

ANALISA SISTEM BEBAN ALAT UJI DAYA MESIN SEPEDA MOTOR

Agus Suyatno¹⁾

ABSTRAK

Dynamometer adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur torsi pada suatu mesin. Dalam penggunaannya, torsi dapat ditentukan dengan memperoleh data beban dan arah antara beban dengan drum pusat. Dari pandangan diatas menerapkan, untuk merencanakan transmisi sistem pengereman (drum) sebagai alat ukur daya efektif pada Mesin. Peranan alat ukur daya ini sangat penting untuk mengetahui kemampuan kerja motor. Hal ini dapat dilihat pada alat ukur daya efektif yang bekerja pada engine tersebut. Dan merupakan salah satu alat ukur yang diperlukan mekanik untuk menentukan torsi yang ditimbulkan dan hubungan pembebanan dengan daya mesin yang diberi beban. Sebagai alat penggerak diantaranya: Kendaraan bermotor, Generator, Mesin-mesin produksi, mesin konstruksi, Pompa dan lain sebagainya. Komponen utama pada alat ukur ini adalah Brake, Poros, penahan, rem drum (blok rem) pengukur gaya. Pada mesin penggerak ini dimana dalam proses kerjanya, drum break akan terpasang menjadi satu dengan poros berputar, sehingga disaat pengereman dengan menggunakan alat ukur akan menimbulkan gesekan pada drum break yang dihubungkan langsung dengan alat ukur yaitu sebuah neraca atau timbangan, dengan alat hubung tuas. Sehingga pada waktu drum break berhenti dapat diketahui beban serta kemampuan daya dari putaran engine tersebut. Untuk meningkatkan efisiensi kerja maka penulis mengambil bahan-bahan sebagai alat pertimbangan adanya penggunaan mesin ukur daya yang menggunakan engine sebagai motor penggerak. Dimana daya yang dihasilkan tidaklah selalu stabil. Dengan mempergunakan alat ukur ini maka dapat diperoleh data-data mengenai daya pada sebuah motor penggerak.

Kata kunci : dynamometer, rem proni

PENDAHULUAN

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Otomotif di Indonesia merupakan pembangunan nasional yang dititik beratkan pada industrialisasi. Berbagai desain produk dari hasil perkembangan teknologi terus dicari dan digali guna memenuhi kebutuhan barang yang bermutu dan berkualitas tinggi. Salah satu dari perkembangan industrialisasi di Indonesia adalah berkembangnya sektor transportasi melalui kendaraan bermotor baik roda dua maupun roda empat. Kendaraan bermotor pada abad ini telah menjadi suatu fasilitas penting dalam suatu bentuk aktifitas kehidupan manusia. Pembebanan yang terjadi pada kendaraan sangat mempengaruhi performansi dan kerja yang dilakukan oleh sebuah kendaraan. Semakin besar sebuah kendaraan mengatasi beban yang diterima maka kendaraan tersebut semakin bagus untuk dibuat sebagai alat transportasi. Adapun pembebanan yang terjadi juga mempengaruhi adanya daya dan efisiensi dari mesin dari sebuah kendaraan tersebut. Adapun besarnya daya yang ada dan efisiensi pada kendaraan juga dapat mempengaruhi besarnya konsumsi bahan bakar yang dipakai, sehingga kondisi kendaraan tersebut dapat di ketahui seberapa besar daya dan efisiensi yang terjadi pada mesin kendaraan untuk menampung beban yang bervariasi. Dari hal tersebut

kondisi kendaraan akan lebih stabil dan mempunyai performansi mesin yang bagus juga.

Karakteristik Unjuk Kerja Motor Bakar

Dynamometer

Dynamometer adalah alat untuk mengetes kemampuan atau performance dari motor. Berbagai kemampuan motor diukur dengan menggunakan dynamometer. Hal ini dilakukan dengan melakukan simulasi pembebanan jalan dan kondisi pengoperasian tanpa mengeluarkan kendaraan dari dalam bengkel. Alat sederhana yang digunakan untuk pengetesan output tenaga motor adalah prony brake. Alat ini menggunakan tipe pengereman gesek dengan menggunakan lengan .

Ujung lainnya dari lengan dihubungkan dengan timbangan. Jika panjang lengan dari pusat drum pengereman terhadap titik dimana timbangan dihubungkan adalah 1,2 meter, sedangkan beban pengereman pada timbangan ialah 15 Kg, maka torsi adalah : $15 \times 1,2 \text{ kgm}$. jika motor pada kondisi ini mempunyai kecepatan 1500 rpm, maka output tenaga

motor dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Torsi} \times \text{Rpm} : (60.75) = (15.1,2.1500) : (60.75) \text{ tk}$$

$$\text{Jadi } T = .1k$$

$$60.75$$

$$15.1,2.15005$$

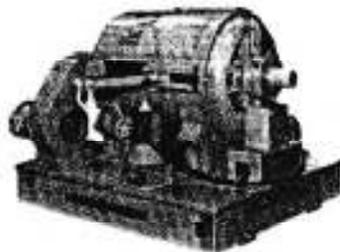
Jika dijadikan dalam Kwatt dikalikan dengan : 0,746 karena 1 tk = 0,746KW, sehingga menjadi :
 T 0,746Kw
 60.75
 15.1,2.1500

Baik dynamometer tipe motor ataupun tipe chasis, kebanyakan mengubah faktor torsi dan faktor kecepatan secara otomatis kedalam bhp atau pembacaan output tenaga di jalan pada dial dari dynamometer.

Dynamometer Absorpsi Hidrolik

Prinsip kerjanya sama dengan Prony Brake yaitu dengan merubah kerja menjadi panas. Air dalam suatu housing yang berputar bebas terhadap shaft mengalami gesekan akibat putaran shaft tersebut. Housing dihubungkan dengan lengan torsi sama seperti Prony Brake. Rumus- rumus yang dimiliki sama dengan Prony Brake namun kesalahan yang diijinkan adalah 0.5%. Hal ini menjadi bahaya bila mesin "running away" melewati batas jadi hidrolik ini lebih berbahaya daripada prony brake.

Bentuk dari alat hidrolik ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Dynamometer hidrolik

Sumber: <http://www.myra-simon.com/bike/dynotest.html>

Dynamometer Absorpsi Air Brake

Air atau Fan Brake sangat berguna di dalam mesin bermuatan yang bergerak dan untuk pengujian kekuatan pada kecepatan tinggi. Daya ditansmisikan pada udara dengan menggunakan fan yang besarnya tergantung ukuran piring, jarak piring dan pisat rotasi dan rpm pada kubus. Kesalahan yang diijinkan oleh fan brake adalah 20%. Sejak brake dipengaruhi oleh temperatur dan suhu udara. Sebelum digunakan brake harus dikalibrasi. Untuk mengetahui besarnya daya kita harus membaca rpm dari kipas angin (fan).

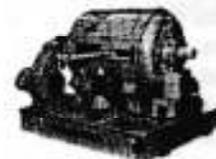
Dynamometer Absorpsi Eddy Current

Dynamometer Eddy Currend sangat diperlukan untuk mengoperasikan rotor yang dihubungkan dengan stator. Rotor adalah baja tuang padat dengan tonjolan gigi tape pada daerah kutub. Stator adalah pasangan magnetik yang dihubungkan oleh tenaga putar dengan

rotor yang dilengkapi dengan koil untuk hubungan langsung dan bearing. Karena Eddy Current adalah dynamometer absorpsi maka sirkulasi membawa panas generator ke mesin. Tenaga putar sangat berpengaruh pada pengontrolan field excitation, field excitation memiliki tenaga friksi yang besarnya sama dengan total daya yang masuk pada mesin.

Dynamometer Elektrik Direct Current

Pada direct current terdapat generator dan field excitation. Field frame bebas untuk berputar. Resultan putaran menyebabkan skala bergerak. Keakuratan yang diperoleh adalah 0.25 %. Alat ini biasanya dioperasikan pada motor. Gambar dari alat ini bisa dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. DC Electric Dynamometer

Sumber : <http://www.myra-simon.com/bike/dynotest.html>

Metode Pengukuran Tenaga (Daya)

Pada motor bakar terdapat performance atau kerja suatu motor yang mengindikasikan tingkat keberhasilan mesin merubah energi kimia menjadi energi mekanis. Di bawah ini diutarakan variael-variabel yang berhubungan dengan kerja suatu mesin.

Keterangan : Vts : Volume Total Motor (cm³)

a. volume Langkah (VL)

$$V_L = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot l \text{ (cm}^3\text{)} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :
 D = Diameter Silinder (cm)
 L = Panjang Langkah (cm)

b. Volume Satu Silinder (Vs)

$$V_s = \frac{V_L}{4} \text{ (cm}^3\text{)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :
 Vts = Volume total motor (cm³)

c. Volume Ruang Bakar (Vc)

$$V_c = \frac{V_s}{2} \text{ (cm}^3\text{)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan : Vts : Volume Total Motor (cm³)

$$S = \frac{Vf + Vc}{Vc} = \frac{Vs}{Vc}$$

4. Daya Motor

$$N = \frac{P_e V_1 Z n}{450000} \quad (P_e) \dots\dots\dots (2.4)$$

- Keterangan :
 P_e = Tekanan Efektif Rata-Rata (Kg/cm²)
 V₁ = Volume Langkah Torak (cm³)
 z = Jumlah Silinder
 n = Putaran per menit
 a = Jumlah Saklar per Putaran
 Untuk 2 langkah a = 1
 Untuk 4 langkah a = 0.5

5. Tekanan Efektif Rata-Rata (P_e)

$$P_e = \frac{450000 \Delta V}{V_1 Z n a} \quad (P_e) \dots\dots\dots (2.5)$$

- Keterangan :
 N = Daya Motor (P_e)

1. Tekanan Indikasi (P_i)

$$P_i = \frac{P_1}{P_2} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$P_i = \frac{P_1}{P_2} \quad (Kg/cm^2)$$

- Keterangan :
 P₁ = tekanan rata-rata
 = (0.8 - 0.9) untuk mesin 4 langkah
 P₂ = Tekanan efektif rata-rata (Kg/cm²)
 P_i = Tekanan indikasi (Kg/cm²)

2. Kerja per Silinder

$$W \text{ per silinder} = P_i \times 17 \text{ per kg (dari angka)} \dots\dots\dots (2.7)$$

3. Torsi Efektif (T_e)

$$T_e = \frac{P_e V_1 Z n a}{116.2} \quad (P_e) \dots\dots\dots (2.8)$$

- Keterangan :
 T_e = Torsi efektif (Kg m)
 N = Putaran (rpm)

4. Daya Indikasi (N_i)

$$N_i = \frac{P_i Z V_1 Z n a}{450000} \quad (P_e) \dots\dots\dots (2.9)$$

Pengertian Prony Brake

Prony Brake adalah salah satu alat untuk mengukur daya dan pada alat tersebut juga mengubah bentuk kerja menjadi panas. Prinsip dari alat prony brake ini adalah sebuah gelang kayu ditangkupkan dengan puli motor dan himpitan gelang kayu terhadap puli motor dapat diatur oleh alat kemudian gelang kayu dihubungkan dengan batang pada alat timbang. Misalkanpun puli motor berputar/putaran maka kerja yang dilakukan adalah 2 lw. Jika puli ini dihimpit oleh gelang kayu maka kerja yang dilakukan sama dengan kerja yang dibutuhkan untuk mengatasi gesekan antara puli dan gelang kayu, yaitu 2 lw. Jika puli berputar n kali kerja per menit kerja adalah 2 lw atau:

$$E_{kpr} = \frac{2 n w l}{33000}$$

Sumber : <http://www.myra-simon.com/bike/dynotest.html>

Dimana:

- l = panjang lengan (ft)
 - w = gaya gesekan terhadap gelang kayu dan lengan (lbs)
 - n = jumlah putaran per menit
- Torsi = wl, sehingga pada persamaan diatas :

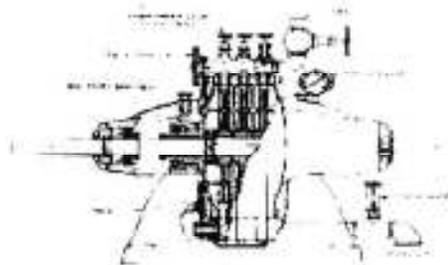
$$E_{kpr} = \frac{2 n T}{33000}$$

Sumber : <http://www.myra-simon.com/bike/dynotest.html>

Dimana:

T = Torsi

Untuk setiap dinamometer 2 l = K adalah konstan sehingga bhp = Kwn. Sedangkan bentuk dari Prony Brake itu sendiri terlihat seperti gambar 3



Gambar 3. Prony Brake

sumber : <http://www.myra-simon.com/bike/dynotest.html>

Pembebanan Untuk Prony Brake

Dynamometer adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur torsi pada suatu mesin. Dalam penggunaannya, torsi dapat ditentukan dengan memperoleh data beban dan arah antara beban dengan drum pusat. Dari pandangan diatas menerapkan, untuk merencanakan transmisi sistem pengereman (drum) sebagai alat ukur daya efektif pada Mesin. Peranan alat ukur daya ini sangat penting untuk mengetahui kemampuan kerja motor. Hal ini dapat dilihat pada alatukur daya efektif yang bekerja pada engine tersebut. Dan merupakan salah satu alat ukur yang diperlukan mekanik untuk menentukan torsi yang ditimbulkan dan hubungan pembebanan dengan daya mesin yang diberi beban. Sebagai alat penggerak diantaranya: Kendaraan bermotor, Generator, Mesin-mesin produksi, mesin kontruksi, Pompa dan lain sebagainya. Komponen utama pada alat ukur ini adalah Brake, Poros, penahan, rem drum (blok rem) pengukur gaya. Pada mesin penggerak ini dimana dalam proses kerjanya, drum break akan terpasang menjadi satu dengan poros berputar, sehingga disaat pengereman dengan menggunakan alat ukur akan menimbulkan gesekan pada drum break yang dihubungkan langsung dengan alat ukur yaitu sebuah neraca atau timbangan, dengan alat hubung tuas. sehingga pada waktu drum break berhenti dapat diketahui beban serta kemampuan daya dari putaran engine tersebut. Untuk meningkatkan efisiensi kerja maka penulis mengambil bahan-bahan sebagai

alat pertimbangan adanya penggunaan mesin ukur daya yang menggunakan engine sebagai motor penggerak. Dimana daya yang dihasilkan tidaklah selalu stabil. Dengan mempergunakan alat ukur ini maka dapat diperoleh data-data mengenai daya pada sebuah motor penggerak.

Torsi dan Pengukuran

Pengukuran Torsi Pada Poros Berputar

Pengukuran torsi yang dilakukan dengan cara memutar poros adalah salah satu cara untuk mengukur daya poros. Transmisi torsi melalui poros berputar pada umumnya menggunakan motor dan peredam (*power absorber*). Pengukuran torsi dilakukan dengan cara menghubungkan motor dengan bearing (*cradling*) kemudian diukur gaya F yang terjadi serta berapa panjang lengannya, atau bisa juga dilakukan dengan cara mengukur torsi pada poros menggunakan putaran sudut atau regangan yang terjadi pada poros (atau menggunakan sensor torsi yang dipasang pada poros).

Konsep ayunan (*cradle concept*) adalah konsep dasar dari dynamometer. Konsep ini umum digunakan untuk mengukur daya steady dan torsi, menggunakan pendulum atau timbangan untuk mengukur gaya F. Analisa *free body* dari tiap komponen mesin dapat menunjukkan sumber kesalahan akibat gesekan pada ayunan bearing (*bearing cradle*), ketidaksetimbangan statis pada komponen ayunan (*cradle member*), dan gaya akibat momen bengkok atau mulur karena garis daya yang mengenai komponen ayunan (*cradle member*). Untuk meminimalkan pengaruh gesekan serta mengukur torsi dinamis, komponen ayunan bearing diganti dengan pivot fleksible yang dilengkapi dengan strain gage sebagai sensor torsi. Perpotongan sumbu plat fleksible menentukan sumbu efektif dari putaran sumbu fleksible. Penyimpangan angular dengan beban penuh biasanya kurang dari 0,50. Rangkaian jembatan strain gage berfungsi untuk mereduksi semua gaya yang mengganggu yang berhubungan dengan torsi yang akan diukur. Kurva Torsi-Kecepatan motor diperoleh secara cepat dan otomatis menggunakan sensor torsi. Jalankan motor dari kecepatan minimum menuju kecepatan maksimum sambil mengukur RPM menggunakan tachometer. Sinyal torsi dan kecepatan diaplikasikan pada perekam sumbu X-Y untuk mendapatkan kurva yang diinginkan secara otomatis.

Torsi dan Usaha

Torsi merupakan bagian dari spesifikasi mesin. Daya output mesin ditunjukkan dengan cara mengalikan torsi dengan kecepatan putaran mesin. Variasi output torsi dapat diukur menggunakan *dynamometer* dan ditunjukkan sebagai kurva torsi. torsi merupakan

perkalian antara gaya yang bekerja dengan jarak pusat momen. Satuannya N-m atau lbf-ft.

Rumus torsi (τ) dengan usaha :

$$\tau \times \pi = W_b = (\text{mep}) V_d / \pi \quad (\text{willard w pulkrabek, hal 50})$$

dimana:

W_b = usaha pengereman dalam satu putaran (*brake work of one revolution*)

V_d = perubahan volume (*displacement volume*)

N = jumlah putaran dalam satu siklus (*number of revolution per cycle*)

Untuk mesin dua tak dengan satu siklus perputaran :

$$\tau \times \pi = W_b = (\text{mep}) V_d / \pi \quad (\text{willard w pulkrabek, hal 50})$$

untuk mesin empat tak dengan dua putaran per siklus :
 $\tau = (\text{mep}) V_d / 2 \pi$ empat tak

Pada persamaan ini, *mep* dan usaha pengereman W_b digunakan dalam perhitungan karena torsi dihitung dari output poros engkol. Titik maksimum torsi disebut *maximum brake torque speed* (MBT). Tujuan dari desain mesin kendaraan modern adalah untuk meratakan (*to flatten*) torsi terhadap kurva kecepatan seperti ditunjukkan pada gambar 2-11 dan untuk mendapatkan torsi yang besar pada kecepatan tinggi maupun rendah. Mesin besar mempunyai torsi yang besar juga dengan MBT pada kecepatan rendah. Usaha adalah tingkat daya mesin. Jika n = banyaknya putaran per siklus dan N = kecepatan mesin, maka :

$$W = WN / n \quad (\text{willard w pulkrabek, hal 51})$$

$$W = 2 N$$

$$W = (1 / 2n) (\text{mep}) A_p p$$

$$W = (\text{mep}) A_p p / 4 \text{ empat tak}$$

$$W = (\text{mep}) A_p p / 2 \text{ dua tak}$$

Dimana :

W = usaha per siklus (work per cycle)

A_p = luas permukaan piston (piston face area of all pistons)

U_p = kecepatan rata-rata piston (average piston speed)

Usaha (power) ditunjukkan sebagai usaha pengereman (brake power), gross

indicated power, pumping power juga usaha gesekan (friction power). Sehingga :

$$\begin{aligned} W_b &= W_i - W_f \\ (W)_{net} &= (W)_{gross} - (W)_{fric} \\ W_b &= W_i - W_f \end{aligned} \quad (\text{willard w pulkrabek, hal 52})$$

dimana W_b adalah efisiensi mekanik mesin

tanpa Usaha adalah kW setiap beberapa menit menggunakan konsepsi (hp)

$$1 \text{ hp} = 0.7457 \text{ kW} = 2545 \text{ BTU/hr} = 330 \text{ ft-lb/sec}$$

$$1 \text{ kW} = 1.341 \text{ hp}$$

METODE PENELITIAN

Jenis Analisa

Jenis analisa yang dilakukan adalah jenis eksperimental (*Experimental Research*) dengan menggunakan acuan konsep dasar untuk merumuskan hubungan aplikatif-teoritis dari variabel variable yang diinginkan , sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. variable yang ditinjau adalah Torsi, Daya dan Putaran.

Waktu dan Tempat Pembuatan Alat

Adapun waktu dan tempat pembuatan alat dikerjakan pada Desember 2008 sampai Februari 2009 di

bengkel pembuatan alat berat CV, Gelora Jalan Sekar Gadung karang lo, malang.

Alat dan Bahan

Gambar Alat uji Dynotes



Gambar 3.1 Alat uji Dynotest

Alat alat yang Digunakan Pada Perancangan Dinamometer

Yaitu alat yang digunakan untuk mengukur besarnya torsi pada suatu mesin.

Tachometer

Yaitu alat yang digunakan untuk mengetahui dan mengukur putaran mesin yang terjadi pada poros output. Besarnya putaran mesin dapat langsung diukur pada skala pengukuran.

Cara Kerja Dinamometer

Dynamometer adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur torsi pada suatu mesin. Dalam penggunaannya, torsi dapat ditentukan dengan memperoleh data beban dan arah antara beban dengan drum pusat. Komponen utama pada alat ukur ini adalah brake, poros, penahan, blok rem pengukur gaya. Pada mesin penggerak ini dimana dalam proses kerjanya, drum brake akan terpasang

menjadi satu dengan poros berputar, sehingga di saat pengereman dengan menggunakan alat ukur akan menimbulkan gesekan pada drum break yang dihubungkan langsung dengan alat ukur yaitu sebuah timbangan, dengan alat hubung tuas. Sehingga pada waktu drum break berhenti dapat diketahui beban serta kemampuan daya dari putaran mesin tersebut.

Spesifikasi Data Honda Kharisma 125D

Data Spesifikasi Motor Honda Kharisma 125D tahun 2005 :

Panjang x lebar x tinggi : 1901 x 708 x 1078 mm

Jarak sumbu roda : 1246 mm

Jarak terendah ke tanah : 137 mm

Berat kosong : 102,2 kg

Tipe rangka : tulang punggung

Suspensi depan : teleskopik

Suspensi belakang : lengan ayun peredam kejut ganda

Ukuran ban depan : 2.50 17 38 L

Ukuran ban belakang : 2.75 17 41 L

Kapasitas tangki bahan bakar : 3,7 liter

Tipe mesin : 4 langkah, SOHC, pendingin udara

Diameter x langkah : 52,4 x 57,9 mm

Volume langkah : 124,9 cc

Perbandingan kompresi : 9,0 : 1

Daya maksimum : 9,3 Pk (6,9 Kw) / 7500 rpm

Torsi maksimum : 10,12 Nm / 4000 rpm

Gigi transmisi : 4 kecepatan

Pola pengoperan gigi : N, 1234, rotari

Starter : pedal / elektrik

Aki : MF 12 v 3,5 AH

Busi : ND U20 NGK cprg ea 9

Sistem pengapian : CDI DC baterai.

Tabel 1. Rancangan Pengujian

No	Putaran mesin (rpm)	Beban (Kg)	Putaran roll (rpm)	Torsi pada roll (Kg.m)	Daya efektif (Kw)	Torsi poros engkol (Nm)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

HASIL DAN PEMBAHASAN
Pengambilan Data Variasi Putaran Mesin

Putaran Mesin (rpm) N	Putaran roll (rpm) n	Putaran roll (rpm) n	Torsi pada roll (Kg.m) te	Daya efektif (Kw) Ne	Torsi poros engkol (N.m) Te
2000	527,8	12,7	2,54	1,37	6,54
	530,1	13,9	2,78	1,51	7,21
	524,8	12,1	2,42	1,30	6,21
	526,5	12,5	2,5	1,35	6,44
	527,1	12,3	2,46	1,33	6,35
Σ	2636,3	63,5	12,7	6,86	32,75
X	527,26	12,7	2,54	1,37	6,55

Putaran Mesin (rpm) N	Putaran roll (rpm) n	Putaran roll (rpm) n	Torsi pada roll (Kg.m) te	Daya efektif (Kw) Ne	Torsi poros engkol (N.m) Te
3000	980	13,3	2,66	2,67	8,5
	976	13,1	2,62	2,62	8,34
	978	13,2	2,64	2,64	8,40
	985	13,5	2,70	2,72	8,66
	981	13,3	2,66	2,67	8,5
Σ	4900	66,4	13,28	13,32	42,4
X	980	13,28	2,65	2,66	8,48

Putaran Mesin (rpm) N	Putaran roll (rpm) n	Putaran roll (rpm) n	Torsi pada roll (Kg.m) te	Daya efektif (Kw) Ne	Torsi poros engkol (N.m) Te
4000	1310	13,2	2,64	3,54	8,45
	1315	13,7	2,74	2,69	8,81
	1312	13,3	2,66	2,69	8,52
	1307	13,3	2,60	3,48	8,31
	1309	13,1	2,62	3,51	8,38
Σ	6553	66,3	13,26	17,79	42,47
X	1310,6	13,26	2,65	3,55	8,49

Putaran Mesin (rpm) N	Putaran roll (rpm) n	Beban (Kg) F	Torsi pada roll (Kg.m) te	Daya efektif (Kw) Ne	Torsi poros engkol (N.m) Te
5000	1627	12,8	2,56	4,27	8,15
	1631	13,1	2,62	4,38	8,36
	1630	13,0	2,60	4,34	8,29
	1633	13,3	2,66	4,45	8,50
	1628	12,6	2,52	4,20	8,02
Σ	8149	64,8	12,96	21,64	41,32
X	1629,8	12,96	2,59	4,32	8,26

Putaran Mesin (rpm) N	Putaran roll (rpm) n	Beban (Kg) F	Torsi pada roll (Kg.m) te	Daya efektif (Kw) Ne	Torsi poros engkol (N.m) Te
6000	1963	10,7	2,14	4,30	6,84
	1967	10,9	2,18	4,39	6,99
	1957	9,4	1,88	3,77	6,00
	1965	11	2,2	4,43	7,05
	1960	10,5	2,1	4,22	6,71
Σ	9812	52,5	10,5	21,11	33,59
X	1962,4	10,5	2,1	4,22	6,71

Putaran Mesin (rpm) N	Putaran roll (rpm) n	Beban (Kg) F	Torsi pada roll (Kg.m) te	Daya efektif (Kw) Ne	Torsi poros engkol (N.m) Te
7000	2276	5,7	1,14	2,66	3,63
	2293	9	1,8	4,23	5,77
	2290	8,8	1,76	4,13	5,63
	2292	8,9	1,78	4,18	5,71
	2287	8,6	1,72	4,03	5,5
Σ	11438	41	8,2	19,23	26,24
X	2287,6	8,2	1,64	3,84	5,24

Analisa Perhitungan Data Pada Putaran 4000 rpm

1. Volume Langkah (VI)

$$\begin{aligned}
 VI &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \\
 &= \frac{3,14}{4} \times (5,24 \text{ cm})^2 \times 5,79 \text{ cm} \\
 &= 125,99 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

2. Daya Efektif (Ne)

Torsi pada roll $te = F \times L$
 Dimana : F - 13,26 Kg
 L - 0,2 m
 $te = 13,26 \text{ Kg} \times 0,2 \text{ m}$
 $= 2,65 \text{ Kg.m}$
 $Ne = \frac{Te \times n}{716,2} \text{ (PS)}$
 $= \frac{2,65 \times 1310,6}{716,2} \text{ (PS)}$
 $= 4,84 \text{ PS}$

3. Torsi poros engkol (Te)

$$\begin{aligned}
 Te &= \frac{Ne \times 716,2}{N} \text{ (Kg.m)} \\
 &= \frac{4,84 \text{ (PS)} \times 716,2}{4000 \text{ (rpm)}} \text{ (Kg.m)} \\
 &= 0,86 \text{ Kg.m}
 \end{aligned}$$

4. Tekanan Efektif (Pe)

$$Pe = \frac{450000 \times Ne}{Vl \times Z \times N \times a} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$= \frac{450000 \times 4,84}{125,99 \times 1 \times 4000 \times 0,5}$$

$$= 8,64 \text{ Kg/cm}^2$$

5. Tekanan Indikasi (Pi)

$$Pi = \frac{Pe}{\eta} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$= \frac{8,64}{0,8} = 10,8 \text{ Kg/cm}^2$$

Dimana :

Pe = Tekanan efektif rata-rata (Kg/cm²)

Pi = Tekanan Indikasi (Kg/cm²)

6. Daya Indikator (Ni)

$$Ni = \frac{Z \times Pi \times Vl \times n \times a}{450000}$$

$$= \frac{1 \times 10,8 \times 125,99 \times 1310,6 \times 0,5}{450000}$$

$$= 2,37 \text{ PS}$$

Perhitungan dari besaran Pompa Hidrolik

A. Volume pompa (V)

$$V = m \cdot z \cdot b \cdot h$$

Dimana :

m = 1,5 mm (modulus)

z = 10 (jumlah gigi)

b = 6 mm (lebar roda gigi)

h = 3,8 mm (tinggi roda gig)

$$V = 1,5 \text{ mm} \times 10 \times 6 \text{ mm} \times 3,8 \text{ mm} \times 3,14$$

$$= 1073,88 \text{ mm}^3 = 1,07388 \text{ cm}^3$$

B. Debit Pompa (Q)

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{1,07388}{90} = 0,0119 \text{ cm}^3/s$$

C. Tekanan Pompa (p)

$$P = \frac{P}{Q}$$

Dimana :

P = Daya Indikator (Kw)

p = Tekanan Pompa (Kg/cm²)

Q = Debit pompa (cm³/s)

$$P = \frac{1,45 \text{ Kw}}{0,0119 \text{ cm}^3/s} = \frac{1450 \text{ Nm/s}}{0,0119 \text{ cm}^3/s} = \frac{1450(10,1020 \text{ Kg}) \times (100 \text{ cm})/s}{0,0119 \text{ cm}^3/s}$$

$$= 826256,963 \text{ Kg/cm}^2$$

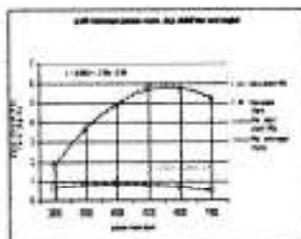
$$= 82,62 \text{ Kg/cm}^2$$

Dengan menggunakan rumus yang sama maka didapatkan data seperti pada tabel data pengujian diatas.

Tabel Data Hasil Perhitungan Variasi Putaran Mesin

Putaran Mesin (rpm)	Putaran roll (rpm)	Beban (Kg)	Torsi pada roll (Kg.m)	Torsi gesek (Kg.m)	Daya efektif (PS)	Daya Indikator (PS)	Tekanan efektif (Kg/cm ²)	Tekanan Indikasi (Kg/cm ²)	Tekanan pompa (Kg/cm ²)	Debit pompa cm ³ /s
N	n	F	Te	Ts	Pe	Pi	Pe	Pi	P	Q
2000	527,26	12,7	2,54	0,66	1,25	2,32	6,64	8,3	21,07	0,0179
3000	910	13,26	2,65	0,66	3,62	4,51	8,61	10,76	61,54	0,0179
4000	1310,6	13,26	2,66	0,66	4,84	6,04	8,64	10,8	82,62	0,0179
5000	1629,8	12,96	2,59	0,64	5,09	7,35	8,41	10,51	100,29	0,0179
6000	1963,4	10,5	2,1	0,62	5,75	7,12	6,24	3,55	100,29	0,0179
7000	2227,6	8,2	1,64	0,51	5,23	6,52	5,38	4,66	88,35	0,0179

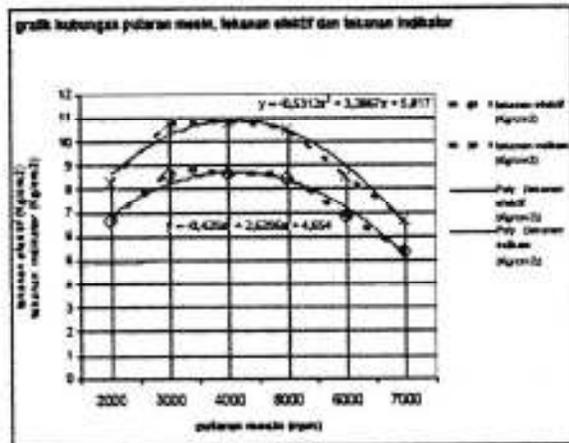
Grafik hubungan antara putaran mesin, daya efektif dan torsi



Grafik 1.
Hubungan antara putaran mesin, daya efektif dan torsi

Dari grafik diatas menunjukkan pada putaran 5000 rpm didapatkan daya maksimum sebesar 4,32 PS setelah itu daya berkurang. pada putaran 4000 rpm torsi maksimal adalah 8,49 Nm. Setelah 5000 rpm, daya efektif menurun karena terjadi gesekan antar komponen seiring dengan meningkatnya putaran mesin.

Grafik hubungan putaran mesin, daya efektif dan daya indicator



Grafik 2. hubungan putaran mesin, tekanan efektif dan tekanan indicator

Dari grafik diatas menunjukkan pada putaran 4000 rpm didapatkan tekanan efektif maksimum 8,64 Kg/cm² dan tekanan indikator maksimum sebesar 10,8 Kg/cm² setelah itu tekanan berkurang. Tekanan efektif dan tekanan indikator menurun karena terjadi gesekan antar komponen seiring dengan meningkatnya putaran mesin.

Pembahasan

Jika dilihat pada grafik di atas yang menunjukkan hubungan antara daya efektif yang dihasilkan oleh sepeda motor. Daya maksimum yang dihasilkan pada pengujian dengan menunjukkan adanya penurunan daya yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor ketika pada putaran di atas 5000 rpm padahal spesifikasi sepeda motor tersebut mempunyai daya maksimum 9,3 Pk pada putaran 7500 rpm dengan torsi maksimum 1,03 Kg.m pada kecepatan putaran poros engkol 4000 rpm. Hal ini bisa terjadi karena efisiensi mekanis dari transmisi sepeda motor dan juga kondisi motor yang sudah mengalami banyak perubahan dari kondisi sepeda motor ketika masih baru dan juga bisa terjadi karena adanya pembebanan yang timbul akibat posisi pemasangan sepeda motor pada dynamometer yang kurang sempurna. Pada pengujian pada putaran mesin 1000 rpm pembebanan pada timbangan dynamometer tidak terjadi hal ini disebabkan karena pada putaran mesin 1000 rpm motor dalam kondisi stationer, dan mulai terjadi pembebanan pada timbangan pada pengujian 2000 rpm ke atas.

KESIMPULAN

Pada pengujian yang telah dilakukan didapatkan data-data sebagai berikut:

1. Putaran engine yang disimulasikan dari 2000-7000 rpm.
2. Beban maksimal 13,28 Kg terjadi pada putaran engine 4000 rpm.
3. Torsi maksimum 0,86 Kg.m pada putaran engine 4000 rpm.
4. Daya efektif maksimum 5,89 PS dan daya indikasi maksimum 7,35 PS pada putaran engine 5000 rpm.
5. Tekanan efektif maksimum 8,64 Kg/cm² dan tekanan indikasi maksimum 10,8 Kg/cm² pada putaran engine 4000 rpm.

DAFTAR PUSTAKA

Dubrovolsky, V. 1995; *Machine Elements*. Second printing. Peace publisher. Moscow.
 Harsanto. 1978; *Motor Bakar*. Djambatan.
 Hartono, Sugi. 1986; *Sistem Kontrol dan Pesawat Tenaga Hidrolik*. Tarsito. Bandung.
<http://www.myra-simon.com/bike/dynotest.html>
 Pulkrabek, Willard W.1997; *Engineering Fundamentals of The Internal Combustion Engine*. Prentice Hall International, Inc.
 Shigley, Joseph E. 1995; *Perencanaan Teknik Mesin*. Edisi keempat, jilid I. Erlangga.
 Sularso, MSME dan Kiyokatsu Suga. 1987; *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.