

PENGARUH BEBAN DAN KECEPATAN TERHADAP JARAK PENGGEREMAN SEPEDA MOTOR TIPE NF 11B1D M/T PADA PERMUKAAN ASPAL DAN BETON

Oleh:

IR. RUDI ADOLF HOTMAN SIHOMBING, M.T

Dosen Tetap Program Studi Teknik Mesin

Sekolah Tinggi Teknologi Immanuel Medan

Email: rudiadolfshombing@yahoo.com

ABSTRAK

Penggunaan sepeda motor semakin meningkat, dimana sistem remnya banyak yang menggunakan sistem konvensional. Angka kecelakaan sepeda motor juga meningkat, yang mana salah satu penyebabnya adalah kegagalan rem, yang mempengaruhi jarak pengereman dan stabilitas kendaraan.

Penelitian ini menganalisa sistem rem secara kemampuan, kebutuhan dan eksperimen. Beberapa analisa dilakukan untuk menghitung distribusi pengereman (K_{bf}), jarak pengereman minimum, dan kestabilan arah kendaraan (*oversteer, understeer*). Metode yang digunakan dengan membuat variasi kecepatan, dan penambahan beban muatan pada permukaan aspal dan beton.

Hasil analisa dan eksperimen disimpulkan distribusi gaya rem secara kemampuan sistem adalah $K_{bf} = 0,388$ dan $K_{br} = 0,613$, secara kebutuhan sistem dengan penumpang satu orang (168 kg) adalah $K_{bf} = 0,489$ dan $K_{br} = 0,512$, penumpang dua orang (238 kg) adalah $K_{bf} = 0,483$ dan $K_{br} = 0,517$. Hasil eksperimen jarak pengereman minimum cukup aman, tetapi arah stabilitas secara kemampuan sistem adalah *oversteer*, demikian juga secara kebutuhan sistem dengan penumpang satu orang (168 kg) dan penumpang dua orang (238 kg). pada kondisi ini harus menjadi perhatian pengemudi.

Kata kunci : jarak pengereman, K_{bf} , K_{br} , *oversteer, understeer*.

A. PENDAHULUAN

Produksi sepeda motor berkembang pesat, dengan berbagai variasi dan penggunaannya, antara lain sebagai angkutan orang dan barang, kegiatan sport.

Berdasarkan data distribusi sepeda motor dari Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) di bulan Maret 2016 menunjukkan adanya pertumbuhan penjualan.

Tabel 1. Distribusi Sepeda Motor Domestik awal 2016 [1]

Merk	Jan	Febr	Maret	Total
Honda	287.776	362.668	440.171	1.090.615
Kawasaki	10.681	11.081	9.482	31.244
Suzuki	5.587	11.721	5.085	22.393
TVS	95	159	187	441
Yamaha	112.124	139.235	108.416	359.775
Total	416.263	524.864	563.341	1.504.468

Rem merupakan bagian terpenting pada kendaraan saat kita berada di jalan, karena apabila sistem pengereman mengalami gangguan, maka dapat mengancam jiwa pengemudi dan pemakai jalan yang lainnya.

Angka kecelakaan di Indonesia selama 2015 ternyata cukup tinggi, dimana salah satu penyebab adalah gagalnya fungsi pengereman.

Tabel 2. Angka Kecelakaan Lalu Lintas di Sumatera Utara [12]

Tahun	Jumlah kecelakaan	Pertambahan kecelakaan
2008	2931,0	-
2009	3170,0	8,15
2010	8284	161,32
2011	7581	-8,49
2012	8021	5,80

Salah satu komponen yang berkontribusi besar dalam terjadinya kecelakaan adalah komponen rem yang dikaitkan dengan pembebanan dan jenis permukaan jalan.

• **Rumusan Masalah**

1. Berapakah jarak pengereman di jalan aspal dengan variasi kecepatan dan bebansesuai yang ditetapkan?
2. Berapakah jarak pengereman di jalan beton dengan variasi kecepatan dan bebansesuai yang ditetapkan ?
3. Bagaimana perbandingan karateristik pengereman di jalan aspal dengan di jalan beton?

• **Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui jarak pengereman di jalan aspal dengan variasi kecepatan dan variasi bebansesuai yang ditetapkan.
2. Mengetahui jarak pengereman di jalan beton dengan variasi kecepatan dan variasi beban sesuai yang ditetapkan.
3. Mengetahui perbandingan karateristik pengereman di jalan aspal dengan di jalan beton.

B. LANDASAN TEORI

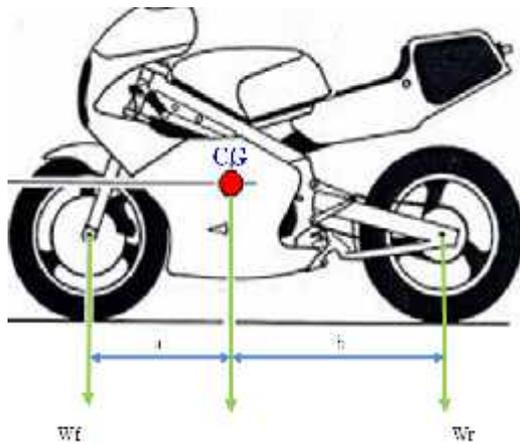
1. Titik Berat Kendaraan (*Center Of Gravity*)

• **Posisi Longitudinal**

Posisi *longitudinal* titik berat dari suatu kendaraan dapat diketahui dengan cara melakukan penimbangan roda depan atau roda belakang agar dapat mengetahui gaya reaksi yang diberikan oleh roda depan (W_f) atau belakang (W_r). [10]

Nilai W_f dan W_r jika dijumlahkan akan menjadi W .

$$W = (W_f) + (W_r)$$



Gambar 1. Penimbangan berat untuk mencari posisi titik berat longitudinal

Kemudian untuk mengetahui posisi pusat titik berat *longitudinal*, dapat ditentukan dengan menggunakan prinsip mekanika teknik berdasarkan gambar 1. Dengan mengambil sumbu roda depan sebagai pusat momen, maka akan didapat persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W \cdot a &= (W_f + W_r) \cdot b \\ &= \frac{(W_f + W_r) \cdot b}{W} \\ &= \frac{(W_f + W_r) \cdot b}{W_f + W_r} \end{aligned}$$

Dimana :

a = jarak posisi titik berat kendaraan terhadap poros roda depan (m)

b = jarak posisi titik berat kendaraan terhadap poros roda belakang (m)

Untuk mengukur jarak antara sumbu roda belakang dengan pusat titik berat, dapat dicari dengan mengambil sumbu roda depan sebagai pusat momen sehingga akan didapat persamaan sebagai berikut :

$$W \cdot b = (W_f + W_r) \cdot a$$

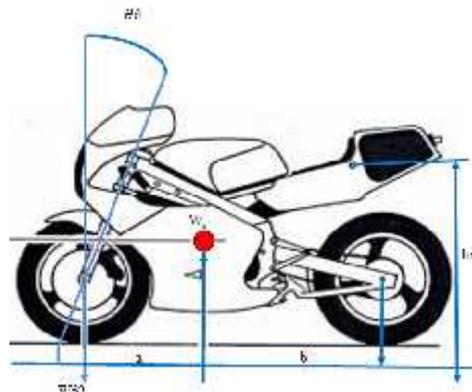
$$b = \frac{(W_f + W_r) \cdot a}{W}$$

$$b = \frac{(W_f + W_r) \cdot a}{W_f + W_r}$$

$$W_f + W_r$$

• **Posisi Tinggi**

Setelah jarak dari pusat berat terhadap poros depan (a) dan jarak pusat berat terhadap poros belakang (b) didapat, kemudian dapat dicari tinggi titik pusat berat dari kendaraan. Untuk mencari tinggi titik berat pusat dari kendaraan, pada roda depan atau roda belakang dapat ditopang dengan timbangan dan roda yang lain didongkrak hingga membentuk sudut (θ) seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Posisi tinggi titik berat

Pengangkatan maksimum kendaraan ini dibatasi oleh standar kelandaian positif dan kelandaian negatif, sesuai dengan regulasi tentang kemiringan medan jalan [12] seperti tabel 3.

Tabel 3. Regulasi kemiringan medan jalan [10]

Nu.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	<3
2.	Perbukitan	B	3-25
3.	Pegunungan	G	>25

Dalam hal ini, kemiringan maksimum yang diizinkan adalah 25 % atau setara dengan 14 derajat.

Berdasarkan gambar 2 di atas dengan mengambil momen dari titik B, maka didapat :

$$h_r = \frac{W_{fu} \cdot L - W \cdot b}{W \cdot \tan \theta}$$

Bila dipengaruhi oleh penambahan berat penumpang maka besar h_r dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :

$$h_r' = \frac{W \cdot h_r + W_p \cdot H_p}{W + W_p}$$

Namun bilamana dipengaruhi oleh penambahan berat penumpang dan berat muatan pada kendaraan maka besar h_r dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :

$$h_r'' = \frac{W_{total 1} \cdot h_r + W_m \cdot H_m}{W_{total 1} + W_m}$$

Tinggi titik berat pusat kendaraan kemudian dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$h = r + h_r$$

dimana :

W= hasil penimbangan roda depan (N)

r = jari- jari ban (m)

2. Gaya Pengereman

• Gaya Pengereman pada Disk Brake

Untuk mendapatkan data-data hubungan yang diinginkan maka dilakukan langkah-langkah pengolahan data sebagai berikut :

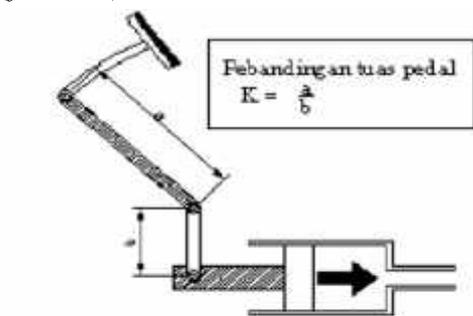
Menghitung perbandingan gaya pada pedal (K) yang didapat dari persamaan

$$K = \frac{a}{b}$$

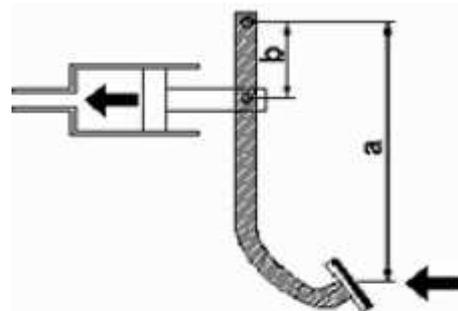
dimana ,

a = jarak dari pedal ke tumpuan (*fulcrum*)

b = jarak dari push rod ke tumpuan (*fulcrum*)



Tipe Tegak Lurus



Tipe Gantung

Gambar 3. Gaya-gaya pengereman [10]

Persamaan yang digunakan untuk mencari gaya yang keluar dari pedal rem (F_k):

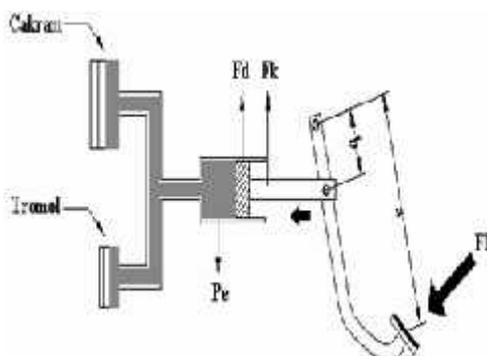
$$F_k = F \cdot \frac{a}{b}$$

dimana ,

F_k = gaya yang dihasilkan dari pedal rem (kgf)

F = gaya yang menekan pedal rem (kgf)

$\frac{a}{b}$ = perbandingan tuas pedal rem



Gambar 4. Gaya rem yang bekerja melalui pedal ke sistem rem [10]

Persamaan untuk menghitung tekanan hidrolik (Pe) yang dibangkitkan pada master silinder yaitu :

$$P = \frac{F}{A}$$

$$Pe = \frac{FK}{\frac{1}{4} \pi \times d^2}$$

$$Pe = \frac{FK}{0,785 \text{ dm}^2}$$

dimana :

Pe = tekanan master silinder (kg/cm²).

F_k = gaya yang dihasilkan dari pedal rem 15 – 20 kg (kgf).

d_m = diameter silinder pada master silinder (m).

Persamaan untuk mencari gaya yang menekan *pad* rem (F_p) yaitu :

$$F_p = P_e \times (0,785) d^2$$

Dimana :

F_p = gaya yang menekan *pad* rem (kgf).

d = diameter silinder roda (m).

P_e = tekanan minyak rem (kg/m²).

Gaya Gesek Pengereman (F_μ).

Untuk menghitung gaya gesek yang ditimbulkan oleh rem menggunakan persamaan yaitu :

$$F_\mu = \mu \cdot F_p$$

Dimana :

F_μ = gaya gesek pengereman (kgf)
= koefisien gesek

F_p = gaya yang menekan *pad* rem (kgf)

Torsi pengereman rem model cakram dapat diperoleh menggunakan rumus :

$$T_{bc} = F_{bc} \cdot \frac{d}{2}$$

2

Dimana,

T_{bc} = torsi pengereman rem cakram (Nm)

F_{bc} = gaya gesek pengereman rem cakram (kgf).

d = diameter rotor /piringan cakram (m)

• **Gaya Pengereman Pada Drum Brake**

Gaya pengereman atau gaya gesek rem pada sepatu rem depan (F_R) dan sepatu rem belakang (F_{RB}) terjadi akibat adanya momen torsi yang diberikan oleh tuas rem kepada engsel penggerak sepatu rem yang dapat dihitung sebagai berikut :

Peristiwa pengereman terjadi akibat adanya gaya gesek antara sepatu rem dengan tromol rem. Gaya gesek ini mempunyai lengan ,momen terhadap titik tempuh kedua sepatu rem. Sehingga kita dapat mengetahui persamaan gaya gerak untuk dapat menggerakkan rem. sebagai berikut :

$$F = \frac{M_n - M_f}{C}$$

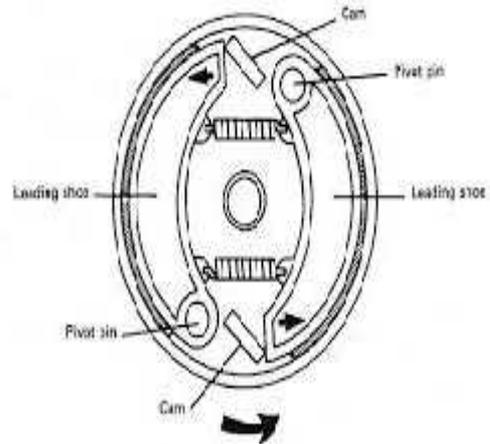
$$M_f = M_n - FC$$

Moment M_f dari gaya gesekan adalah :

$$M_f = \frac{f P_a b r}{\sin \theta_a} \left(r - r \cos \theta_2 - \frac{a}{2} \sin^2 \theta_2 \right)$$

Dimana:

- f = koefisien gesek bahan rem
- r = pusat ke kanvas
- a = pusat ke pin
- b = lebar sepatu rem
- c = jarak antar gaya dan pin
- P_a = tekanan permukaan



Gambar 5.gaya pada rem tromol [11]

Momen dari gaya-gaya normal diberikan :

$$\begin{aligned} M_n &= \int dN(a \sin \theta) \\ &= \frac{P_a \cdot b \cdot r \cdot a}{\sin \theta_a} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin^2 \theta d\theta \\ &= \frac{P_a \cdot b \cdot r \cdot a}{\sin \theta_a} \left[\frac{\theta}{2} - \frac{1}{4} \sin 2\theta \right]_{\theta_1}^{\theta_2} \\ &= \frac{P_a \cdot b \cdot r \cdot a}{\sin \theta_a} \left[\frac{\theta_2}{2} - \frac{1}{4} \sin 2\theta_2 - \left(\frac{\theta_1}{2} - \frac{1}{4} \sin 2\theta_1 \right) \right] \end{aligned}$$

• **Kapasitas Pengereman Total Rem Tromol**

Persamaan untuk menghitung daya putar/torsi adalah jumlah gaya-gaya gesek $f_d N$ dikali jari-jari. Rumus untuk menghitung persamaan daya putar sebelah kanan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T_R &= \frac{f P_a b r^2}{\sin \theta_a} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin \theta d\theta \\ T_R &= \frac{f P_a b r^2 (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)}{\sin \theta_a} \end{aligned}$$

Daya putar sepatu kiri berbeda dengan daya putar sepatu kanan.Untuk menghitung daya putar

sepatu kiri kita harus menghitung tekanan maksimum sepatu sebelah kiri terlebih dahulu. Dari perhitungan momen gaya gesek dan momen gaya normal di atas kita memperoleh bahwa momen gaya gesek dan momen gaya normal berbanding lurus dengan tekanan, jadi untuk sepatu kiri:

$$M_{jL} = \frac{62.40 P_a f}{1000} \quad M_{jR} = \frac{41.59 P_a}{1000}$$

Gaya yang bekerja pada sepatu kiri

$$F_L = \frac{M_{jL} + M_{jR}}{c}$$

dan kanan

Daya putar dari sepatu kiri menggunakan rumus yang sama dengan sepatu kanan, tetapi tekanannya berbeda.

$$T_L = \frac{f L_{jL} b r^2}{\sin \theta_a} (\cos \theta_1 - \theta_2)$$

Kapasitas pengereman adalah daya putar/torsi total.

$$T = T_R + T_L$$

3. Menghitung K_{bf} dan K_{br} Berdasarkan Dimensi

- Perhitungan Nilai K_{bf} dan K_{br} Berdasarkan Dimensi

Proporsi pengereman berdasarkan dimensi dari sistem pengereman dapat dirumuskan sebagai berikut :

- Proporsi gaya rem depan.

$$K_{bf} = \frac{T_{bc}}{T_{bc} + T_{bt}}$$

- Proporsi gaya rem belakang.

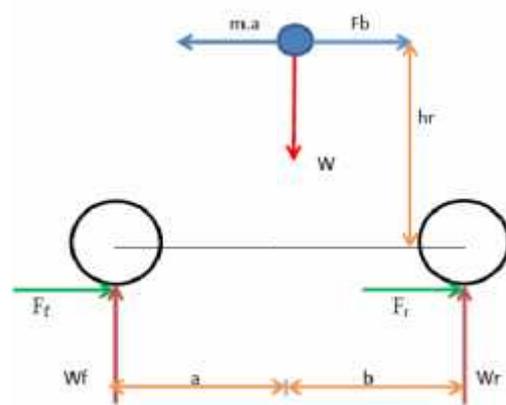
$$K_{br} = \frac{T_{bt}}{T_{bt} + T_{bc}}$$

dimana

K_{bf} = proporsi gaya rem depan.

K_{br} = proporsi gaya rem belakang.

- Perhitungan Nilai K_{bf} dan K_{br} Berdasarkan Variasi Pembebanan



Gambar 6. Free body diagram saat pengereman [10]

Berdasarkan free body diagram gambar 6. dengan menggunakan roda depan dan roda belakang sebagai tumpuan maka gaya normal depan dan belakang dapat diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

Roda Depan :

$$W_f = \frac{W \cdot b + (h_r + r)(F_b + f_r \cdot W)}{a + b}$$

Roda Belakang :

$$W_r = \frac{W \cdot a - (h_r + r)(F_b + f_r \cdot W)}{a + b}$$

$$a + b$$

Distribusi gaya pengereman antara roda depan dan roda belakang dapat diketahui dengan cara membuat proporsi pengereman antara roda depan dan roda belakang. Proporsi pengereman dapat dirumuskan sebagai :

- **Proporsi gaya rem depan :**

$$K_{bf} = \frac{W_f}{W_f + W_r}$$

- **Proporsi gaya rem belakang :**

$$K_{br} = \frac{W_r}{W_f + W_r}$$

Dimana, K_{bf} = proporsi gaya rem depan

K_{br} = proporsi gaya rem belakang

4 Jarak Pengereman

Kinerja dari sistem pengereman kendaraan dapat dinilai melalui sebuah parameter yaitu jarak pengereman. Semakin kecil jarak pengereman suatu kendaraan yang berjalan pada kecepatan tertentu sampai kendaraan tersebut berhenti maka semakin baik pula kinerja sistem pengereman dari kendaraan tersebut. Jarak pengereman sebuah kendaraan dapat dirumuskan :

$$S \approx \frac{x_m \cdot W}{2g \cdot C_{ae}} \ln 1 + \frac{C_{ae} V^2}{F_{b \max}} < t_d \cdot V_1$$

Dimana :

S = jarak pengereman (m)

m = faktor ekivalen massa ($m = 1,04$)

F_{bf} = gaya pengereman depan maksimum (N)

F_{br} = gaya pengereman belakang maksimum (N)

g = percepatan grafitasi (m/s²)

C_{ae} = $1/2 \cdot C_d \cdot A_f$

V_1 = kecepatan awal kendaraan (m/dtk)

Akan tetapi, dalam kenyataannya selalu terjadi keterlambatan respon dari sistem rem sebuah kendaraan, hal ini mengakibatkan jarak pengereman aktual selalu lebih besar dari perhitungan. Sebagai pendekatan, tambahan jarak pengereman akibat dari keterlambatan respon sistem pengereman dapat dirumuskan.

$$S_a = t_d \cdot V_1$$

dimana ,

S_a =pendekatan jarak tambahan pengereman

akibat keterlambatan respon sistem (m)

t_d = waktu respon dari sistem rem (0,3 dtk)

V_1 = kecepatan awal kendaraan (m/dtk)

Regulasi standar tentang jarak pengereman yang akan digunakan sebagai pembanding dapat mengacu kepada tabel 4.

Tabel 4. Jarak pengereman minimum pada sepeda motor [13]

KECEPATAN	JARAK MINIMUM
120 Km/ Jam	250 Meter
100 Km/ Jam	175 Meter
80 Km/ Jam	120 Meter
60 Km/ Jam	75 Meter
50 Km/ Jam	55 Meter
40 Km/ Jam	40 Meter
30 Km/ Jam	27 Meter
20 Km/ Jam	16 Meter

5.Perilaku Kestabilan Arah Kendaraan Pada Saat Pengereman.

Perilaku suatu kendaraan pada saat pengereman dapat diketahui dengan cara mencari perlambatan yang terjadi pada saat roda depan dan roda belakang lock. Perlambatan roda depan dan roda belakang lock tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut :

Perlambatan roda depan lock

$$\left[\frac{a}{g} \right] f = \frac{\mu \cdot b' + K_{bf} \cdot L \cdot f_r}{g \cdot L \cdot K_{bf} - \mu \cdot h'}$$

Perlambatan roda belakang lock

$$\left[\frac{a}{g} \right] r = \frac{\mu \cdot a + K_{br} \cdot L \cdot f_r}{g \cdot L \cdot K_{br} - \mu \cdot h}$$

Besarnya koefisien gesek μ tergantung pada jenis permukaan jalan yang dapat dilihat dari tabel 5.

Tabel 5. Koefisien rata – rata adhesi jalan [10]

No	Permukaan	(μ_p)	(μ_s)
1	Aspal Kering	0,8 - 0,9	0,75

2	Beton	Kering	0,8 - 0,9	0,7
3	Beton	Basah	0,8	0,7
4	Aspal	Basah	0,5 - 0,7	0,45 - 0,6
5	Gravel		0,60	0,55
6	Tanah	Kering	0,68	0,65
7	Tanah	Basah	0,55	0,4 – 0,5
8	Salju	Keras	0,2	0,15
9	Es		0,1	0,07

Untuk kendaraan tertentu dengan distribusi gaya rem tertentu, maka akan ada tiga kondisi yaitu :

- Roda depan akan lock duluan, jika

$$\left[\frac{a}{g} \right] f < \left[\frac{a}{g} \right] r \text{ Kendaraan cenderung } \underline{\text{understeer}}$$

- Roda belakang akan lock duluan, jika

$$\left[\frac{a}{g} \right] f > \left[\frac{a}{g} \right] r \text{ Kendaraan cenderung } \underline{\text{oversteer}}$$

- Roda belakang dan roda depan akan lock bersamaan, jika

$$\left[\frac{a}{g} \right] f = \left[\frac{a}{g} \right] r \text{ Kendaraan cenderung } \underline{\text{neutralsteer}}$$

Salah satu faktor yang mempengaruhi performa pengereman kendaraan adalah *coefficient of drag* (*Cd*). *Coefficient of drag* (*Cd*) artinya koefisien hambatan gerak sebuah benda berdimensi saat bergerak akibat adanya tahanan yang

ditimbulkan udara. *Coefficient of drag* (biasanya dinotasikan sebagai: C_d , C_{d} atau C_{wx}). Pengertian lain C_d adalah istilah aerodinamis yang menggambarkan kemampuan kendaraan untuk memotong melalui udara dan bentuk kendaraan akhirnya akan mempengaruhi kecepatan tertinggi secara keseluruhan. Semakin rendah tingkat C_d , semakin rendah *drag* dan efisiensi lebih aerodinamis dari desain kendaraan, ini difokuskan pada pengurangan *drag* dan tidak *downforce*

Hipotesis

1. Terdapat perbedaan jarak pengereman pada variasi kecepatan dan variasi beban pada jalan aspal
2. Terdapat perbedaan jarak pengereman pada variasi kecepatan dan variasi beban pada jalan beton

C. METODOLOGI PENELITIAN

Tabel 6. Media dan Alat Penelitian

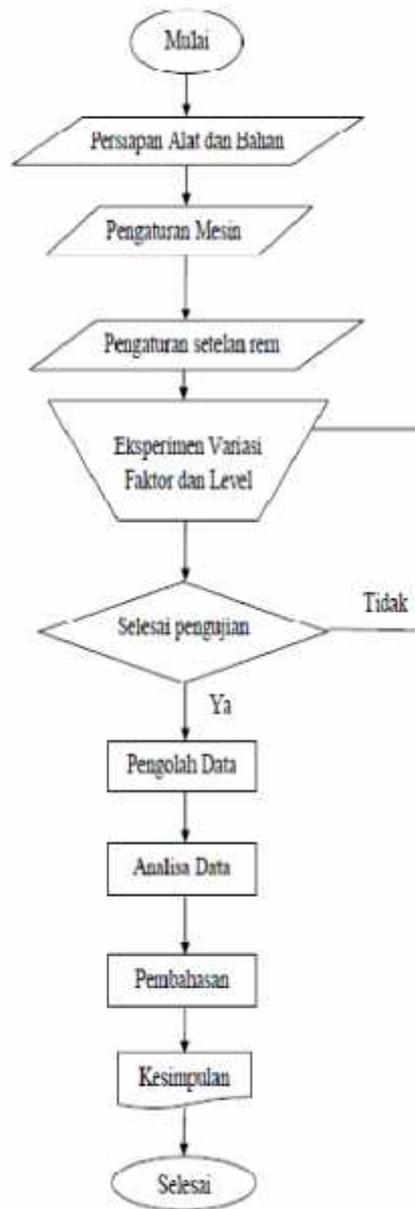
No	Nama bahan	Spesifikasi	jumlah
1	Sepeda motor	110 cc	1 unit
2	Meteran		1 unit
3	Jangka sorong		1 unit
4	Stop watch		1 unit
5	Camera digital		1 unit

Tabel 7. Parameter penelitian dan variabel bebas

No	Parameter yang diukur	Variabel bebas/ Faktor
1	Jarak (meter)	Kecepatan, variasi beban
2	Waktu (detik)	Kecepatan, variasi beban

Tabel 8. Batasan dan lingkup penelitian

Kode	Variabel bebas/ factor	Jalan Beton dan Jalan Aspal (lurus datar)			
		Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
a	Kecepatan (km/jam)	20	30	40	50
b	Variasi beban (kg)	168	168	168	168
		238	238	238	238



Gambar 7. Flow chart percobaan

1. Posisi *Center of Gravity* (COG) diperoleh :

Tabel 9. Hasil perhitungan posisi *center of gravity* (COG)

No	Perhitungan Center of Gravity	<i>a</i> (m)	<i>b</i> (m)	<i>H</i> (m)
1	Kendaraan tanpa muatan (98 kg)	0,7 6	0,4 7	0,2 81
2	Kendaraan dengan satu penumpang (168 kg)	0,6 93	0,5 34	0,3 93
3	Kendaraan dengan dua penumpang (238 kg)	0,7 48	0,4 79	0,8 06

2. Secara ideal (kemampuan sistem), jarak pengereman (*S*) meningkat sebanding dengan meningkatnya kecepatan dan beban kendaraan pada jalan yang berbeda , seperti di tabel 10. dan tabel 11

Tabel 10. Hasil perhitungan jarak pengereman ideal dengan beban dan kecepatan yang berbeda-bedapada jalan **aspal**

Kecepatan	Jarak Pengereman	
	Penumpang 1 orang (168 kg)	Penumpang 2 orang (238 kg)
(km/jam)	(m)	(m)
20	3,85	3,89
30	7,403	7,405
40	12,052	12,056
50	17,802	17,804

D. ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN

Tabel 11. Hasil perhitungan jarak pengereman ideal dengan beban dan kecepatan yang berbeda –beda pada jalan **beton**

Kecepatan	Jarak Pengereman	
	Penumpang 1 orang (168 kg)	Penumpang 2 orang 3 (238 kg)
(km/jam)	(m)	(m)
20	4,021	4,008
30	7,77	7,753
40	12,69	12,679
50	18,778	18,77

- Proporsi pengereman secara kemampuan sistem $K_{bf} = 0,388$ dan $K_{br} = 0,613$, dalam hal ini menunjukkan proporsi pengereman cenderung ke roda belakang. Perilaku kestabilan arah kendaraan pada jalan aspal adalah : $(a/g)f = 1,418$ dan $(a/g)r = 1,122$, dan pada jalan beton adalah $(a/g)f = 1,392$ dan $(a/g)r = 1,302$ Kondisi ini menunjukkan bahwa roda depan kendaraan cenderung *lock* duluan.
- Gaya-gaya yang bekerja secara teoritis cenderung terbeban pada roda bagian belakang.

Tabel 12. Hasil perhitungan gaya – gaya yang bekerja secara teoritis (kebutuhan sistem)

Jenis Beban	Bobot (N)	W_f (N)	W_r (N)
Penumpang satu orang	1647,58	3861,6	4486,4
Penumpang dua orang	2333,98	6242,8	6753,2

- Proporsi Pengereman secara kebutuhan sistem diperoleh seperti tabel 13, dimana pada penumpang satu orang (168 kg) $K_{bf} = 0,462$ dan $K_{br} = 0,537$ dan penumpang dua orang (238 kg) $K_{bf} = 0,48$ dan $K_{br} = 0,519$. Hal ini menunjukkan proporsi pengereman hampir seimbang antara roda depan dan belakang, sedikit lebih besar ke arah roda belakang.

Tabel 13. Hasil perhitungan K_{bf} dan K_{br} yang bekerja secara teoritis (kebutuhan sistem)

Jenis Beban	Bobot (N)	K_{bf}	K_{br}
Penumpang satu orang (168 kg)	1647,58	0,462	0,537
Penumpang dua orang (238 kg)	2333,98	0,48	0,519

- Arah kestabilan kendaraan secara kebutuhan sistem diperoleh seperti tabel 14, dimana pada penumpang satu orang (168 kg), $(a/g)f = 3,86$ dan $(a/g)r = 2,72$ dan pada jalan beton seperti pada tabel 16, dimana pada penumpang satu orang (168 kg) $(a/g)f = 2,84$ dan $(a/g)r = 2,22$ Hal ini menunjukkan bahwa arah kestabilan kendaraan adalah *oversteer* (roda belakang *lock* duluan). Namun pada penumpang dua orang (238 kg), $(a/g)f = 2,19$ dan $(a/g)r = 4,59$ pada jalan aspal dan penumpang

dua orang pada jalan beton (238 kg) $(a/g)f = 2,9$ dan $(a/g)r = 7,13$. Hal ini menunjukkan bahwa arah kestabilan kendaraan adalah cenderung menjadi *understeer* (roda depan *lock* duluan)

Tabel 14. Hasil perhitungan $(a/g)f$ dan $(a/g)r$ yang bekerja secara teoritis (kebutuhan sistem) pada jalan aspal

Jenis Beban	Bobot (N)	$(a/g)f$	$(a/g)r$
Penumpang satu orang	1647,58	3,86	2,72
Penumpang dua orang	2333,98	2,19	4,59

Tabel 15. Hasil perhitungan $(a/g)f$ dan $(a/g)r$ yang bekerja secara teoritis (kebutuhan sistem) pada jalan beton

Jenis Beban	Bobot (N)	$(a/g)f$	$(a/g)r$
Penumpang satu orang	1647,58	2,84	2,22
Penumpang dua orang	2333,98	2,9	7,13

7. Perbandingan jarak pengereman ideal, hasil perhitungan dan hasil eksperimen pada jalan aspal dapat dilihat pada gambar 8 dan 9. Hasil eksperimen jarak pengereman pada kecepatan 20 km/jam, 30 km/jam 40 km/jam dan 50 km/jam dengan beban penumpang satu orang (168 kg), lebih rendah dibanding jarak pengereman ideal, hasil perhitungan dan eksperimen, dan pada kecepatan 20 km/jam, 30 km/jam, 40 km/jam dan 50 km/jam dengan beban

penumpang dua orang (238 kg) lebih rendah dibanding jarak pengereman hasil perhitungandan ideal, sehingga jarak pengereman ini masih dalam kondisi aman.

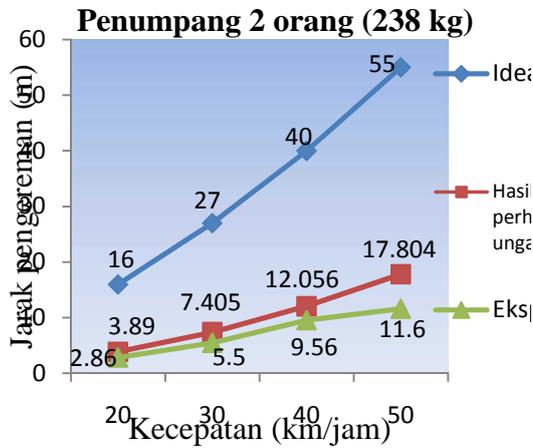
Tabel 16. Perbandingan jarak pengereman ideal, hasil perhitungan dan hasil eksperimen pada jalan aspal

Kec (km / jam)	Penumpang 1 orang (168 kg)			Penumpang 2 orang (238 kg)		
	<i>idea l</i>	<i>Hitun g</i>	<i>eks p</i>	<i>idea l</i>	<i>Hitu ng</i>	<i>Eks p</i>
20	16	3,85	3,1	16	3,89	2,86
30	27	7,403	4,18	27	7,405	5,5
40	40	12,052	5,02	40	12,056	9,56
50	55	17,802	5,65	55	17,804	11,6



Gambar 8. Perbandingan grafik jarak pengereman ideal, hasil perhitungan

dan hasil eksperimen pada jalan aspal pada penumpang 1 orang



Gambar 9. Perbandingan grafik jarak pengereman ideal, hasil perhitungan dan hasil eksperimen pada jalan aspal pada penumpang 2 orang

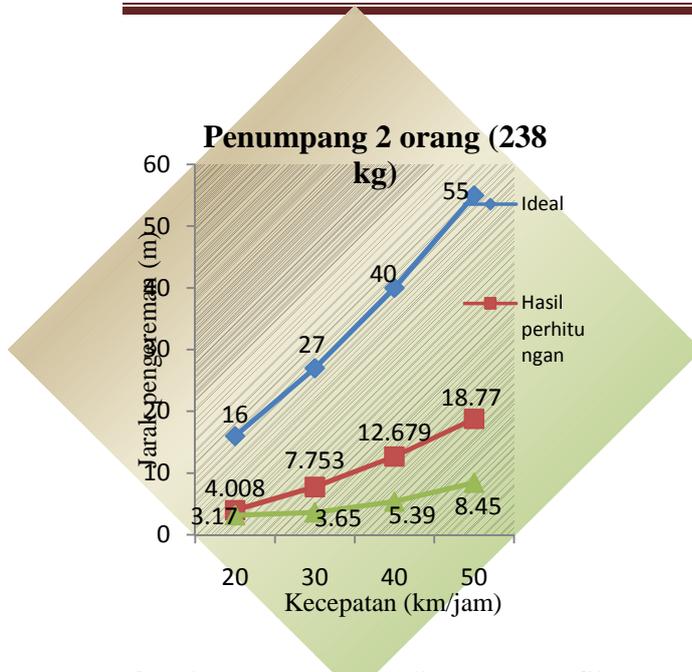
8. Perbandingan jarak pengereman ideal, hasil perhitungan dan hasil eksperimen pada jalan beton dapat dilihat pada gambar 10 dan 11. Hasil eksperimen jarak pengereman pada kecepatan 20 km/jam, 30 km/jam 40 km/jam dan 50 km/jam dengan beban penumpang satu orang (168 kg) dan dua orang (238 kg) dibawah jarak pengereman ideal dan hasil perhitungan. Secara umum jarak pengereman ini masih dalam kondisi aman, dikarenakan hasil eksperimen ini masih dibawah jarak pengereman ideal dan hasil perhitungan.

Tabel 18. Perbandingan jarak pengereman ideal, hasil perhitungan dan hasil eksperimen pada jalan beton

Kec	Jarak Pengereman					
	Penumpang 1 orang (168 kg)			Penumpang 2 orang (238 kg)		
(km/jam)	(m)			(m)		
	<i>ideal</i>	<i>Hitung</i>	<i>eksperimen</i>	<i>ideal</i>	<i>Hitung</i>	<i>Eksp</i>
20	16	4,021	3,33	16	4,008	3,17
30	27	7,77	3,67	27	7,753	3,65
40	40	12,69	6,1	40	12,679	5,39
50	55	18,778	8,83	55	18,77	8,45



Gambar 10. Perbandingan grafik jarak pengereman ideal, hasil perhitungan dan hasil eksperimen pada jalan beton pada penumpang 1 orang



Gambar 11. Perbandingan grafik jarak pengereman ideal, hasil perhitungan dan hasil eksperimen pada jalan beton pada penumpang 2 orang

E. KESIMPULAN

1. Distribusi gaya rem pada jalan aspal dan jalan beton kendaraan ini secara dimensi (sesuai dengan kemampuan sistem) diperoleh $K_{bf} = 0,388$ dan $K_{br} = 0,613$, kondisi ini menunjukkan distribusi pengereman cenderung ke arah roda belakang. Kondisi ini aman mengingat kendaraan ini memiliki beban lebih besar di bagian belakang. Distribusi pengereman secara teoritis (sesuai dengan kebutuhan sistem) diketahui bahwa: dengan penumpang satu orang (168 kg) : $K_{bf} = 0,462$ dan $K_{br} = 0,537$, dengan penumpang dua orang (238 kg) : $K_{bf} = 0,48$ dan $K_{br} = 0,519$ kondisi kendaraan ini cukup aman dimanamenunjukkan bahwa

distribusi pengereman roda depan dan roda belakang hampir merata. Namun pada beban yang semakin besar dengan bergesernya arah posisi COG ke belakang maka arah distribusi pengereman cenderung ke roda belakang.

- Analisa jarak pengereman secara ideal, hasil perhitungan dan hasil eksperimen menunjukkan bahwa jarak pengereman cukup aman. Hasil eksperimen jarak pengereman adalah lebih rendah dibandingkan dengan perhitungan secara ideal dan hasil perhitungan, baik dengan adanya penambahan kecepatan dan muatan, sehingga pengemudi kendaraan sepeda motor dapat secara aman melakukan pengereman.
- Analisa stabilitas arah kendaraan sepeda motor secara kemampuan sistem adalah *oversteer* (roda belakang *lock* duluan). Analisa stabilitas arah kendaraan secara kebutuhan sistem diperoleh bahwa dengan penumpang satu orang (168 kg) stabilitas arah kendaraan adalah *oversteer*, dan pada penumpang dua orang (238 kg) stabilitas arah kendaraan adalah *understeer* Sehingga analisa stabilitas arah secara kebutuhan sistem dan hasil eksperimen menunjukkan *understeer*, sehingga memberikan kondisi kurang nyaman kepada pengemudi.

DAFTAR PUSTAKA

1. <http://otomotifnet.com/motor/bisnis/nih-data-distribusi-aisi-semua-merek-motor-maret-2016-honda-kuasai-781>, diakses 23 juni 2016
2. Sihombing, Rudi adolf Hotman. 2015. Analisa Sistem Rem Kendaraan Pada Mobil Murah (*Low Cost Green Car*)Jenis B100RA –GMQFJ. Jurnal TEKNOBIZ 1 (vol 5) 2015 - Universitas Pancasila. Jakarta
3. Tetelepta, W Pieter. 2015. Analisis Kapasitas Pengereman Motor Yamaha RX King 135 cc. Universitas Pattimura. Ambon
4. www.dishub.pemkomedan.go.id diakses 1 agustus 2016
5. www.mansarpost.com/2014/12/02/jaga-jarak-aman-terus-jarak-aman-itu-seberapa-siiihh-niiihh-ilustrasinya/diakses 1 agustus 2016