan.

Hambatan transmisi umumnya dinyatakan dalam efisiensi, dimana harganya dapat diperoleh secara eksperimen. Besarnya harga daya hambatan transmisi, dapat dihitung dengan rumus :

$$N_h = h \times N_m$$

dimana :

N_h = daya yang hilang pada transmisi

h = efisiensi daya yang hilang, %.

N_m = daya motor, tk.

untuk perencanaan permulaan, diambil $h = 10\%$, sehingga daya yang hilang akibat hambatan transmisi menjadi :

$$N_h = 0,10 \times 31 \text{ tk}$$

$$N_h = 3,10 \text{ tk.}$$

Dalam perencanaan kendaraan ini, harga diatas dianggap berlaku untuk seluruh kecepatan kendaraan dan tanjakan jalan.

F. Hambatan Inertia

Hambatan inertia terjadi diakibatkan adanya percepatan kendaraan. Pada percepatan nol yaitu pada saat kecepatan kendaraan konstan, maka tidak terjadi hambatan inertia.

Pada perencanaan ini perhitungan dilakukan pada kecepatan kendaraan konstan, sehingga daya hambatan inertia $N_i = 0 \text{ tk.}$

G. Daya dan Hambatan Total

1. Hambatan total adalah sejumlah hambatan-hambatan yang dialami kendaraan selama beroperasi, daya hambatan total dapat dihitung dengan rumus :

$$N_t = N_r + N_a + N_g + N_h + N_i$$

dimana :

N_t = daya hambatan total, tk.

N_r = daya hambatan rolling, tk.

N_a = daya hambatan aerodinamis, tk.

N_g = daya hambatan tanjakan, tk.

N_h = daya hambatan transmisi, tk.

N_i = daya hambatan inerti, tk.

Dalam menghitung daya hambatan total ini hanya ditinjau pada kecepatan konstan, dimana harga $N_i = 0$ tk.

Perhitungan :

a. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 0 \%$

- Kecepatan $V = 0$ km/jam

$$N_t = 0 + 0 + 0 + 3,1 + 0 = 3,1 \text{ tk.}$$

- Kecepatan $V = 20$ km/jam

$$N_t = 0,74 + 0,117 + 0 + 3,1 + 0 = 3,957 \text{ tk.}$$

- Kecepatan $V = 40$ km/jam

$$N_t = 1,57 + 0,933 + 0 + 3,1 + 0 = 5,603 \text{ tk.}$$

- Kecepatan $V = 60$ km/jam

$$N_t = 2,56 + 3,149 + 0 + 3,1 + 0 = 8,809 \text{ tk.}$$

- Kecepatan $V = 80$ km/jam

$$N_t = 3,82 + 7,464 + 0 + 3,1 + 0 = 14,384 \text{ tk.}$$

- Kecepatan $V = 100$ km/jam

$$N_t = 5,41 + 14,578 + 0 + 3,1 + 0 = 23,088 \text{ tk.}$$

b. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 10 \%$.

- Kecepatan $V = 0$ km/jam.

$$N_t = 0 + 0 + 0 + 3,1 + 0 = 3,1 \text{ tk.}$$

- Kecepatan $V = 20$ km/jam.

$$N_t = 0,74 + 0,117 + 7,289 + 0 = 8,146 \text{ tk.}$$

- Kecepatan $V = 40$ km/jam

$$N_t = 1,57 + 0,933 + 14,578 + 3,1 + 0 = 20,181$$

- Kecepatan $V = 60$ km/jam

$$N_t = 2,56 + 3,149 + 21,867 + 3,1 + 0 = 29,676 \text{ tk}$$

- c. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 20 \%$
 - Kecepatan $V = 20$ km/jam.
 $N_t = 0,74 + 0,117 + 14,578 + 3,1 + 0 = 15,435$ tk.
 - Kecepatan $V = 0$ km/jam.
 $N_t = 0 + 0 + 0 + 3,1 + 0 = 3,1$ tk.
- d. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 30 \%$
 - Kecepatan $V = 0$ km/jam.
 $N_t = 0 + 0 + 0 + 3,1 + 0 = 3,1$ tk.
 - Kecepatan $V = 20$ km/jam.
 $N_t = 0,74 + 0,117 + 21,867 + 3,1 + 0 = 25,824$ tk.
- e. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 40 \%$
 - Kecepatan $V = 0$ km/jam
 $N_t = 0 + 0 + 0 + 3,1 + 0 = 3,1$ tk.
- e. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 50 \%$
 - Kecepatan $V = 0$ km/jam
 $N_t = 0 + 0 + 0 + 3,1 + 0 = 3,1$ tk.

Tabel 7

Daya hambatan total (N_t)

V (km/jam)	Daya hambatan total (N_t)					
	G=0	G=10	G=20	G=30	G=40	G = 50
0	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
20	3,957	8,146	15,435	25,824		
40	5,603	20,131				
60	8,809	29,676				
80	14,284					
100	23,088					

2. Hambatan total yang dialami kendaraan selama ber - operasi dapat dihitung dengan rumus :

$$R_t = R_r + R_a + R_g + R_h + R_i$$

Dalam perhitungan ini tahanan transmisi dan tahanan inerti diabaikan, sehingga :

$$R_t = R_r + R_a + R_g$$

Harga hambatan-hambatan diatas telah dihitung pada halaman sebelumnya, yang bila dimasukkan kepada - persamaan diatas maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

Perhitungan :

a. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 0 \%$

- $V = 0$ km/jam, $R_t = 9,82$ kg.
- $V = 20$ km/jam, $R_t = 10,01 + 1,576 = 11,586$ kg.
- $V = 40$ km/jam, $R_t = 10,59 + 6,304 = 16,894$ kg.
- $V = 60$ km/jam, $R_t = 11,55 + 14,184 = 25,734$ kg.
- $V = 80$ km/jam, $R_t = 12,90 + 25,216 = 38,116$ kg.
- $V = 100$ km/jam, $R_t = 14,63 + 39,4 = 54,03$ kg.
- $V = 120$ km/jam, $R_t = 16,75 + 56,736 = 73,486$ kg.

b. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 10 \%$

- $V = 20$ km/jam, $R_t = 11,586 + 98,5 = 110,086$ kg.
- $V = 40$ km/jam, $R_t = 16,894 + 98,5 = 115,394$ kg.
- $V = 60$ km/jam, $R_t = 25,734 + 98,5 = 124,234$ kg.
- $V = 80$ km/jam, $R_t = 38,116 + 98,5 = 136,616$ kg.

c. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 15 \%$

- $V = 20$ km/jam, $R_t = 11,586 + 147,75 = 159,336$ kg.
- $V = 40$ km/jam, $R_t = 16,894 + 147,75 = 164,644$ kg.
- $V = 60$ km/jam, $R_t = 25,734 + 147,75 = 173,484$ kg.

d. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 20 \%$

- $V = 20$ km/jam, $R_t = 11,586 + 197 = 208,586$ kg.
- $V = 40$ km/jam, $R_t = 16,894 + 197 = 213,894$ kg.
- $V = 60$ km/jam, $R_t = 25,734 + 197 = 222,734$ kg.

- e. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 25 \%$
- $V = 20 \text{ km/jam}$, $Rt = 11,586 + 246,25 = 257,836 \text{ kg.}$
 - $V = 40 \text{ km/jam}$, $Rt = 16,894 + 246,25 = 263,144 \text{ kg.}$
 - $V = 60 \text{ km/jam}$, $Rt = 25,734 + 246,25 = 271,984 \text{ kg.}$
- f. Untuk derajat kemiringan jalan $G = 30 \%$.
- $V = 20 \text{ km/jam}$, $Rt = 11,586 + 295,5 = 307,086 \text{ kg.}$
 - $V = 40 \text{ km/jam}$, $Rt = 16,894 + 295,5 = 312,394 \text{ kg.}$
 - $V = 60 \text{ km/jam}$, $Rt = 25,734 + 295,5 = 321,234 \text{ kg.}$

Tabel 8

Gaya Hambatan Total (Rt)

V	Gaya hambatan total (Rt)					
	G=0	G=10	G=15	G=20	G=25	G=30
0	9,82					
20	11,586	110,086	159,336	208,586	257,836	307,086
40	16,894	115,394	164,644	213,894	263,144	312,394
60	25,734	124,234	173,484	222,734	271,984	321,234
80	38,116	136,616				
100	54,03					
120	73,486					

H. Gaya Dorong.

Gaya dorong dapat dihitung untuk berbagai kecepatan kendaraan dengan menggunakan grafik spesifikasi motor serta rumus berikut :

$$M = 71620 \cdot N/n \text{ kg cm} = 716,2 \cdot N/n \text{ kg m}$$

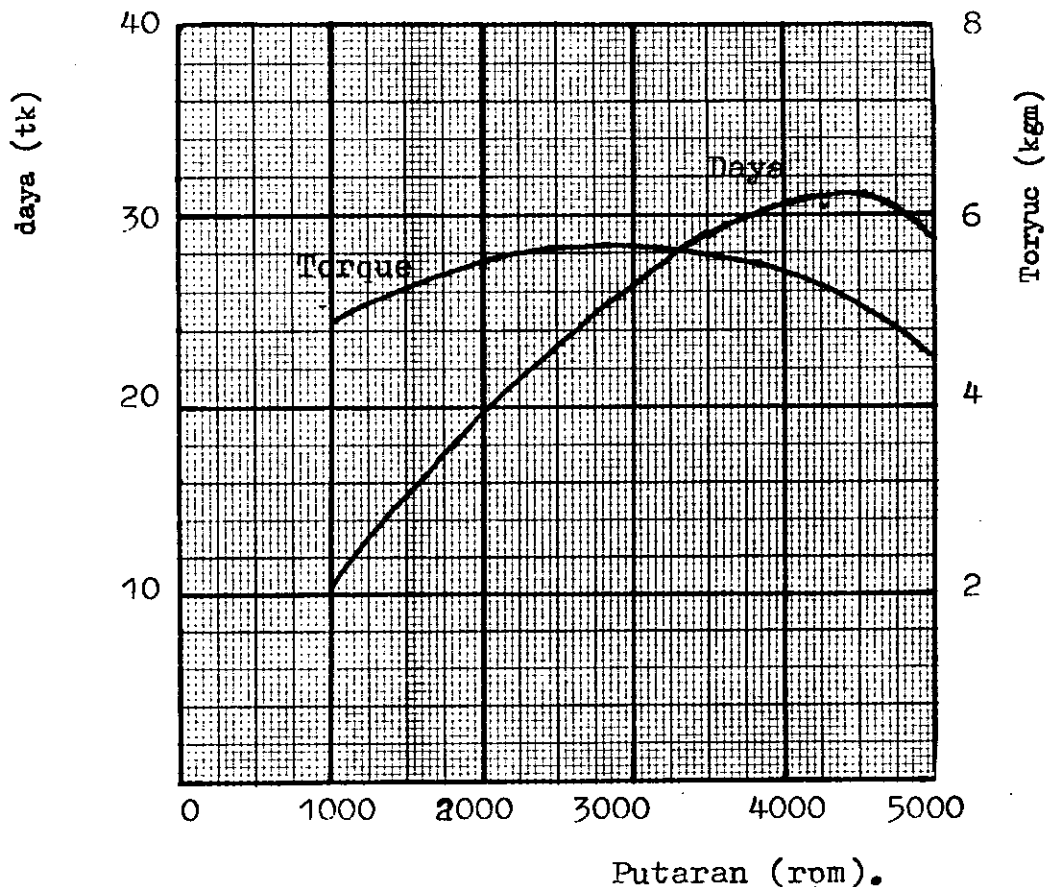
$$N = P \cdot V / 75 \text{ tk.}$$

sehingga :

$$M = 716,2 \cdot P \cdot V / (75 \cdot n) \text{ kg m.}$$

$$P = 0,105 \cdot M \cdot n / V \text{ kg.}$$

Gambar 9
Spesifikasi Motor



Dari grafik spesifikasi motor diperoleh bahwa torque/momen maksimum (M) = 5,72 kgm pada putaran motor 3000 rpm. Perhitungan dilakukan dengan asumsi efisiensi transmisi total dari motor sampai keroda : $\eta_{tr} = 0,90$. Jadi gaya dorong pada roda menjadi :

$$P = 0,105 \cdot \eta_{tr} \cdot M \cdot n/v \quad \text{kg.}$$

$$= 0,105 \cdot 0,9 \cdot M \cdot n/v = 0,0945 \cdot M \cdot n/v \quad (\text{kg}).$$

Perhitungan :

1. Gigi - I.

$$- V_{\min} = 6,5 \text{ km/jam} = 1,81 \text{ m/det.}$$

$$\text{dari grafik : } n = 1000 \text{ rpm, } M = 4,93 \text{ kgm.}$$

$$P = 0,0945 \times 4,93 \times 1000/1,81 = 257,39 \text{ kg.}$$

- $V = 20 \text{ km/jam} = 5,56 \text{ m/det.}$

dari grafik : $n = 3000 \text{ rpm, } M = 5,72 \text{ kgm.}$

$P = 0,0945 \times 5,72 \times 3000/5,56 = 291,66 \text{ kg.}$

- $V \text{ max} = 32,5 \text{ km/jam} = 9,03 \text{ m/det.}$

dari grafik : $n = 5000 \text{ rpm, } M = 4,44 \text{ kgm}$

$P = 0,0945 \times 4,44 \times 5000/9,03 = 232,33 \text{ kg.}$

2. Gigi - II.

- $V \text{ min} = 11 \text{ km/jam} = 3,06 \text{ m/det.}$

dari grafik : $n = 1000 \text{ rpm, } M = 4,93 \text{ kgm}$

$P = 0,0945 \times 4,93 \times 1000/3,06 = 152,29 \text{ kg.}$

- $V = 33 \text{ km/jam} = 9,17 \text{ m/det.}$

dari grafik : $n = 3000 \text{ rpm, } M = 5,72 \text{ kgm.}$

$P = 0,0945 \times 5,72 \times 3000/9,17 = 176,84 \text{ kg.}$

- $V \text{ max} = 55 \text{ km/jam} = 15,28 \text{ m/det.}$

dari grafik : $n = 5000 \text{ rpm, } M = 4,44 \text{ kgm.}$

$P = 0,0945 \times 4,44 \times 5000/15,28 = 137,29 \text{ kg.}$

3. Gigi - III.

- $V \text{ min} = 16 \text{ km/jam} = 4,44 \text{ m/det.}$

dari grafik ; $n = 1000 \text{ rpm, } M = 4,93 \text{ kgm.}$

$P = 0,0945 \times 4,93 \times 1000/4,44 = 104,93 \text{ kg.}$

- $V = 48 \text{ km/jam} = 13,33 \text{ m/det.}$

dari grafik ; $n = 3000 \text{ rpm, } M = 5,72 \text{ kgm.}$

$P = 0,0945 \times 5,72 \times 3000/13,33 = 121,65 \text{ kg.}$

- $V \text{ max} = 80 \text{ km/jam} = 22,22 \text{ m/det.}$

dari grafik : $n = 5000 \text{ rpm, } M = 4,44$

$P = 0,0945 \times 4,44 \times 5000/22,22 = 94,41 \text{ kg.}$

4. Gigi - IV

- $V \text{ min} = 24 \text{ km/jam} = 6,67 \text{ m/det.}$

dari grafik : $n = 1000 \text{ rpm, } M = 4,93 \text{ kgm.}$

$P = 0,0945 \times 4,93 \times 1000/6,67 = 69,85 \text{ kg.}$

- $V = 72 \text{ km/jam} = 20 \text{ m/det}$

dari grafik : $n = 3000 \text{ rpm, } M = 5,72 \text{ kgm.}$

$P = 0,0945 \times 5,72 \times 3000/20 = 81,03 \text{ kg.}$

- $V_{\max} = 120 \text{ km/jam} = 33,33 \text{ m/det.}$

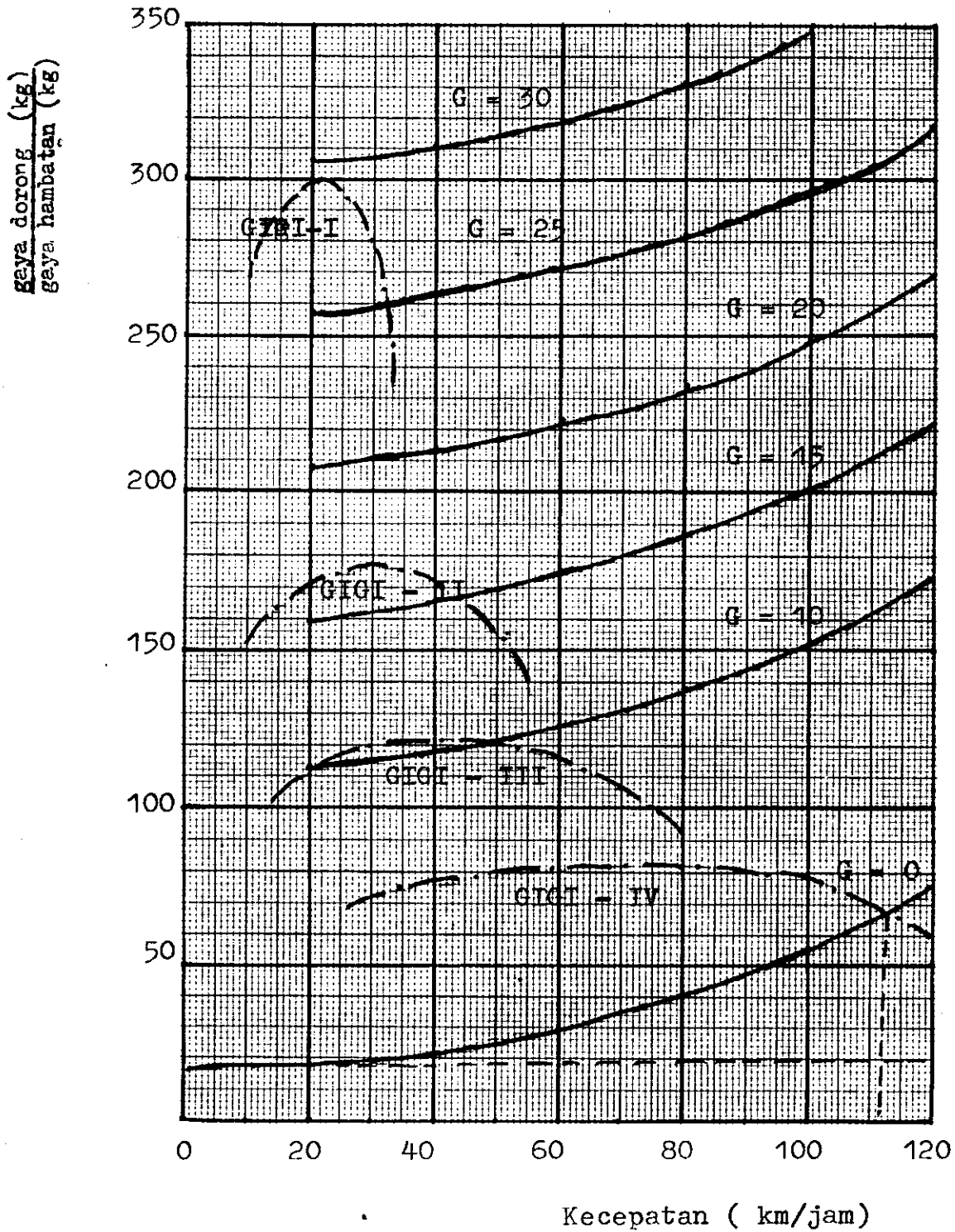
dari grafik : $n = 5000 \text{ rpm}$, $M = 4,44 \text{ kgm.}$

$P = 0,0945 \times 4,44 \times 5000/33,33 = 62,94 \text{ kg.}$

Tabel 9
Gaya dorong (P).

No.	Gigi	Putaran (rpm)	Kecepatan (km/jam)	Gaya dorong (kg)
1	I	1000	6,5	257,39
		3000	20	291,66
		5000	32,5	232,33
2	II	1000	11	152,29
		3000	33	176,84
		5000	55	137,29
3	III	1000	16	104,93
		3000	48	121,65
		5000	80	94,41
4	IV	1000	24	69,85
		3000	72	81,08
		5000	120	62,94

Gambar 10
 Diagram Performance I.



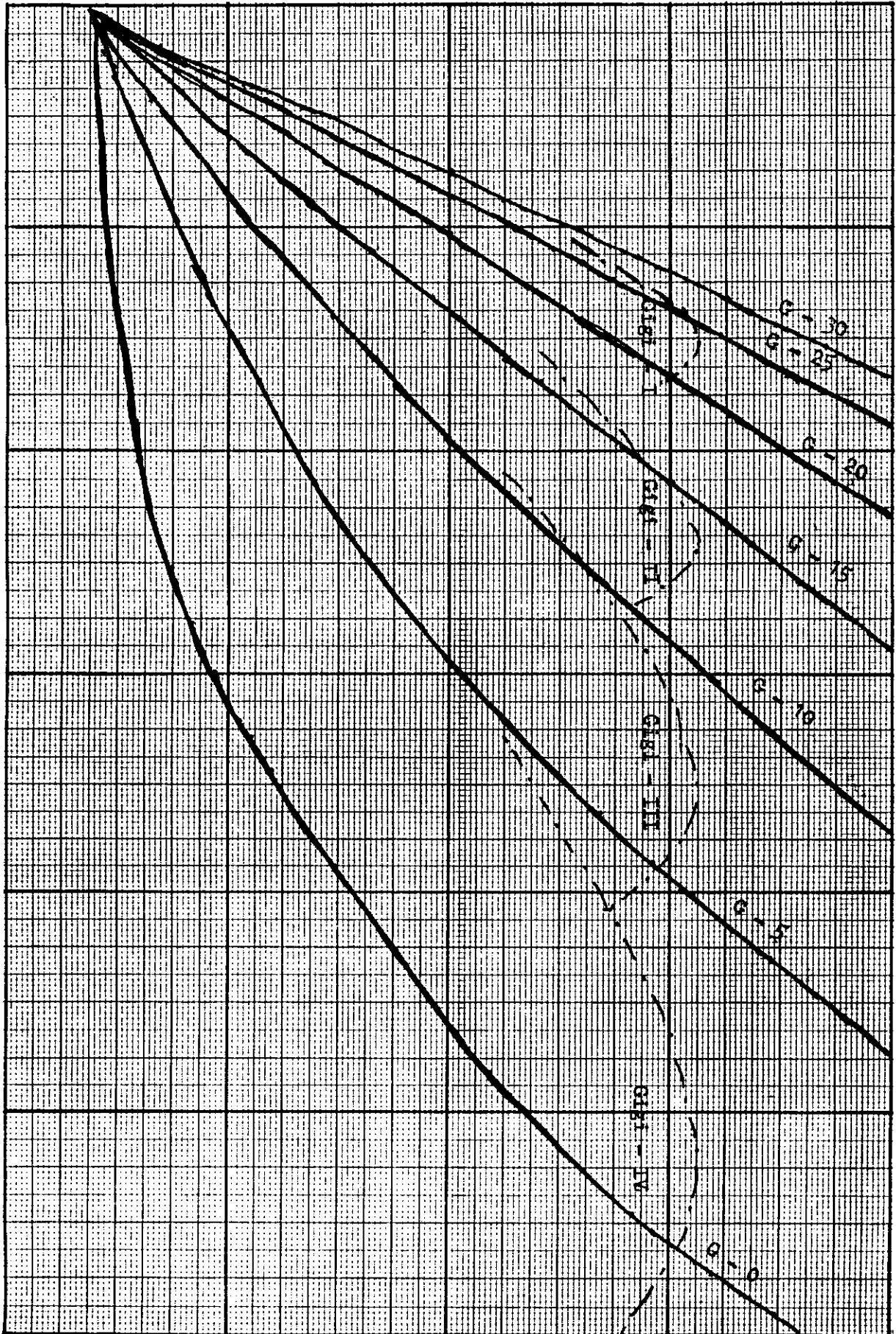
daya motor (tk)
daya hambatan total (tk)

40

30

20

10



Gambar 11
Diagram performance - II

I. Limit Performance

Setelah digambarkan diagram performance berupa grafik gaya hambatan vs kecepatan dan gaya dorong vs kecepatan maka dapat diramalkan kemampuan kendaraan berupa :

- limit gaya traksi
- limit kecepatan
- limit percepatan
- limit tanjakan
- limit perlambatan

1. Limit gaya traksi

Batas gaya traksi untuk kendaraan rear wheel drive dapat dihitung dengan rumus :

$$Pr_{\max} = \mu_o \cdot W \cdot (L_f - H \cdot f) / (L - \mu_o \cdot H)$$

dimana :

μ_o = koefisien gesek statis = 0,8 (jalan kering)

W = berat total, kg.

L_f = jarak titik berat ke jembatan/as depan, m.

H = tinggi titik berat terhadap tanah, m

f = 0,01 (untuk jalan aspal licin)

μ_o = 0,5 (jalan basah).

a. Untuk jalan kering diperoleh :

$$\begin{aligned} Pr &= 0,8 \cdot 985 \cdot (1,08 - 0,643 \cdot 0,01) / (2,08 - 0,8 \cdot 0,643) \\ &= 788 \cdot 1,07357 / 1,5656 \\ &= 540,35 \text{ kg.} \end{aligned}$$

b. Untuk jalan basah diperoleh :

$$\begin{aligned} Pr &= 0,5 \cdot 985 \cdot (1,08 - 0,643 \cdot 0,01) / (2,08 - 0,5 \cdot 0,643) \\ &= 492,5 \cdot 1,07357 / 1,7585 \\ &= 300,67 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Dari diagram performance diperoleh $P_{\max} = 291,66$ kg, berarti motor untuk kendaraan ini tidak "over power".

2. Limit Kecepatan

Perhitungan ini dilakukan dengan asumsi :

- Jalan datar
- kecepatan konstan
- f (friksi) dianggap konstan.
- lift dan tekanan kebawah oleh efek aerodinamis diabaikan.

Harganya dihitung dengan rumus :

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{2(\rho_0 \cdot W_d - f \cdot W)}{\rho_{ca} \cdot A}}$$

dimana :

$$\rho = \text{masa jenis udara} = 0,125 \text{ kg.det}^2/\text{m.}$$

$$ca = 0,5.$$

$$W_d = W \text{ (untuk jalan datar).}$$

a. Untuk jalan kering :

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{2(0,8 \cdot 985 - 0,01 \cdot 985)}{0,125 \cdot 0,5 \cdot 1,68}} = 86,086 \text{ m/det}$$

$$V_{\max} = 438 \text{ km/jam . (jalan kering)}$$

b. Untuk jalan basah diperoleh :

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{2(0,5 \cdot 985 - 0,01 \cdot 985)}{0,125 \cdot 0,5 \cdot 1,68}} = 95,88 \text{ m/det.}$$

$$V_{\max} = 345,17 \text{ km/jam.}$$

Pada harga kecepatan di atas ban dari kendaraan akan slip. Dari diagram performance diperoleh V_{\max} (kecepatan maksimum) kendaraan 102 km/jam sesuai dengan besar daya motor. Hal ini berarti daya motor dari kendaraan ini tidak terlalu besar.

3. Limit percepatan

Untuk menghitung batas percepatan diambil asumsi :

- percepatan maksimum didapat pada kecepatan rendah ($v_a \approx 0$)
- jalan mendatar ($R_g \approx 0$)

Harganya dihitung dengan rumus :

$$a_{\max} = g \cdot (\mu_0 \cdot W_d/W - f) / \gamma'$$

dimana :

$$\gamma' = \text{faktor masa} = 1,5. \quad g = 9,8 \text{ m/det}^2.$$

a. Untuk jalan kering diperoleh :

$$a_{\max} = 9,8 (0,8 \cdot 474,4812/985 - 0,01) = 2,45 \text{ m/det}^2$$

b. Untuk jalan basah :

$$a_{\max} = 9,8 (0,5 \cdot 474,4812/985 - 0,01) = 0,26 \text{ m/det}^2.$$

4. Limit Tanjakan.

Perhitungan batas tanjakan ini dilakukan dengan asumsi :

- kecepatan rendah, jadi pada gigi rendah $R_a = 0$
- kecepatan konstan, $a = 0$.

Untuk kendaraan rear wheel drive, digunakan rumus :

$$\tan \theta = (L_f \cdot \mu_0 - f \cdot L - 2 \mu_0 \cdot f \cdot H) / (L_f \cdot H)$$

dimana :

$$\begin{aligned} L_f &= 1,08 \\ \mu_0 &= 0,8 \text{ (jalan kering)} \\ &= 0,5 \text{ (jalan basah)} \\ H &= 0,643 \text{ m.} \\ L &= 2,08 \text{ m.} \\ f &= 0,01. \end{aligned}$$

a. Untuk jalan kering :

$$\begin{aligned} \tan \theta &= (1,08 \cdot 0,8 - 0,01 \cdot 2,08 - 2 \cdot 0,01 \cdot 0,643) / (2,08 - 0,8 \cdot 0,643) \\ &= 0,87034 / 1,5656 = 0,5504. \end{aligned}$$

maka sudut $\theta = 27,94^\circ$.

b. Untuk jalan basah :

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \frac{(1,08 \cdot 0,5 - 0,01 \cdot 2,08 - 2 \cdot 0,5 \cdot 0,01 \cdot 0,643)}{2,08 - 0,8 \cdot 0,643} \\ &= 0,51277 / 1,7585 = 0,2916.\end{aligned}$$

maka sudut $\theta = 16,257^\circ$.

Dari diagram performance untuk kendaraan ini diperoleh limit tanjakan sampai derajat kemiringan jalan : $G = 29\%$ atau pada sudut tanjakan : $\theta = 16,72^\circ$. Hal ini berarti titik berat serta penentuan distribusi berat yang direncanakan dapat digunakan.

5. Limit Perlambatan

Perhitungan batas perlambatan dapat dilakukan untuk kendaraan yang direncanakan dengan four wheel brakes, dengan asumsi :

- jalan datar
- kecepatan rendah

Harganya dihitung dengan rumus :

$$a_{\max} = g (\mu_0 + f \cdot \cos \theta - \sin \theta + Ra/W)$$

dimana :

$$f = 0,01$$

$$\cos \theta = 1 \text{ (jalan datar)}$$

$$\sin \theta = 0$$

$$Ra \approx 0 \text{ (kecepatan rendah)}$$

$$\mu_0 = 0,8 \text{ (kering)}$$

$$= 0,5 \text{ (basah)}$$

sehingga :

$$a_{\max} = g (\mu_0 + f)$$

a. Untuk jalan kering :

$$a_{\max} = 9,8 (0,8 + 0,01) = 7,938 \text{ m/det}^2.$$

b. Untuk jalan basah :

$$a_{\max} = 9,8 (0,5 + 0,01) = 4,998 \text{ m/det}^2.$$

Jarak pengereman untuk kecepatan 30 km/jam =
8,33 m/det, diperoleh :

Untuk jalan kering :

$$S = V^2/2a = 8,33^2/2,7,938 = 4,37 \text{ m.}$$

dengan waktu pengereman ,

$$t = 2.S/V = 2,4,37/8,33 = 1,1 \text{ det.}$$

Untuk jalan basah :

$$S = V^2/2.a = 8,33^2/2,4,998 = 6,94 \text{ m}$$

dengan waktu pengereman ,

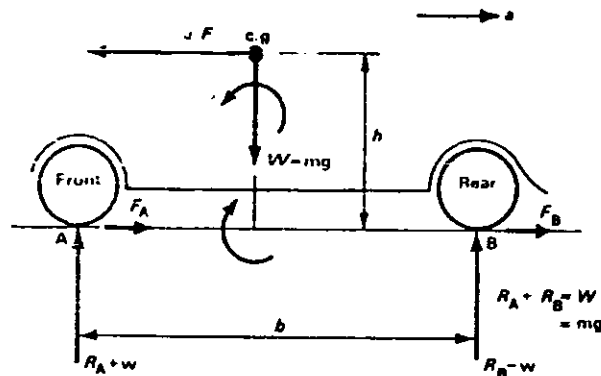
$$t = 2.S/V = 2.6,94/8,33 = 1,67 \text{ det.}$$

BAB III

PERPINDAHAN BEBAN.

A. Beban yang di Transfer sewaktu pengereman.

Apabila sebuah kendaraan dengan kecepatan tertentu dikurangi kecepatannya dengan jalan menginjak pedal rem, maka gaya pengereman pada roda akan melakukan perlawanan terhadap gaya inerti karena disebabkan gerakan kendaraan tersebut. Sebagai akibatnya bagian belakang kendaraan akan terangkat, karena sejumlah beban yang ditransfer. Reaksi pada roda depan akan bertambah sesuai dengan berkurangnya reaksi pada roda belakang.



Gambar 12

Perpindahan Beban saat Pengereman

Bila diperhatikan pada gambar di atas, ternyata roda kendaraan masih tetap dipermukaan jalan, hal ini disebabkan karena momen yang terjadi masih seimbang. Berdasarkan kondisi gaya-gaya maka dapat dihitung besarnya momen-momen tersebut yaitu :

Beban yang ditransfer, $w = F \times h/b$
dimana :

w = beban yang ditransfer.

h = jarak titik berat kendaraan dan permukaan jalan.

b = jarak antara roda depan dan belakang.

Bila keseluruhan roda direm, maka kerja caya maksimum adalah :

$$\begin{aligned}
 F &= F_A + F_B \\
 &= \mu (R_A + w) + \mu (R_B - w) \\
 &= \mu (R_A + R_B) = \mu W \\
 &= \mu mg.
 \end{aligned}$$

dimana : m = masa kendaraan
 μ = koefisien gesekan antara roda dan jalan.

Bila hanya roda depan yang direm, maka kerja maksimum yang diperoleh :

$$\begin{aligned}
 F &= F_A \\
 &= \mu (R_A + w)
 \end{aligned}$$

Bila hanya roda belakang yang direm, maka kerja maksimum yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned}
 F &= F_B \\
 &= \mu (R_B - w).
 \end{aligned}$$

Contoh soal :

- Sebuah kendaraan bermotor mempunyai masa total 1,2 ton, jarak antara roda depan dan roda belakang 3 m, antara titik berat kendaraan dan permukaan jalan jaraknya adalah : 0,75 m. Bila bagian depan kendaraan menahan beban 540 kg. Koefisien gesek antara roda dan jalan 0,6. Tentukanlah reaksi normal pada bahagian depan kendaraan bila :
 - keempat-empat roda di rem.
 - bila hanya roda depan saja yang di rem
 - bila hanya roda belakang yang di rem.
 gravitasi = 10 m/s^2 .

Penyelesaian :

Masa total kendaraan, $m = 1,2 \text{ ton} = 1200 \text{ kg}$.

Reaksi statis bagian depan kendaraan *

$$R_A = 540 \text{ (kg)} \times 10 \text{ (m/s}^2\text{)} = 5400 \text{ N.}$$

Reaksi statis bagian belakang kendaraan =

$$R_B = (1200 - 540) \times 10 = 6600 \text{ N.}$$

- a. Bila keempat roda di rem, maka gerak gaya maksimum adalah =

$$F = \mu m g = 0,6 \times 1200 \times 10 = 7200 \text{ N.}$$

Sekarang beban W_1 yang ditransfer dari bagian belakang ke bagian depan kendaraan, bila keempat-empat roda di rem adalah :

$$w_1 = F \times h/b = \frac{7200 \times 0,75}{3} = 1800 \text{ N.}$$

Maka reaksi normal pada bagian depan kendaraan

$$\text{adalah : } R_A + w_1 = 5400 + 1800 = 7200 \text{ N}$$

- b. Perhatikan beban w_2 yang ditransfer dari bagian belakang ke bagian depan kendaraan, bila roda depan saja yang di rem, maka gaya gerak maksimum adalah :

$$F = \mu (R_A + w_2), \text{ maka}$$

$$w_2 = \mu (R_A + w_2) \times h/b$$

$$w_2 = 0,6 (5400 + w_2) \times 0,75/3$$

$$w_2 = 810 + 0,15 w_2.$$

$$0,85 w_2 = 810$$

$$w_2 = 810/0,85 = 953 \text{ N.}$$

Maka reaksi normal pada bagian depan kendaraan

$$\text{adalah : } R_A + w_2 = 5400 + 953 = 6353 \text{ N.}$$

- c. Perhatikan beban w_3 yang dipindahkan dari belakang kendaraan ke bagian depan kendaraan, bila hanya roda belakang saja yang di rem :

$$\text{maka gaya gerak maksimum } F = \mu (R_B - w_3)$$

(9.1.6)

$$\begin{aligned}
 \cdot w_3 &= \mu (R_B - w_3) \times h/b \\
 w_3 &= 0,6 (6600 - w_3) \times 0,75/3 \\
 w_3 &= 990 - 0,15 w_3 \\
 1,15 w_3 &= 990 \\
 w_3 &= 990/1,15 = 861 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

Maka reaksi normal pada bagian depan kendaraan adalah : $R_A + W_3 = 5400 + 861 = 6261 \text{ N.}$

2. Sebuah kendaraan mempunyai masa total 1,8 ton, jarak antara roda depan dan belakang kendaraan, 3 m, dari pusat titik berat ke permukaan jalan adalah 0,9 m, sedangkan dari pusat titik berat ke roda depan 1,7 m. Bila dengan kecepatan 90 km/jam dilakukan pengereman dengan sisa jalan 50 m. Hitunglah reaksi normal pada bagian depan dan belakang kendaraan serta koefisien gesek yang terjadi antara roda dan jalan. bila gravitasi 10 m/s^2 .

Penyelesaian :

Akibat momen di B, kita peroleh :

$$\begin{aligned}
 R_A \times b &= W \times Y \\
 R_A &= \frac{W \times Y}{b} = \frac{18 \times 1,3}{3} = 7,8 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Pada momen di A kita peroleh :

$$\begin{aligned}
 R_B \times b &= W \times X \\
 R_B &= \frac{W \times X}{b} = \frac{18 \times 1,7}{3} = 10,2 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$R_A + R_B = w = 18 \text{ kN}$$

$$7,8 + 10,2 = 18 \text{ kN} = w.$$

Sekarang kecepatan awal $u = 90 \text{ km/jam} = 25 \text{ m/s}$
 kecepatan akhir $v = 0$ (karena kendaraan berhenti)

Jarak pengereman $s = 50 \text{ m}$, maka percepatan

$$\begin{aligned} \text{adalah : } v^2 - u^2 &= 2 as \\ a &= \frac{v^2 - u^2}{2 s} \\ a &= \frac{0 - 25^2}{2 \times 50} = -6,25 \text{ m/s}^2. \end{aligned}$$

jadi perlambatan adalah $6,25 \text{ m/s}^2$.

$$\begin{aligned} \text{Gaya gerak } F &= m \cdot a \\ &= 1800 \times 6,25 = 11,250 \text{ N.} \end{aligned}$$

Maka beban yang ditransfer adalah :

$$\begin{aligned} W &= F \times h/b \\ &= 11,25 \times 0,9/3 = 3,375 \text{ kN.} \end{aligned}$$

Maka reaksi normal selama pengereman adalah :

$$\text{Bagian depan} = R_A + w = 7,8 + 3,375 = 11,175 \text{ kN.}$$

$$\begin{aligned} \text{Bagian belakang} &= R_B - w \\ &= 10,2 - 3,375 = 6,825 \text{ kN.} \end{aligned}$$

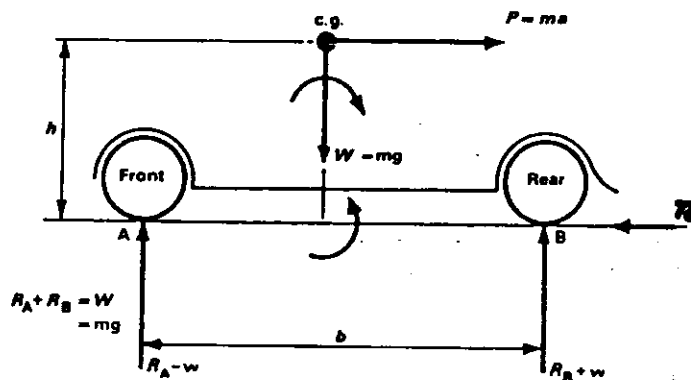
Sekarang koefisien gesekan yang paling sedikit yang diperlukan antara roda dan jalan raya adalah :

$$\begin{aligned} F &= \mu w \\ \mu &= F/W = 11,25/18 = 0,625. \end{aligned}$$

B. Beban yang ditransfer sewaktu berakselerasi.

Gerak kendaraan dengan tingkat kecepatan konstant (seperti gambar) dan kalau tekanan gerakan diabaikan - maka perpindahan beban selama kecepatan konstan ini bisa ditentukan dengan gaya inerti, perlu diketahui bahwa gaya inerti adalah gaya dari pusat titik berat yang selalu berlawanan dengan gaya gerak.

Maka harga-harga yang dipunyai sewaktu pengereman P dan T_e sama dan berlawanan dengan gaya yang besarnya sama dengan $T_e \times h$. Konsekwensinya reaksi normal kendaraan bertambah sebanyak w pada B, dan berkurang sebanyak w pada bagian A.



Gambar 13

Kendaraan dengan kecepatan konstan

Beban yang ditransfer dari depan kebelakang kendaraan memberikan keseimbangan pada couple selama berakselerasi, maka persamaan kedua couple diperoleh :

$$w \times b = T_e \times h$$

beban yang ditransfer $w = T_e \times h/b$

$$T_e = P = m \cdot a$$

maka beban yang ditransfer adalah :

$$w = m \cdot a \times h/b$$

dimana :

m = masa total kendaraan.

h = jarak titik berat kepermukaan jalan.

b = jarak antara roda depan dan belakang kendaraan.

C. Beban yang ditransfer selama Akselerasi Maksimum.

Besarnya beban yang ditransfer selama akselerasi maksimum bisa ditentukan dari beban yang dipindahkan dimana diperoleh nilai gaya gerak. Batas nilai dari gaya gerak selalu dibatas reaksi normal jalan pada saat mengendarai kendaraan dan koefisien gesekan antara roda dan jalan raya.

Dimana :

m = masa total kendaraan

R_A = gaya statis pada depan kendaraan.

R_B = gaya statis pada bagian belakang kendaraan.

μ = koefisien gesekan.

- Bila kendaraan 4 wheel drives maka gaya gerak maksimum adalah :

$$T_e = \mu \cdot m \cdot g.$$

Bila kendaraan front Drive, maka gaya gerak maksimum

$$T_e = \mu (R_A - w)$$

- Bila kendaraan rear drive, maka gaya gerak maksimum

$$T_e = \mu (R_B + w)$$

Contoh Soal :

Sebuah kendaraan dengan masa 1 ton, jarak antara roda depan dan belakang 2,5 m. Jarak titik berat dan permukaan jalan = 0,75 m. Beban berdistribusi 40 % bagian depan dan 60 % bagian belakang kendaraan, koefisien gesek 0,3. Tentukanlah ^{ke}kecepatan maksimum bila dihitung :

- dari gaya yang terjadi pada bagian depan kendaraan.
- dari gaya yang terjadi pada bagian belakang kendaraan.
- bila gaya kedua-duanya (depan dan belakang kendaraan) , grafitasi 10 m/s².

Penyelesaian :

Masa kendaraan $m = 1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg}$.

Reaksi statis bagian depan kendaraan :

$$R_A = 40 \% \times 1000 \times 10 = 4000 \text{ N}.$$

Reaksi statis pada bagian belakang kendaraan :

$$R_B = 60 \% \times 1000 \times 10 = 6000 \text{ N}.$$

- Bila beban berpindah dari depan kebelakang kendaraan dan kendaraan front drive, maka gaya gerak maksimum adalah :

$$T_e = \mu (R_A - w_1)$$

Beban yang ditransfer adalah :

$$w_1 = \mu (R_A - w_1) \times h/b$$

$$w_1 = 0,3 (4000 - w_1) \times 0,75/2,5$$

$$w_1 = 360 - 0,09 w_1$$

$$w_1 = 360/1,09 = 330 \text{ N.}$$

Maka gaya gerak maksimum adalah :

$$\begin{aligned} T_e &= 0,3 (4000 - 330) \text{ N} \\ &= 1101 \text{ N.} \end{aligned}$$

$$T_e = P = m \cdot a$$

Maka ~~ppx~~ kecepatan maksimum yang terjadi $a = P/m$
 $= 1101/1000 = 1,101 \text{ m/s}^2$.

- b. Perhatikan beban berpindah dari depan kebelakang kendaraan bila rear drive, maka gaya gerak maksimum

$$T_e = \mu (R_B + w_2)$$

Beban yang ditransfer adalah :

$$w_2 = \mu (R_B + w_2) \times h/b$$

$$w_2 = 0,3 (6000 + w_2) \times 0,7/2,5$$

$$w_2 = 540 + 0,09 w_2$$

$$w_2 = 540/0,91 = 593 \text{ N.}$$

Maka gaya gerak maksimum adalah :

$$T_e = 0,3 (6000 + 593) \text{ N} = 1978 \text{ N}$$

$$T_e = P = m \cdot a.$$

Jadi kecepatan maksimum $a = P/m$

$$= 1978/1000$$

$$= 1,978.$$

- c. Bila gaya depan dan belakang kendaraan diperhitungkan, maka kecepatan maksimum yang terjadi adalah :

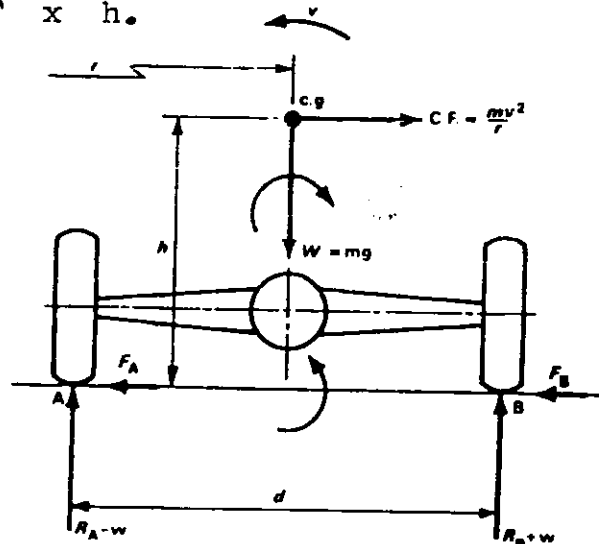
$$T_e = \mu \cdot m \cdot g$$

$$T_e = P = m \cdot a$$

$$a = \mu \cdot g = 0,3 \times 10 = 3 \text{ m/s}^2.$$

D. Beban yang ditranfer sewaktu Menikung

Seperti terlihat pada gambar berikut, kendaraan bermotor bergerak mengelilingi bengkolan, maka gaya inerti atau gaya centrifugal = $m v^2 / r$, dan gaya centrifugal adalah tahanan yang dimiliki pada gaya F_A dan F_B pada roda. Kecendrungan gaya tersebut adalah $CF \times h$.



Gambar 14.

Kendaraan pada bengkolan.

Berdasarkan gambar tersebut, maka beban yang ditransfer selama kendaraan menikung adalah :

$$\begin{aligned} w \times d &= CF \times h \\ &= mv^2/r \times h \\ w &= mv^2/r \times h/d. \end{aligned}$$

dimana :

- w = masa total kendaraan (kg).
- v = kecepatan sudut.
- r = radius bengkolan.
- h = tinggi dari titik pusat kendaraan ke-jalan.
- d = jarak antara roda kanan dan kiri.

Contoh Soal :

Sebuah kendaraan dengan masa 1.4 Mg, jarak antara ro-

da kiri dan kanan 1,35 m, jarak titik berat ke permukaan jalan 0,65 m. Bila kendaraan berjalan lurus, distribusi keseimbangan beban lebih dekat kesebelah kanan. Berapa persen beban ditahan oleh roda luar bila melewati sudut dengan $r = 70$ meter pada kecepatan 54 km/jam dimana gravitasi = 10 m/s^2 .

Penyelesaian :

Bila kendaraan berjalan lurus, maka beban pada B

$$\begin{aligned} B &= \frac{1}{2} m \cdot g \\ &= \frac{1}{2} \times 1400 \times 10 = 7000 \text{ N.} \end{aligned}$$

Bila kendaraan berjalan melewati bengkolan, maka beban yang ditransfer dari roda sebelah dalam ke roda luar adalah :

$$\begin{aligned} w &= \frac{m v^2}{r} \times \frac{h}{d} \\ &= \frac{1400 \times 15^2}{70} \times \frac{0,65}{1,3} = 2250 \text{ N.} \end{aligned}$$

Sekarang prosentase beban yang dibawa pada roda luar bila dibengkolan adalah :

$$\begin{aligned} \frac{\frac{1}{2} mg + w}{mg} &= \frac{7000 + 2250}{14000} \\ &= 0,66 \text{ atau } 66 \%. \end{aligned}$$

Soal-soal latihan :

1. Sebuah kendaraan dengan masa 1200 kg, jarak antara roda depan dan belakang 2,7 m. Jarak antara pusat titik berat dan permukaan jalan 0,9 m. Hitunglah beban pada masing-masing poros kendaraan, bila koefisien gesek 0,05. Beban sebanyak 45 % berada pada bagian depan kendaraan, gravitasi 10 m/s^2 .
2. Sebuah kendaraan bermotor dengan masa 1,5 ton, jarak antara roda depan dan belakang 3 m, jarak titik berat ke permukaan jalan 0,64 m. Bila beban berada pada bagian depan kendaraan 600 kg. Hitunglah

reaksi normal bagian depan kendaraan, bila kendaraan direm dengan kecepatan 3 m/s^2 .

3. Sebuah kendaraan dengan masa $1,2 \text{ MN}$, jarak roda depan dan belakang $2,4 \text{ m}$, jarak titik berat dan permukaan jalan $0,6 \text{ m}$, dari perpotongan titik berat ke bagian depan kendaraan $0,9 \text{ m}$. koefisien gesek $0,4$. Tentukanlah percepatan maksimum bila:
- roda depan yang di rem.
 - roda belakang yang di rem.
 - keseluruhan roda di rem.
- Grafitasi $g = 10 \text{ m/s}^2$.

4. Sebuah kendaraan pada bengkokan berjalan dengan kecepatan 24 km/h , radius bengkokan diukur dari titik berat kendaraan 10 m . Jarak titik berat ke permukaan jalan $0,63 \text{ m}$, jarak roda kiri dan kanan $1,4 \text{ m}$, masa kendaraan 2 ton . Hitunglah perpindahan beban dari bagian dalam keluar kendaraan.
5. Sebuah kendaraan bermotor mempunyai masa total 3 ton , menempuh jarak dengan kecepatan 54 km/jam , pada sebuah bengkokan dengan radius 75 m , jarak roda kiri dan kanan $1,8 \text{ m}$, sementara jarak antara pusat titik berat ke permukaan jalan $1,5 \text{ m}$. Hitunglah reaksi pada bagian dalam dan luar roda kendaraan.

DAFTAR BACAAN

- Adrizal, Perencanaan Sistem Power Train untuk kendaraan pengangkut barang 1,5 ton, FKIT IKIP Bandung 1981.
- Hadi Suganda, Ir, MSME, Mekanika Automobil, Departemen Mesin, Institut Teknologi Bandung, 1979.
- Leyhausen, H.J, Die Meisterprüfung im Kfz Handwerk - 1 Vogel-verlag, Wurzburg, 1977.
- M.D. Artamonov, Motor Vehicles, Fundamental and Design, Mir Publishers, Moscow 1976.
- Narang, G.B.S, Automobile Engineering, Khana Publishers, New Delhi, 1979.
- Stockel, Martin W, Auto Mechanic Fundamental, teh good hearth-Willcox Company Inc, South Holland, Illinois, 1969.
- S.J. Zammit, Science for Motor Vehicle Technicians, Longman, London and New York 1977.