

PERENCANAAN MOTOR BAKAR PENGGERAK RODA DUA MENGUNAKAN MESIN PEMOTONG RUMPUT

Syawaluddin, Ery Diniardi, Mikrad

Jurusan Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Abstrak. *Dizaman sekarang ini kita mengetahui bahwa sepeda motor bukan barang aneh ataupun barang mewah. Dengan meningkatnya tingkat kehidupan masyarakat di pedesaan dan di kota – kota besar, maka kebutuhan akan adanya alat transportasi yang memadai semakin tinggi. Seperti kita ketahui secara umum, alat transportasi roda dua belum pernah diungkap secara khusus, walaupun ada belum pernah dibahas secara mendalam suatu tulisan.*

Mengacu kepada hal tersebut di atas, maka dibuat penelitian, yaitu dengan merencanakan sebuah alat transportasi roda dua dengan bermesin potong rumput dengan bahan bakar bensin campur pelumas 2T dengan 1 silinder, daya 2,4 Hp putaran 6000 rpm awalnya mesin potong rumput ini dengan daya 2 Hp putaran 5000 rpm tetapi dengan daya tersebut kurang mampu menarik beban 77 kg maka agar mesin potong rumput tersebut mampu menarik beban 77 kg maka daya dan putaran tersebut dinaikan. Sepeda dengan menggunakan rangka sepeda BMX yang dirubah ulang untuk dudukan-dudukan seperti mesin, gigi, tengki, dan lengan ayun. Sepeda ini dengan menggunakan ban ukuran 20 X 2,125 untuk ban belakang dan 20 X 125 untuk ban depan, sepeda ini dengan menggunakan rem jenis cakera, agar sepeda motor ini meringankan putaran diroda maka menggunakan bearing dengan type 6000, maka berat kendaraan 27 kg.

Kata kunci: mesin pemotong rumput daya 2Hp putaran 500 rpm, rangka sepeda BMX

PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

Dalam ruang lingkup perkotaan, angkutan merupakan suatu unsur penting dan mempunyai pengaruh kuat dalam lingkungan kehidupan kota yang produktif. Angkutan merupakan suatu aspek kehidupan kota yang lengkap. Kadang hampir 40% dari “ruang kota” dipergunakan untuk fasilitas pengangkutan. Dengan demikian pengangkutan tidak saja membentuk wajah kota, tetapi juga memberikan pengaruh penting pada pergaulan masyarakat kota. Terutama di negara-negara berkembang. Urbanisasi merupakan masalah berat, sedangkan masalah transportasi akan berkisar pada dua masalah pokok yaitu :

1. Masalah angkutan di kota yang padat penduduknya.

Masalah angkutan pedesaan yang menghubungkan antara desa dan kota dan antara desa yang satu dengan desa yang lain.

2. Masalah angkutan di daerah-daerah yang jarang penduduknya.

Dalam hal ini kita kaitkan dengan permasalahan transportasi di Jakarta sebagai model dan pengalaman kepadatan pengangkutan orang. Di Jakarta dewasa ini mencapai belasan ribu orang perjam, seperti apa yang kita lihat pada jam-jam puncak dimana bus-bus @ 40 orang (lebih) lewat setiap hari. Mobil –mobil pribadi dan taksi pun tidak dapat memecahkan masalah angkutan walaupun ditambah dengan ribuan buah, bahkan mungkin akan memacetkan jalan –jalan raya. Demikian pula system transportasi dengan bus, kapasitas jalan terbatas sampai suatu batas maksimum, karena jalur jalan (*right of way*) menjadi satu dengan kendaraan lain, seperti truk dan kendaraan pribadi. Pertambahan kendaraan menunjukkan angka prosentase yang lebih besar dari pada pertambahan panjang jalan per tahun. Jalan raya dilalui minimal tiga jenis angkutan; Mobil penumpang, Mobil bus (PPD dan Metro Mini) dan kendaraan bermotor roda dua.

Dengan perhitungan pertambahan kendaraan yang lebih besar dari pertambahan panjang jalan tersebut diatas, maka tingkat kepadatan jalan (terutama untuk jalan lingkungan) menjadi terlalu tinggi. Melihat lebih banyaknya jumlah sepeda motor (400.000 buah) dibandingkan jenis kendaraan lain (bus = 20.000, mobil penumpang = 200.000), dikaitkan dengan tingkat kepadatan lalu lintas, maka kendaraan sepeda motor relatif cukup efisien sebagai kendaraan penumpang terutama untuk jalan lingkungan. Efisien ini relatif karena :

- Sepeda motor tidak memerlukan lebar jalan selebar mobil penumpang.

- Dengan demikian kecepatan 30-50 km per – jam dapat dicapai.
- Tidak terlalu menambah kemacetan jalan.
- Memenuhi kebutuhan jasa angkutan kota yang biasanya membutuhkan waktu cepat (kebutuhan bisnis) .
- Satu liter premium mencapai 30-50 km perjalanan .

Sejalan dengan kemajuan ilmu dan teknologi di Dunia, banyak hasil penemuan dan penelitian teknologi baru dimanfaatkan pada sepeda motor, terutama teknologi dibidang elektronika seperti contohnya yang diterapkan pada sepeda motor adalah sistem pengapian elektronika, sistem injeksi bahan bakar secara elektronik atau disingkat namanya EFI (*Elektronik Fuel Injekction*).

Mesin tersebut diatas dapat menghasilkan tenaga dengan jalan membakar campuran bensin dan udara didalam ruangan yang tertutup rapat dibagian dalam mesin tersebut (ruang bakar). Campuran bensin dan udara ini dinyalakan dengan jalan diberi percikan api yang dihasilkan akibat loncatan listrik arus tegangan tinggi pada busi (*spark plug*), jadi secara teknik membahas mesin jenis ini adalah sama dengan membahas mesin dengan sistem pengapian busi.

LANDASAN TEORI

Motor Bakar

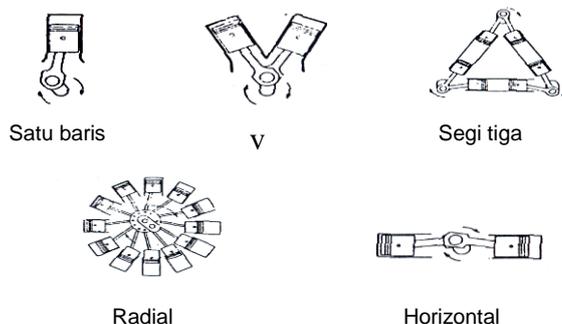
Pada motor bakar tidak terdapat proses perpindahan kalor dari gas pembakaran ke fluida kerja, karena itu jumlah komponen motor bakar lebih sedikit dari pada komponen mesin uap. Motor torak lebih sederhana, lebih kompak, dan lebih ringan jika dibandingkan dengan mesin uap. Karena itu pula penggunaan motor bakar torak di bidang transportasi sangat menguntungkan. Di samping itu temperatur seluruh bagian mesinnya jauh lebih rendah dari pada temperatur gas pembakaran yang maksimum sehingga motor bakar torak bisa lebih efisien dari pada mesin uap.

Motor bakar torak terbagi menjadi dua jenis utama yaitu motor bensin dan motor diesel. Perbedaan yang utama terletak pada sistem penyalaannya. Bahan bakar pada motor bensin dinyalakan oleh loncatan api listrik diantara kedua elektroda busi. Karena itu motor bensin dinamai juga Spark Ignition Engines.

Di dalam motor diesel, yang biasa juga disebut Compression Ignition Engines, terjadi proses penyalaan sendiri, yaitu karena bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder berisi udara yang bertemperatur dan bertekanan tinggi. Bahan bakar itu terbakar sendiri oleh udara, yang mengandung 21% volume O₂, setelah temperatur campuran itu melampaui temperatur nyala bahan bakar.

Apabila sumbu silinder itu terletak pada sebuah bidang datar, mesin tersebut dinamai mesin satu baris. Apabila terletak pada dua bidang yang berpotongan, mesin itu dinamai mesin V; sumbu poros engkol mesin V berimpit dengan garis potong kedua bidang itu. Pada mesin radial sumbu silindernya terletak radial terhadap sumbu poros engkol, seperti jari-jari roda sepeda terhadap sumbu roda.

Susunan silinder itu menentukan bentuk dan ukuran mesin. Mesin satu baris misalnya bentuknya panjang tetapi berpenampang melintang kecil. Mesin jenis lain akan lebih pendek dari mesin satu baris, akan tetapi penampang melintangnya lebih besar. Penggolongan dan daerah penggunaan yang khas dari mesin kalor dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Motor bakar torak menurut susunan silindernya

Tabel 1 . Motor bakar torak, system turbin gas, dan propulsi pancar gas

Golongan	Kelompok Jenis	Gerak	Daya Mesin	Penggunaannya Yang Khas	Status (Tahun 1970)
Motor Pembakaran luar (External Combustion Engines)	Mesin uap torak	Translasi	K & S	Lokomotif	Tidak Biasa
	Turbin Uap	Rotasi	S & B	Pusat Tenaga Listrik , Kapal Laut	Aktif
	Mesin Udara Panas	Translasi	K	Tidak Ada	Tidak Dipergunakan Lagi
	Turbin Gas Siklus Tertutup	Rotasi	S & B	Pusat Tenaga Listrik, Kapal Laut	Eksperimen
Motor Pembakaran Dalam (Internal Combustion Engines)	Motor Bensin	Translasi & Rotasi (Motor Wankel)	K & S	Kendaraan Jalan Darat, Kapal Laut Kecil, Industri, Pesawat Terbang	Aktif
	Motor Diesel	Translasi	K & S	Kendaraan Darat, Industri, Lokomotif, Kapal Laut, Pusat Tenaga Listrik	Aktif
	Motor Gas	Translasi	K & S	Industri, Pusat Tenaga Listrik	Aktif
	Turbin Gas	Rotasi	S & B	Pusat Tenaga Listrik, Pesawat Terbang	Aktif
	Propulsi Pancar Gas	Rotasi	S & B	Pesawat Terbang	Aktif

Keterangan ;

K = kecil , dibawah 1000 k W

S = sedang , antara 10000 – 10000 k W

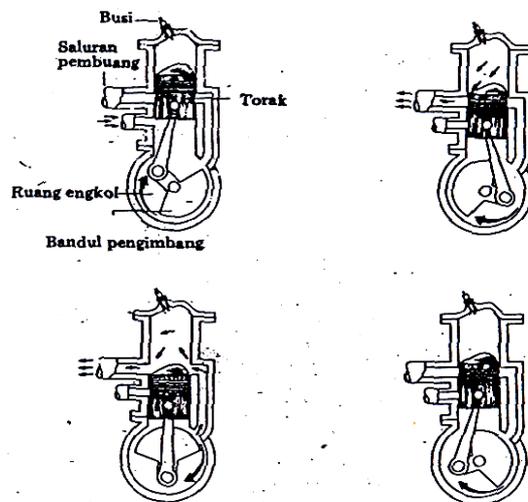
B = besar diatas 10000 k W

Peninjauan Siklus 2 Langkah

Pada motor dua langkah ini lubang buang dan lubang isap serta lubang masuk pada pinggang silinder. Lubang masuk dinamakan lubang pemindah. Melalui lubang ini, muatan yang telah mengalami pemampatan di dalam ruang engkol, disalurkan ke dalam silinder diatas torak yang masih berisi sisa-sisa gas pembakaran yang tekanannya sedikit lebih rendah dari tekanan muatan segar. Selain itu terdapat lubang buang. Kedua lubang ini dibuka dan ditutup oleh torak. Dibagian bawah kedua kelompok lubang lubang itu dibuat lubang isap yang berhubungan dengan ruang engkol. Bagian bawah torak bertugas sebagai pompa udara. Bila lubang pemindah terbuka, ruang engkol berhubungan dengan ruang silinder diatas torak ketika torak menuju TMA, maka ruang di bawah torak membesar sehingga terjadi vakum. Sebab itu lubang isap akan terbuka tetapi sebelum torak mencapai kedudukan tersebut, dimana lubang isap, lubang masuk, maupun lubang buang ada dalam keadaan tertutup. Pada sikap ini, dalam ruang engkol terjadi vakum karena volume membesar. Gerakan torak selanjutnya akan mempunyai kedudukan dimana saluran pengisi terbuka bertepatan dengan keadaan vakum dalam ruang engkol. Sebab itu udara luar mengalir masuk ke dalam ruang engkol. Proses pengisian ini berlangsung selama lubang isap dalam keadaan terbuka. Bila torak bergerak dari TMA menuju TMB maka pada suatu saat lubang isap tertutup. Gerakan torak ini memperkecil volume ruang engkol, sehingga tekanan udara yang ada di dalamnya bertambah besar, gerakan torak selanjutnya akan menyebabkan keadaan dimana lubang pemindah akan mulai terbuka. Pada kesempatan ini

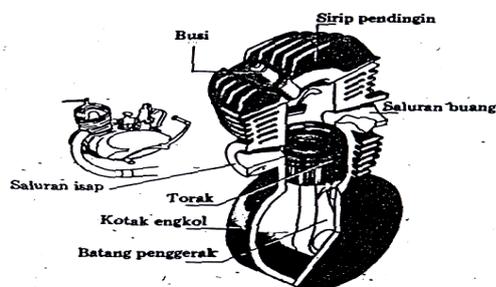
muatan yang terdapat di dalam ruang engkol tadi mengalir masuk ke dalam silinder melalui lubang pemindah, muatan yang masuk ke dalam silinder itu membentuk gerak melengkung keatas karena puncak torak dibuat sudu pengarah. Pemasukan muatan ke dalam silinder itu selain mengisi silinder dengan muatan segar juga membersihkan silinder dari gas sisa yang tak berguna lagi. Proses tersebut dinamakan proses pembilasan

Gerakan torak ke TMA adalah untuk mengadakan kompresi dan gerakan torak ke TMB adalah untuk mengadakan ekspansi. Pengisian muatan segar dan pembuangan gas hasil pembakaran terjadi hampir bersamaan, yaitu ketika torak berada disekitar TMB. Pengisian muatan segar kedalam silinder dilaksanakan ketika tekanan muatan itu melebihi tekanan gas didalam silinder. Pada keadaan tersebut saluran pengisian ada dalam keadaan terbuka. Untuk itu muatan segar itu harus memiliki tekanan yang lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Perhatikan penampang motor dua langkah pada gambar 2.berikut ini :



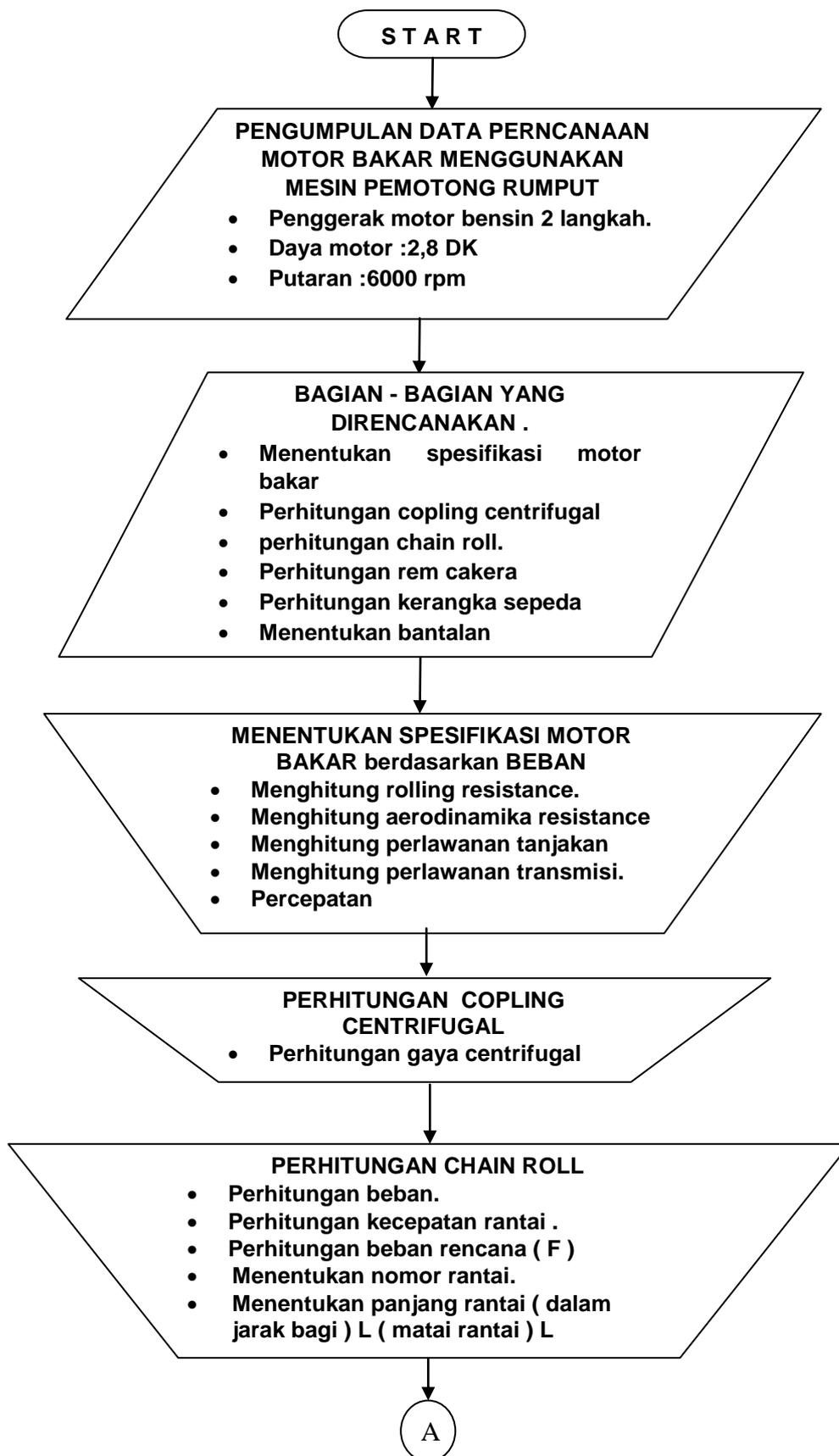
Gambar 2. Penampang motor dua langkah

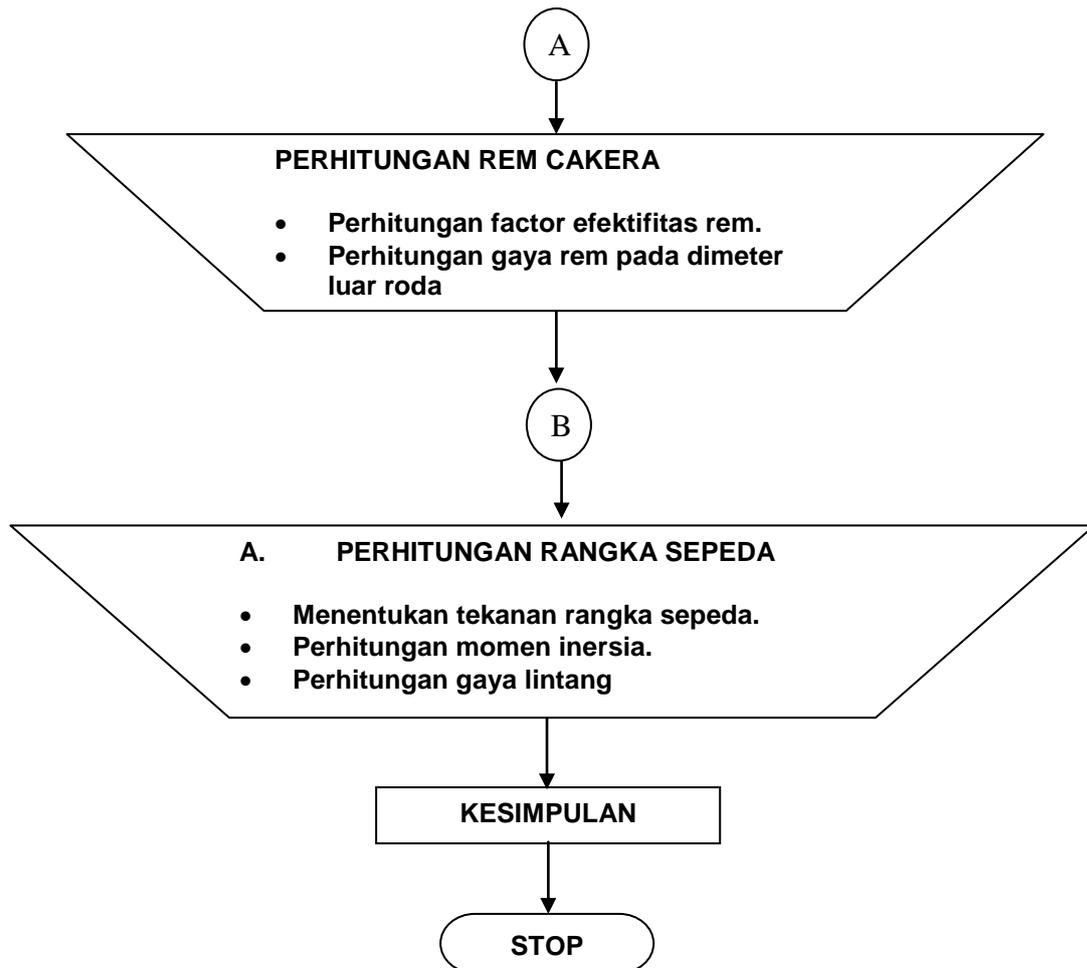
Di dalam hal ini, lubang buang dan lubang pemindah ditutup oleh torak yang menuju TMA sementara di dalam ruang engkol terjadi vakum. Beberapa saat sebelum torak mencapai TMA muatan tadi dinyalakan sehingga terbakar. Proses ini dinamakan proses kompresi. Dalam hal ini torak didorong gas pembakaran sehingga bergerak ke TMB. Ini adalah langkah usaha atau proses ekspansi proses ini berakhir beberapa saat sebelum torak mencapai TMB, yakni ketika lubang buang terbuka, lalu disusul oleh lubang pemindah. Sementara itu muatan yang terdapat di dalam ruang engkol mengalami pemampatan sampai tekanannya sudah mencapai kira-kira 20% lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Isi karter motor dua langkah itu penting sekali untuk pembilasan motor. Bila isinya besar, maka disebabkan oleh pencapaian tekanan kurang yang kecil sedikit sekali campuran yang dihisapnya.



Gambar 3. Potongan Mesin Motor Dua Langkah

METODOLOGI PENELITIAN





ANALISA DAN PEMBAHASAN

Rolling Resistance, R_r

Rolling resistance adalah perlawanan arah gerak yang disebabkan oleh kerja yang dilakukan karena melandutnya ban, gesekan karena udara yang dikompresikan dalam ban (efek thermodinamis) dan efek ban dengan udara luar. Besarnya rolling resistance dipengaruhi oleh berat total kendaraan dan koefisien permukaan jalan .

$$R_r = f \times W_{tot}$$

Dengan : f = koefisien perlawanan permukaan jalan
 = 0,015 untuk jalan keras
 = 0,02 – 0,1 untuk jalan tanah

W_{tot} = berat kendaraan + berat muatan

Dengan ; Berat kendaraan ditentukan = 27 kg
 Berat muatan 1 orang , 1 x 53 kg = 53 kg

$$W_{tot} = 80 \text{ kg}$$

$$\text{Maka ; } R_r = 0,015 \times 80 \text{ kg} = 1.2 \text{ kg}$$

Faktor – faktor yang menentukan dari pada ketahanan udara :

- koefisien tahanan udara
- density udara
- kecepatan relatif udara
- luas kendaraan direncanakan

$$R_a = \rho/2 \times C_a \times A \times V_r^2$$

Dengan : ρ = Massa jenis 0.125 kg/m³

A = Luas kendaraan dan pengendara

$$= \text{Tinggi} \times \text{lebar kendaraan dan pengendara} = 1,48 \times 0,66 = 0,9768 \text{ m}^2$$

C_a = Koefisien air resistance untuk kendaraan bermuka rata = 0,71 – 0,85

V_r = Relative velocity, kecepatan udara rata – rata +

Kecepatan Maksimum kendaraan

$$= 12 \text{ km/jam} + 50 \text{ km/jam} = 62 \text{ km/jam} = 17 \text{ m/det}$$

Jadi,

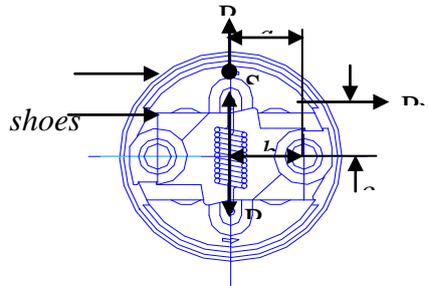
$$R_a = 0,125/2 \times 0,85 \times 0,9768 \times (17)^2 = 15 \text{ N} = (15/9,8) = 1,5 \text{ kg}$$

Maka,

$$\text{Hambatan total, } F = R_r + R_a = 1,2 + 1,5 = 2,7 \text{ kg}$$

Perhitungan kopling centrifugal

Sebuah kopling tak tetap adalah suatu elemen mesin yang menghubungkan poros yang digerakan dan poros penggerak, dengan putaran yang sama dalam meneruskan daya, serta dapat melepaskan hubungan kedua poros tersebut baik dalam keadaan diam maupun berputar. Bagian yang bergerak dan menekan secara radial pada tromol sehingga terjadi suatu hubungan terdiri dari dua buah sepatu kopling dengan tromol. Seperti gambar 4.1



Gambar 4. Kopling Centrifugal

Ketentuan-ketentuan kopling centrifugal

- jarak antara sepatu kopling dengan tromol

$$r = 0,5 - 2 \text{ mm}$$

- panjang sepatu

$$\tau \frac{\alpha}{\pi} R$$

- berat sepatu kopling

$$W = 100 \text{ gram} = 0,01 \text{ kg}$$

- gaya tekan radial pada satu sepatu

$$P_N = \frac{aPl - bPe}{c}$$

- gaya centrifugal

$$P_f = P_I = \frac{Gr\omega^2}{981} = \frac{Grn^2}{9 \times 10^4}$$

- torsi

$$T = \frac{P \times 4.500}{2\pi N} = \frac{2,8 \times 4.500}{2\pi \times 6000} = 0,3344 \text{ kgm} = 33,44 \text{ kgcm}$$

- gaya centrifugal

$$P_I = \frac{Grn^2}{9.10^4} = \frac{100.2,65.6000^2}{9.10^4} = 17,7 \text{ kg}$$

Pehitungan Rem Cakera

Rem cakera terdiri atas sebuah cakera dari baja yang dijepit oleh lapisan rem dari kedua sisinya pada waktu pengereman. Rem ini mempunyai sifat-sifat yang baik seperti mudah dikendalikan, pengereman yang stabil, radiasi panas yang baik. Adapun kelemahannya umur lapisan yang pendek, serta ukuran silinder yang besar pada kaliper, maka satu cakera ditekan oleh gaya P (kg) x 2 dari kedua sisinya. Maka faktor efektifitas rem (FER) adalah

$$(FER) = \frac{2T}{Fr} = 2\mu = 2 \times 0,38 = 0,76$$

Gaya rem pada diameter luar roda adalah

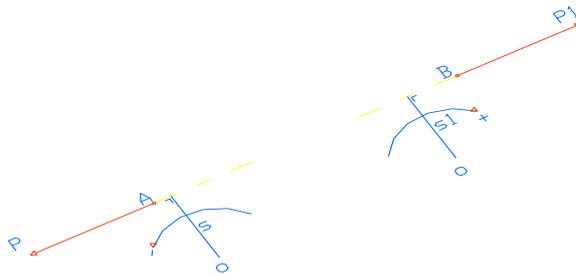
$$B_d = 2 (FER) \cdot p_w \cdot A_w \frac{r}{R}$$

Dimana, $A_{wD} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times 2,8^2 = A_{wD} = 6,2 \text{ cm}^2$

$$B_d = 2 \times 0,76 \times 6,2 \times 28 \times \frac{25}{254} = 25,97 \text{ kg}$$

Perhitungan Rangka Sepeda

Momen disusun beberapa gaya yang bekerja pada sebuah media, yang terletak pada pada sebuah bidang datar, terhadap sebuah titik pada bidang tersebut, sama dengan jumlah aljabar dari momen-momen gaya-gaya tersebut terhadap titik tersebut. Maka momen ini akan diuraikan sebagai berikut:



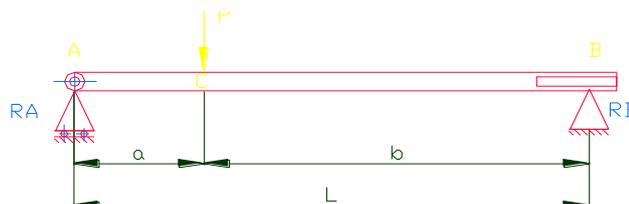
Gambar 5. Arah Gaya

A = titik tangkap P
 $M_p = P.S$

B = titik tangkap P1
 $M_{p1} = P1.S1$

- Jarak S = lengan momen
- P = gaya
- Pada gambar (a) disebut momen negatif
- Pada gambar (b) disebut momen positif

Susunan dua buah gaya yang sejajar, berlainan besarnya dan berlawanan arahnya, yang bekerja pada dua buah titik tangkap yang berlainan dari sebuah benda padat, ialah sebuah gaya yang sejajar dan searah dengan gaya yang terbesar sedangkan besarnya sama dengan jumlah aljabar dari kedua gaya itu dan titik tangkap terletak pada perpanjangan garis penghubung titik–titik tangkap kedua gaya itu dan letaknya di sebelah gaya yang terbesar, sehingga titik tangkap resultan tersebut sampai ketitik tangkap kedua gaya yang lain itu berbanding terbalik dengan besarnya kedua gaya itu



Gambar 6 Swing Arm

Keterangan : a = 13,5 cm, b = 29,5 cm, L = 43 cm, P = 53 kg

Arah reaksi yang diterima pada batang arem maka :

$$\sum M_B = 0 \rightarrow R_A \cdot 43 - 53 \cdot 29,5 = 0$$

$$R_A = \frac{53 \times 29,5}{43} = R_A = 36,4 \text{ kgcm}$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow -R_B \times 43 + 53 \times 13,5 = 0$$

$$R_B \times 43 = 53 \times 13,5 = R_B = \frac{53 \times 13,5}{43} = R_B = 16,64 \text{ kgcm}$$

- ♦ Momen yang diterima pada batang arem yaitu:

$$M_A = 0$$

$$M_P = 36,4 \times 13,5 = \frac{53 \times 29,5}{43} \times 13,5 = 490,9 \text{ kgcm}$$

KESIMPULAN

Pada perencanaan motor bakar untuk roda dua aplikasi mesin potong rumput didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kendaraan transportasi jenis ini dapat dipastikan ekonomis mengingat jumlah daya yang dihasilkan kecil sehingga bahan bakar yang dibutuhkan relatif sedikit
2. Transportasi jenis ini hanya dapat digunakan pada jalan – jalan pedesaan ataupun kompleks perumahan dikarenakan mengingat daya motor tidak memenuhi standarisasi yang dapat digunakan di jalan raya ditambah lagi didukung persaratan surat surat agar dapat layak jalan di jalan raya
3. Adapun daya angkut beban di atas 100 kg namun tidak direkomendasikan untuk dikendarai berboncengan pada kendaraan yang saya rancang ini.
4. Kendaraan yang telah saya rancang ini telah melewati proses endurance melalui tes drive dengan jarak 420 km (Jakarta – Indramayu).

DAFTAR PUSTAKA

1. Drs. Usman, Robingu, Drs. Sardijio, **Motor Bakar 3**, Edisi Pertama, Anem Kosong Anem, 1979
2. Drs. BM Surbhakty, Drs. Soehardjo, **Motor bakar 2**, Edisi Pertama, Roar Karya, 1978.
3. Drs. BM Surbhakty, Drs. Soehardjo, **Motor bakar 1**, Edisi Pertama, Roar Karya, 1977.
4. H. Berenschot, Umar Sukrisno, **Motor Bensin**, Erlangga, Agustus 1980
5. Kirono, Sasi, Prof, **Diktat Kuliyah Teknik Kendaraan**.
6. Niemann, Gustav, **Design and Calculation In Mechanical Engineering**, Volome II, Berliu, 1978
7. Suga, Kiyokatsu, Sularso, **Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**, Cet 9, Pradnya Paramita, Jakarta, 1997
8. Penjaitan, Subur, Ir, **Mekanika Teknik 1**.