

ANALISA BEBAN DAN PENGUJIAN UNJUK KERJA SEPEDA MOTOR MINI MODIFIKASI

Joko Suwignyo*)

Abstrak

Analisa beban statis dilakukan untuk mengetahui beban yang terjadi pada Sepeda Mini dan Sepeda Modifikasi dalam penggunaan, baik beban pengemudi beban penumpang, beban tangki bahan bakar dan beban yang ada pada mesin penggerak itu sendiri.

Analisa beban statis ini merupakan suatu penentuan di dalam pengujian sepeda yang telah dimodifikasi terhadap kecepatan, percepatan pada jalan datar dan kemampuan jalan tanjakan serta perlambatan yang diberikan dengan jalan menggunakan pengereman.

Kata Kunci : Beban, Unjuk Kerja, Sepeda Mini, Modifikasi

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberi manfaat banyak bagi kehidupan manusia. Adanya penemuan baru dalam bidang rekayasa teknik, memudahkan aktifitas manusia dalam kehidupan sehari-harinya. Untuk mewujudkan itu semua, orang-orang mencoba untuk melakukan rekayasa atau modifikasi suatu alat maupun mesin. Salah satunya adalah alat Transportasi yang berupa sepeda mini, sebagai alat transportasi yang murah dan sehat, sepeda yang berukuran besar maupun kecil dapat di modifikasi menjadi sepeda motor.

Modifikasi sepeda mini menjadi sepeda motor telah banyak dilakukan dengan memanfaatkan mesin kapasitas CC rendah untuk modifikasi memiliki beberapa keuntungan, yaitu ;

- a. Putaran mesin (Rpm) yang rendah tidak menimbulkan getaran pada rangka sepeda.
- b. Dimensi mesin tidak sulit untuk dipasang pada rangka sepeda.
- c. Pembuatan rangka untuk dudukan mesin tidak terlalu sulit.

Modifikasi sepeda mini menjadi sepeda motor mini ini memanfaatkan mesin motor SACHS. Mesin motor SACHS adalah jenis Motor Kecil dengan CC rendah dan putaran mesin yang kecil.

Hasil modifikasi yang dilakukan ini menggunakan beberapa pengujian, baik beban static dan dinamis pada rangka sepeda yang di modifikasi, serta pengujian yang berkaitan dengan keamanan dan kenyamanan pengemudi terhadap layak jalan.

ALASAN

Hasil modifikasi Pada Sepeda Motor Mini ini akan mendasari dalam menganalisa dari beban yang ada dan Pengujian unjuk kerjanya, dengan alasan yaitu ;

1. Untuk mengetahui beban statis rangka sepeda mini dan rangka sepeda yang telah dimodifikasi menjadi sepeda motor mini.
2. Menguji beberapa kriteria dari hasil modifikasi terhadap keamanan dan kenyamanan pengemudi terhadap layak jalan sesuai penggunaannya.

* Staf Pengajar Jurusan Mesin UNIMUS

Keterangan gambar :

σ_x = Tegangan normal yang bekerja pada bidang x arah y

τ_{xy} = Tegangan geser yang bekerja di bidang normal terhadap sumbu x dalam arah sumbu y

τ_{xz} = Tegangan geser yang bekerja pada bidang terhadap sumbu x dalam arah sumbu z

Suatu tegangan normal secara matematis didefinisikan sebagai :

$$\sigma = \lim \frac{\Delta F}{\Delta A}$$

Dimana F = gaya yang bekerja tegak lurus terhadap potongan (N)

A = Luas benda (m^2)

Tegangan normal sendiri terbagi atas 2 macam yaitu :

- Tegangan Tarik yaitu : Tegangan normal yang menghasilkan tarikan (Tension) pada permukaan sebuah benda.
- Tegangan Tekan yaitu : Tegangan yang memberikan dorongan (Compressive) pada permukaan sebuah benda.

Untuk tegangan normal dilambangkan σ (sigma)

Komponen lain dari intensitas gaya yang bekerja sejajar dengan bidang dari luas elementer, adalah seperti dilihat dari gambar di atas merupakan tegangan geser yang dilambangkan dengan τ (tau). Secara matematis didefinisikan sebagai

$$\tau = \lim \frac{\Delta F}{\Delta A}$$

Dimana V = komponen gaya yang sejajar terhadap potongan (n)

A = Luas benda (m^2)

Frame Chasis Sepeda

Frame chasis sepeda yang telah di modifikasi ini terbuat dari bahan baja yang mampu untuk menahan sebagian beban dari berat mesin, putaran, gear box, tangki bahan bakar dan pengemudi, gaya – gaya peredam kejut depan dan belakang.

Fungsi utama dari frame chasis adalah :

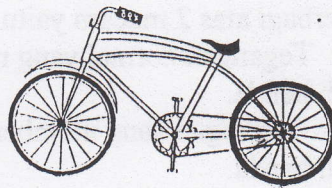
1. Untuk mendukung gaya berat dari body kendaraan dan pengemudi mengakomodasi sistem suspensi pegas
2. Untuk menahan gaya dampak yang di akibatkan benturan dengan benda lain.
3. Untuk menahan getaran dari mesin dan getaran yang di timbulkan karena efek bentuk permukaan jalan .
4. Untuk menahan torsi dari mesin , percepatan dan perlambatan dan gaya torsi yang di akibatkan bentuk permukaan jalan .
5. Sebagai landasan untuk meletakkan mesin , sistem transmisi , tangki bahan bakar dan lain – lainnya.

Secara garis besar. Frame chasis kendaraan dapat di klasifikasikan menjadi dua type, yaitu :

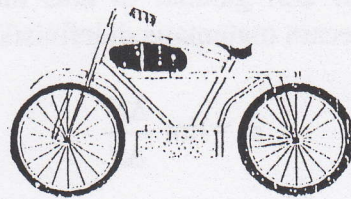
- Tipe Konvensional
Frame jenis ini biasanya terdiri dari satu atau dua bagian yang melintang dan membujur, terbuat dari baja yang dihubungkan satu dengan lainnya menggunakan las atau paku keling, bentuk konstruksi yang sederhana, maka biaya pembuatan dan perbaikan juga murah.
- Tipe Integral.
Tipe ini tidak menggunakan frame samasekali (Frameless). Bodi dan rangka dilas bersama – sama sehingga menghasilkan konstruksi yang ringan dan kuat dibandingkan tipe konvensional.

Detail Dimensi Rangka Sepeda

Dimensi sepeda sebelum dimodifikasi panjangnya 1380 mm dan tingginya 740 mm. Berikut ini dimensi keseluruhan Rangka Sepeda sebelum dimodifikasi dan setelah dimodifikasi.



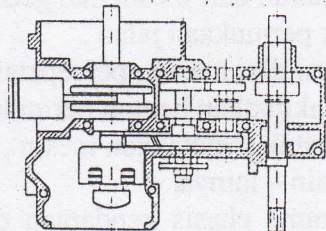
Gambar 2 - Rangka Sepeda sebelum di modifikasi



Gambar 3 - Rangka Sepeda sesudah di modifikasi

Spesifikasi Engine Penggerak SACHS

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. Posisi Mesin | = Horizontal
(Mesin penggerak + Gear Box) |
| 2. Jumlah silinder | = 1 silinder |
| 3. Kapasitas silinder | = 50 CC |
| 4. Bahan bakar | = Bensin dan Oli |
| 5. System transmisi | = Roda gigi 2 kecepatan maju |
| 6. Pengapian | = Platina + condensor, arus listrik langsung dari kumparan dan magnet. |



Gambar 4 - Engine Penggerak

Data – Data dari Beban Statis Utama

Beban pada suatu kendaraan mempunyai hubungan erat dengan terhadap kekuatan – kekuatan seperti : rangka, berat mesin, gear box, pegas dan sebagainya. Sebelum melakukan analisa terhadap rangka sepeda, terlebih dahulu kita melakukan pengukuran – pengukuran. Untuk beban statis ini dibagi menjadi dua, yaitu ; kondisi rangka sepeda sebelum dimodifikasi dan setelah mengalami perubahan atau modifikasi. Rangka sebelum modifikasi merupakan rangka asli dari sepeda mini. Bentuk dari rangka sepeda mini ini seluruhnya berupa pipa baja berongga yang terbuat dari material HSS (High Strength Steel)

Dimensi dari rangka sepeda mini (sebelum modifikasi) sebagai berikut

- Berat rangka sepeda mini : 4,55 kg
- Pipa baja berongga ukuran do. 0,030 m : ketebalan 0,002 m
- Pipa baja berongga ukuran do. 0,028 m : ketebalan 0,0015 m
- Pipa baja berongga ukuran do. 0,024 m : ketebalan 0,0010 m
- Pipa baja berongga ukuran do. 0,020 m : ketebalan 0,0010 m
- Pipa baja berongga ukuran do. 0,014 m : ketebalan 0,0010 m

Sedangkan rangka yang telah dimodifikasi, dimensi dari rangka tersebut adalah sebagai berikut :

- Berat rangka = 6,85 Kg
- Engine, Gear box dan knalpot = 13,25 Kg
- Tanki bahan bakar = 1 Kg
- Pengemudi = 50, 60 dan 70 Kg
- Penumpang satu orang = 50 Kg

Sebelum melakukan modifikasi rangka sepeda ini, bentuk sepeda semula yang berupa sepeda mini, modifikasi dengan melakukan penambahan dan pengurangan pada sebagian dari rangka sepeda yang semula.

Untuk melakukan modifikasi sepeda mini menjadi sepeda motor, diperlukan penambahan bahan berupa pipa berongga dan plat segiempat dengan jenis elemen dan dimensi – dimensi yang diperlukan, yaitu :

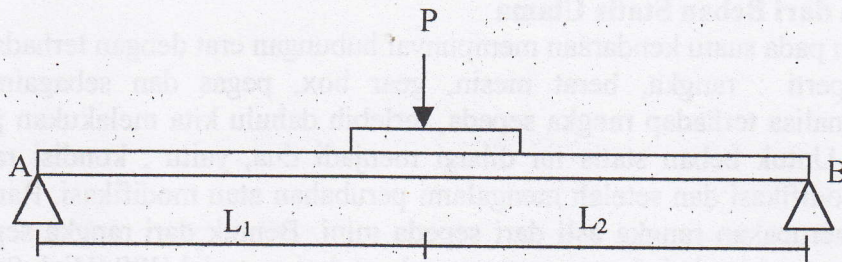
- Pipa dengan do. 0,028 m : ketebalannya 0,002 m
- Pipa dengan do. 0,024 m : ketebalannya 0,0015 m
- Pipa dengan do. 0,020 m : ketebalannya 0,0010 m
- Plate segiempat : panjang : 0,3 m
: lebar : 0,05m
: tinggi : 0,025 m
: ketebalan : 0,0015 m

Beban Statis Pada Rangka Sepeda Mini

Untuk penggambaran beban – beban statis yang bekerja pada rangka sepeda adalah beban statis utama. Beban ini hanya meliputi berat dari pengemudi tanpa penumpang.

Beban Pengemudi

Beban pengemudi pada rangka sepeda mini ini terdistribusi secara merata pada daerah persinggungan tempat duduk pengemudi. Pemodelan sederhana untuk beban pengemudi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5 - Diagram benda bebas untuk pemodelan

$$[\sum F_y = 0]$$

$$A_y + B_y - P = 0$$

$$A_y + B_y = P \quad (1)$$

$$[\sum M_A = 0]$$

$$P \cdot L_1 - B_y (L_1 + L_2) = 0$$

$$B_y = \frac{L_1}{L_1 + L_2} \cdot P \quad (2)$$

$$[\sum F_x = 0]$$

$$A_y + B_y - T - P = 0$$

$$A_y + B_y = T + P \quad (3)$$

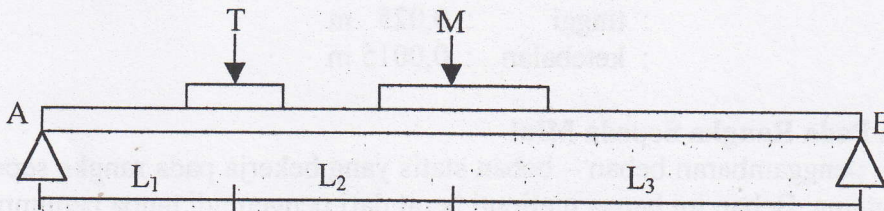
$$[\sum M_A = 0]$$

$$T e_1 + M (e_1 + e_2) - B_y (e_1 + e_2 + e_3) = 0 \quad (4)$$

Beban Statis Pada Rangka Sepeda Modifikasi

1. Beban Statis Engine, Gear box dan Fuel tank

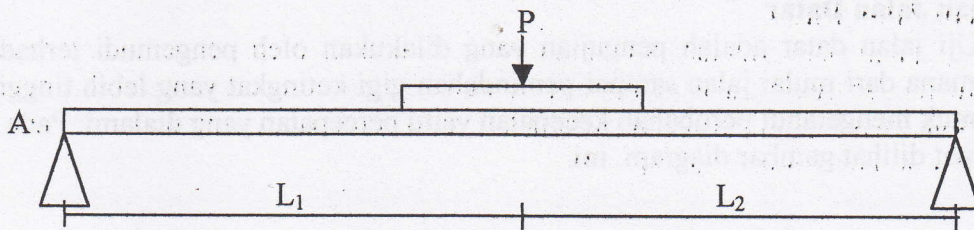
Dari hasil modifikasi sepeda engine, gear box terletak pada pelat segiempat yang diikat dengan baut, sedangkan tangki bahan bakar diletakkan di atas pipa ber dinding tipis yang sejajar. Baut – baut yang mengikat engine dan gear box diasumsikan tidak menerima gaya berat dari masing – masing komponen tersebut, sebab baut – baut hanya untuk menguatkan dan menjaga kedudukan komponen – komponen itu tetap pada rangka dudukannya. Gaya – gaya yang diberikan oleh engine, gear box dan tangki bahan bakar terdistribusi merata pada daerah persinggungannya dengan rangka sepeda. Pemodelan gaya – gaya dapat dilihat dari gambar berikut ini.



Gambar 6 - Pemodelan Sederhana rangka dudukan engine dan gear box

Beban Pengemudi

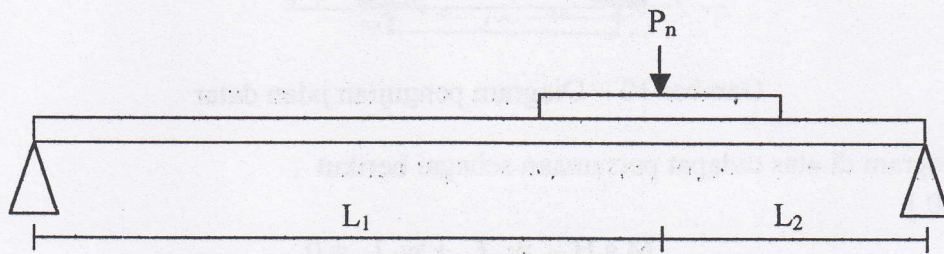
Beban statis pengemudi pada rangka sepeda ini diasumsikan sama seperti beban statis engine, gear box dan tangki bahan bakar, yaitu terdistribusi secara merata pada daerah persinggungan dengan rangka sepeda. Pemodelan sederhana untuk beban pengemudi dapat dilihat dari diagram gambar di bawah ini.



Gambar 7 - Pemodelan sederhana beban pengemudi

2. Beban Penumpang

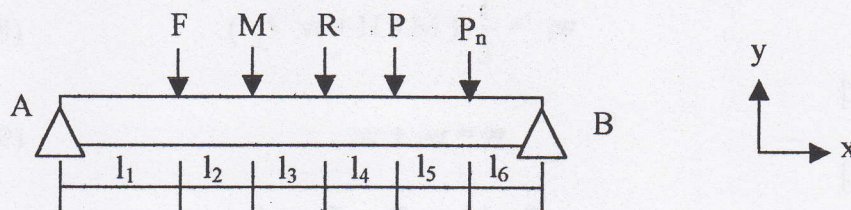
Beban statis penumpang merupakan beban tambahan yang ada pada rangka saat menerima beban dari satu orang penumpang. Sama seperti beban pengemudi, beban penumpang diasumsikan terdistribusi merata pada rangka sepeda.



Gambar 8 - Pemodelan sederhana beban penumpang

Permodelan gaya yang bekerja

Titik berat rangka diasumsikan terletak di tengah panjang sepeda modifikasi. Permodelan gaya – gaya yang bekerja pada sepeda modifikasi dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar – 9 Distribusi Pembebanan Sederhana

$$[\sum F_y = 0)$$

$$F + M + R + P + P_n - A_y + B = 0$$

$$A_y + B = F + M + R + P + P_n \quad (5)$$

$$[\sum M_A = 0)$$

$$F l_1 + M l_2 + R l_3 + P l_4 + P_n l_5 - B l_6 = 0$$

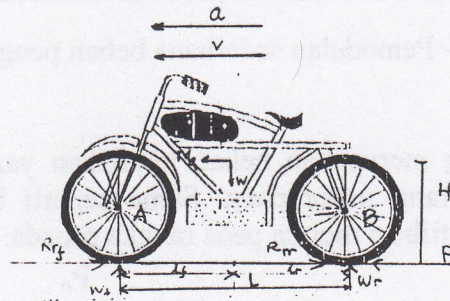
$$B = \frac{1}{l_6} (F l_1 + M l_2 + R l_3 + P l_4 + P_n l_5) + \frac{R}{2} \quad (6)$$

Pengujian Unjuk Kerja

Pengujian Unjuk Kerja yang di lakukan meliputi pengujian yang berkaitan dengan penggunaan sepeda motor mini hasil modifikasi pada jalan – jalan yang terbiasa dialami dan ditempuh oleh sepeda motor yang lainnya meliputi jalan datar, jalan naik/tanjakan dan jalan turun terjadinya pengereman.

Pengujian Jalan Datar

Uji jalan datar adalah pengujian yang dilakukan oleh pengemudi terhadap jalan datar dimana dari mulai jalan sampai pemindahan gigi ketingkat yang lebih tinggi (dari 1 ke 2) untuk mengetahui perubahan kecepatan yaitu percepatan yang dialami. Pada uji jalan datar dapat dilihat gambar diagram ini.



Gambar 10 - Diagram pengujian jalan datar

Diagram di atas didapat persamaan sebagai berikut :

$$[\sum M_B = 0]$$

$$M.a.H - w.l_r + w_1.L = 0$$

$$w_1 = \frac{1}{L} (w.l_r - M.a.H) \quad (7)$$

$$[\sum M_A = 0]$$

$$w_1.L + M.a.H + w.l_f = 0$$

$$w_1 = \frac{1}{L} (M.a.H + w.l_f) \quad (8)$$

$$[\sum F_y = 0]$$

$$w = w_1 + w_2 \quad (9)$$

$$[\sum F_x = 0]$$

$$P - M.a - R_{rr} - R_{rf} = 0$$

$$P = M.a + R_r \quad (10)$$

Untuk gerak linier, berlaku rumus sebagai berikut :

$$S = v.t \quad (11)$$

$$S = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (12)$$

$$V_t = v_0 + a t \quad (13)$$

$$V_t^2 = v_0^2 + 2 a s \quad (14)$$

dimana :

R_r = Rolling Resistance

S = jarak

t = waktu

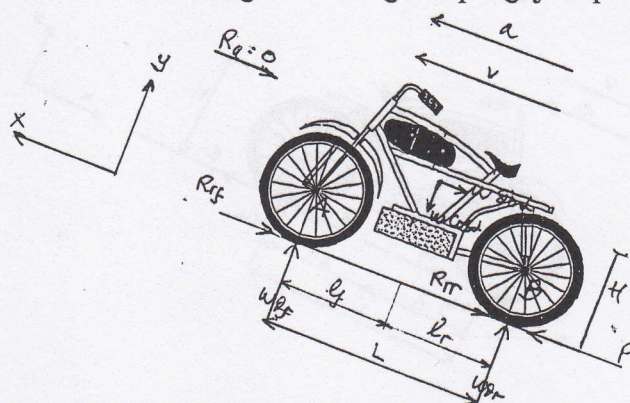
V_0 = kecepatan awal

a = percepatan

V_t = kecepatan akhir

Pengujian Jalan Tanjakan

Pengujian yang dilakukan pada tanjakan dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan sepeda motor mini hasil modifikasi dalam suatu medan yang mempunyai medan tanjakan pada kondisi alam. Di bawah adalah gambar diagram pengujian pada jalan tanjakan.



Gambar 11 - Diagram Jalan Tanjakan

Dari gambar diagram di atas didapat persamaan

$$\sum M_A = 0 \longrightarrow \text{Setimbang Dinamis}$$

$$w \sin \alpha \cdot H + M \cdot a \cdot H + w_{df} \cdot L - w \cos \alpha \cdot l_r = 0$$

$$w_{df} = \frac{1}{L} (w \cos \alpha \cdot l_r - w \sin \alpha \cdot H - M \cdot a \cdot H) \quad (15)$$

$$[\sum M_B = 0]$$

$$w \sin \alpha \cdot H + M \cdot a \cdot H + w \cos \alpha \cdot l_f - w_{dr} \cdot L = 0$$

$$w_{dr} = \frac{1}{L} (w \sin \alpha \cdot H + M \cdot a \cdot H + w \cos \alpha \cdot l_f) \quad (16)$$

$$[\sum F_y = 0]$$

$$w_{df} + w_{dr} - w \cos \alpha = 0$$

$$w_{df} + w_{dr} = w \cos \alpha \quad (17)$$

$$[\sum F_x = 0]$$

$$P - R_r - w \sin \alpha - M \cdot a = 0$$

$$P = R_r + w \sin \alpha + M \cdot a \quad (18)$$

Dimana $P = \text{Tractive free}$

- Untuk ban yang rolling

$$P_{\max} = \mu_o w_d, \mu_o = \text{koefisien gesek statik}$$

- Penggerak menggunakan roda belakang, maka

$$P_{r_{\max}} = \mu_o \cdot w_{dr}$$

$$w = \text{berat total}$$

$$P = \text{gaya traksi}$$

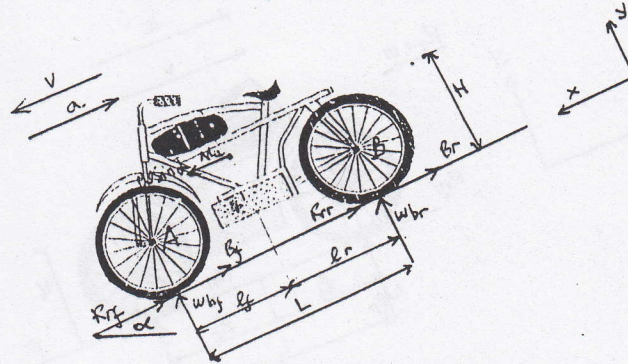
$$a = \text{percepatan}$$

$$R_{rf}, R_{rr} = \text{Rolling Resistance roda depan, belakang}$$

$$H = \text{Tinggi berat dari tanah}$$

Pengujian Perabaran (pengereman)

Uji perabaran (pengereman) dilakukan dari arah tanjakan (menurun) dimana dari perabaran (pengereman) dapat terjadi perlambatan dari arah tersebut, gambar di bawah ini adalah diagram perabaran (pengereman) jalan menurun.



Gambar 12 - Diagram Perabaran (pengereman) jalan menurun

Dari gambar diagram di atas, maka didapat analisa sebagai berikut :

- Terjadi deselerasi pada kendaraan
- Perabaran (pengereman) menyebabkan perpindahan berat ke roda depan / muka.

Maka didapat persamaan :

$$[\sum M_B = 0]$$

$$w \cos \alpha \cdot l_r + w \sin \alpha \cdot H + M \cdot a - w_{bf} \cdot L = 0$$

$$w_{bf} = \frac{1}{L} (l_f \cdot w \cos \alpha + H w \sin \alpha + M \cdot a \cdot H) \quad (19)$$

Dengan cara yang sama, dengan pusat momen di A didapat

$$w_{br} = \frac{1}{L} (l_f \cdot w \cos \alpha - H w \sin \alpha - M \cdot a \cdot H) \quad (20)$$

$$[\sum F_x = 0]$$

$$M \cdot a + w \sin \alpha = B_r + B_f + R_{rr} + R_{rf}$$

$$M \cdot a + w \sin \alpha = B + f w \cos \alpha \quad (21)$$

Pengereman dilakukan oleh roda depan dan belakang

$$B = \kappa w \cos \alpha$$

w_{df} = berat dimensi di roda depan

w_{dr} = berat dimensi di roda belakang

B_f = gaya pengereman roda depan

B_r = gaya pengereman roda belakang

l_f = jarak titik berat sepeda ke roda depan

l_r = jarak titik berat sepeda ke roda belakang

μ = koefisien gesek roda dengan tanah = 0,6

f = 0,02 (faktor rolling resistance tetapan)

w_{bf} = beban di roda depan akibat pengereman

w_{br} = beban di roda belakang akibat pengereman

KESIMPULAN

Dari pembahasan pengujian unjuk kerja pada analisa beban didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Terukurnya beban yang ditumpu pada roda depan (Ay) dan roda belakang (By) sesuai nilai yang terdapat pada data.
Beban rangka sepeda mini $By = 31,7$ kg. Dan $Ay = 23,3$ kg
Beban rangka sepeda motor modifikasi $By = 42,7$ kg. Dan $Ay = 33,4$ kg.
2. Sepeda motor mini hasil modifikasi dengan mesin penggerak SACHS pada pemakaian dari hasil pengujian pada :
 - a. Jalan Datar.
Pada jarak tempuh 100 m percepatan 0,525 m/s, waktu tempuh 1,5 menit. gaya traksi roda 3 k beban roda depan 570,24 N beban roda belakang 462,26 N.
 - b. Jalan Naik/Tanjakan.
Jarak 115 m didapat percepatan 0,053 m/s dengan beban dinamis roda depan $Wdf = 486,7$ N beban dinamis roda belakang $Wdr = 510$ N dengan gaya dorong $P = 276,54$ N.
 - c. Jalan Menurun (Perabaran)
Dengan jarak 75 m beban pada roda depan akibat aksi rem 630,96 N, beban roda belakang karena pengereman 366,61 N gaya pengereman 262,89 N koefisien gesek statis roda dengan jalan 0,6 limit pengereman 593,38 N.
3. Sebaiknya pada penggunaan disesuaikan dengan kapasitas yang tertera sesuai spesifikasi dari kecepatan awal, percepatan dan pengereman (perabaran) dari jalan datar, jalan tanjakan maupun jalan turun.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hariandja, Binsar, Mekanika Teknik Statika dalam Analisis Struktur Berbentuk Rangka, Erlangga, Jakarta, 1996.
2. Hargono, Wahyu, Tugas Akhir Mahasiswa. UNDIP, Semarang, 2001.
3. Shigley, Joseph E., Mitchell, Larry D., Perencanaan Teknik Mesin Edisi IV, Jilid I & II, Erlangga, Jakarta, 1991
4. Suganda, Hadi, Mekanika Automobil, ITB, Bandung, 1981.