

PENGUJIAN DAN PEMBUATAN BUKU PETUNJUK OPERASI CHASSIS DINAMOMETER TIPE WATER BRAKE

¹Nazaruddin Sinaga* dan ²Aria Dewangga

¹Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Mahasiswa Jurusan Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

*E-mail: nazarsinaga@smart-drive-indonesia.org

ABSTRAK

Dinamometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur prestasi sebuah mesin. Menurut tipenya dinamometer dibagi menjadi dinamometer transmisi, dinamometer penggerak dan dinamometer absorpsi. Dinamometer tipe water brake adalah salah satu macam dari dinamometer absorpsi. Dinamometer tipe water brake adalah bentuk lain sebuah pompa penyerap hidraulik. Konsep dinamometer tipe water brake sama dengan pompa sentrifugal, tetapi yang tidak efisien. Setelah diproduksi maka sebuah dinamometer perlu diuji untuk mengetahui spesifikasi dari dinamometer tersebut. Jarangnya penggunaan chassis dinamometer tipe water brake membuat sebagian besar masyarakat belum mengetahui cara dan langkah kerja dari alat ini, maka dibutuhkan sebuah panduan berupa buku petunjuk operasi yang berisi tentang penjelasan dan langkah-langkah pengukuran daya kendaraan dengan menggunakan chassis dinamometer tipe water brake. Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa semakin besar debit air yang dialirkan maka semakin besar daya yang diserap oleh dinamometer. Chassis dinamometer yang dikarakterisasi dapat digunakan untuk mengukur daya sesuai dengan trendline grafik torsi dan daya mesin uji yang digunakan yaitu 29.56 hp/2962 rpm dan torsi hingga 76.03 N.m / 2542 rpm. Daya yang terukur bukan merupakan daya maksimal yang mampu diserap oleh dinamometer, melainkan daya dari mesin yang di uji.

Kata Kunci: *dynamometer, water brake, chassis, manual book*

PENDAHULUAN

Daya merupakan parameter yang menunjukkan unjuk kerja suatu mesin atau alat penghasil energi, misalnya mesin mobil/motor. Alat yang sudah dikenal untuk mengukur daya dari mesin mobil / motor adalah dinamometer. Daya yang ditransmisikan mesin dapat dihitung dari torsi dengan menggunakan persamaan $P = \omega \times T$ dimana, P adalah daya mesin (Watt). T adalah torsi (Nm) dan ω adalah kecepatan sudut (rad/s). Alat yang digunakan untuk mengukur daya adalah dinamometer dan diklasifikasikan dalam tiga jenis tergantung pada susunan mesin, dan daya yang dapat diukur. Tipe dinamometer adalah :

1. Dinamometer Transmisi

Pada Dinamometer ini daya yang ditransmisikan melalui peralatan yang telah diukur. Peralatan tidak berupa generator daya maupun pengabsorpsi daya dan Dinamometer ini menggunakan poros transmisi daya antara penggerak utama dan beban

2. Dinamometer Penggerak

Selain untuk mengukur dinamometer ini juga digunakan untuk menggerakkan peralatan yang akan

diukur atau dinamometer ini adalah generator daya seperti motor listrik.

3. Dinamometer Absorpsi

Dinamometer absorpsi mengubah energi mekanik sebagai torsi yang diukur, sehingga sangat berguna untuk mengukur daya atau torsi yang dihasilkan sumber daya seperti motor bakar atau motor listrik.

Dinamometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur prestasi sebuah mesin. Menurut cara/metode pengukurannya, dinamometer dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu Engine Dinamometer (ED) dan Chassis Dinamometer (CD). Metode pengukuran dengan dinamometer tipe (ED), poros output mesin dihubungkan langsung dengan dinamometer, sedangkan untuk tipe CD pengukuran daya dilakukan melalui roda penggerak kendaraan. Mesin dihidupkan dalam waktu yang relatif singkat hingga mencapai kecepatan putar maksimal lalu besar hasil pengukuran dapat dilihat melalui monitor atau panel analog yang terdapat pada unit dinamometer.

Dinamometer Chassis adalah dinamometer yang mengukur daya yang dialirkan melalui permukaan "drive roller" yang digerakkan oleh roda kendaraan yang sedang diukur. Kendaraan yang akan diukur pada umumnya diletakkan diatas roller, lalu kendaraan dijalankan menurut metode pengukuran yang ingin

digunakan untuk mengetahui daya kendaraan yang terukur. Dinamometer mengapsorsi tenaga yang dikeluarkan oleh mesin dengan cara pengereman bertahap sejak mesin dalam keadaan idle hingga sampai ada RPM maksimum. Paper ini membahas mengenai pengujian suatu Chassis Dinamometer Tipe Water Brake. Suatu Dinamometer yang telah dibuat perlu diuji agar dapat digunakan sesuai dengan benar sesuai dengan kemampuan yang dimiliki dinamometer tersebut.

PENGUJIAN CHASSIS DYNAMOMETER

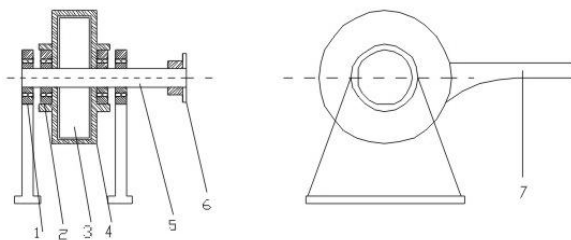
Sebuah chassis dinamometer terdiri dari chassis itu sendiri dan sebuah dinamometer yang sebenarnya dapat menggunakan dinamometer tipe apa saja. Dinamometer yang digunakan dikopel pada rolling road yang terdapat pada chassis sehingga dapat ikut berputar saat kendaraan diuji di atas roll. Penggunaan chassis dinamometer dibantu oleh beberapa peralatan atau sensor tambahan untuk mempermudah pengambilan data, maupun menjaga keamanan kendaraan saat diuji.

Water Brake Dynamometer

Merupakan salah satu jenis dinamometer hidrolik. Dinamometer hidrolik terdiri dari beberapa komponen yaitu :

1. Rotor (impeler)
2. Stator (rumahan)
3. Poros
4. Bantalan (bearing)
5. Lengan torsi
6. Timbangan pegas
7. Mechanical Seal
8. Flange Coupling

Konstruksi dinamometer hidrolik terlihat pada gambar dibawah ini



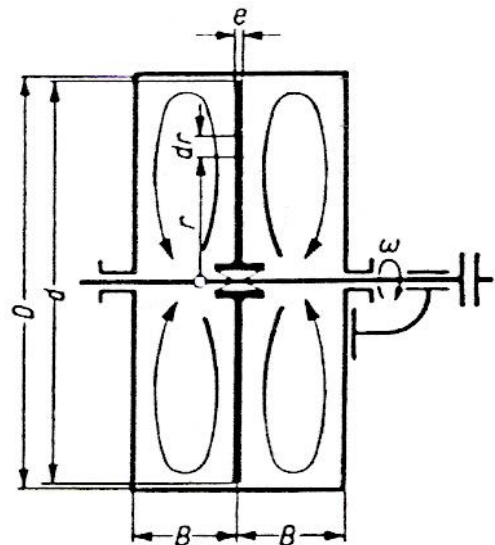
Gambar 1. Konstruksi Dinamometer Hidrolik

Keterangan :

1. Bantalan poros
2. Bantalan stator
3. Rotor
4. Stator
5. Poros
6. Kopling
7. Lengan torsi

Pada dasarnya prinsip kerja dinamometer hidrolik sama dengan prinsip kerja pompa sentrifugal. Akan tetapi pada dinamometer ini digunakan pompa sentrifugal yang memiliki efisiensi rendah, hal ini bertujuan agar daya serap energi dinamometer semakin besar.

Gambar dibawah menunjukkan sebuah konstruksi pompa yang sederhana yang terdiri dari disk lingkaran datar dengan diameter luar "d" berputar dengan kecepatan sudut "ω" pada rumah (casing) dengan diameter "D" dan lebar gap adalah B yang sudah diisi penuh dengan cairan.

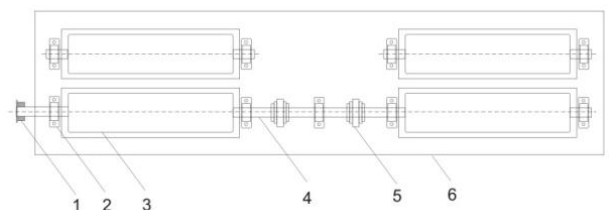


Gambar 2. Perputaran Air Pada Disk

Chassis Dynamometer

Merupakan media yang digunakan oleh kendaraan uji untuk berjalan sehingga pengukuran daya kendaraan tidak perlu mencopot mesin dari kendaraan tersebut. Satu unit chassis dari sebuah rangka besi dan empat buah roll penggerak.

Konstruksi chassis terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3. Konstruksi Chassis

Keterangan :

1. Kopling (ke Dyno)
2. Bantalan poros
3. Roll

4. Poros
5. Kopling
6. Rangka

Cara Kerja Alat

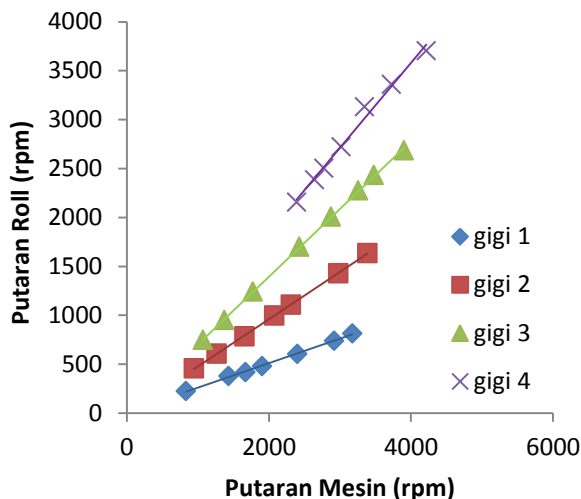
Sistem kerja chassis dinamometer merupakan suatu rangkaian dari peralatan-peralatan yang digunakan dalam pengujian ini. Urutan cara kerja peralatan ini adalah sebagai berikut :

1. Kendaraan uji dinaikkan pada roll. Setelah berada pada posisi yang benar, kendaraan akan dijalankan dan memutar roll. Karena dikopel dengan dinamometer maka otomatis dinamometer juga berputar, putaran ini disebut putaran roll.
2. Putaran yang terjadi pada dinamometer bisa diketahui dengan menggunakan tachometer yang dipasang berdekatan dengan poros dinamometer yang telah diberi acuan. Tachometer menginformasikan jumlah putaran per detik melalui angka yang tertera pada display.
3. Dinamometer yang sebelumnya sudah dikopel pada roll akan ikut berputar sesuai dengan putaran roll/ roda kendaraan. Putaran pada dinamometer diberi pengereman menggunakan air bertekanan yang disemprotkan ke dalam dinamometer dengan menggunakan pompa.
4. Pengereman pada dinamometer dengan menggunakan pompa diatur oleh katup. Pengaturan pada katup ini dimaksudkan untuk bervariasi beban yang akan diberikan pada dinamometer. Variasi beban dapat diketahui melalui debit air yang masuk ke dinamometer dengan menggunakan flowmeter.
5. Pengereman yang terjadi pada dinamometer akan memutar dinamometer yang merupakan angka beban untuk menentukan torsi kendaraan. Beban ini diketahui dengan menggunakan load cell yang ditekan oleh lengan dinamometer dan angka beban akan tertera pada display

HASIL DAN ANALISA

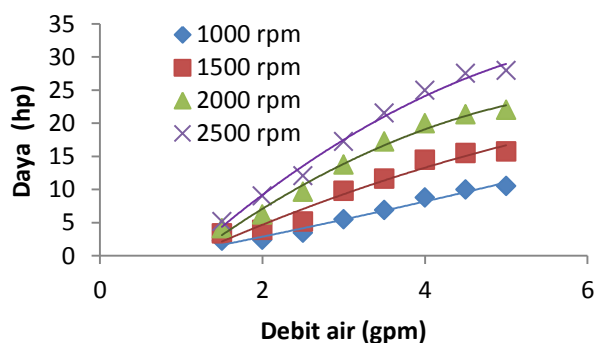
Hubungan Antara Putaran Mesin dengan Putaran Roll

Untuk mengetahui hubungan antara putaran mesin dengan putaran roll dilakukan pengujian dengan memacu kendaraan di atas roll pada rpm tertentu dan saat itu juga mengukur putaran pada poros dinamometer.

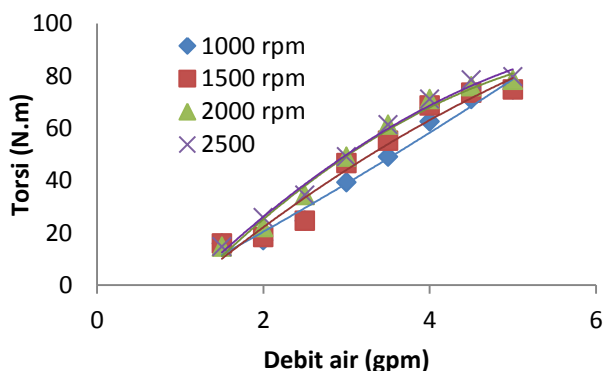


Gambar 4. Grafik Hubungan Putaran Mesin dengan Putaran Roll

Dari kurva diatas bisa dilihat bahwa putaran yang terjadi pada mesin berbanding lurus dengan putaran yang terjadi pada roll. Hal ini menandakan bahwa roll sudah berputar dengan baik dengan tidak adanya perlambatan yang terjadi pada suatu titik tertentu.



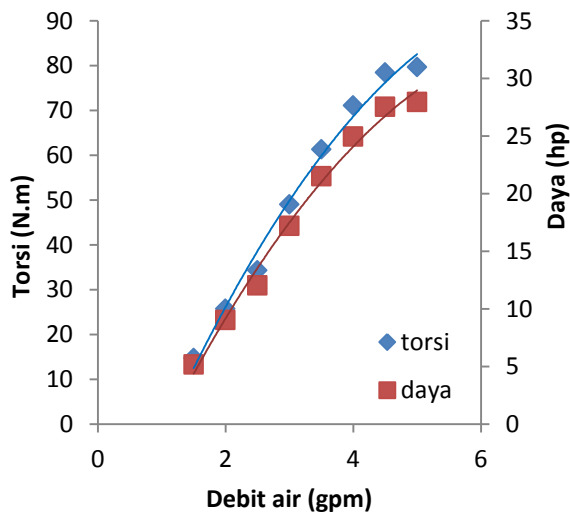
Gambar 5. Kurva Hubungan Debit Air dan Daya Dinamometer



Gambar 6. Kurva Hubungan Debit Air dan Torsi Dinamometer

Analisa:

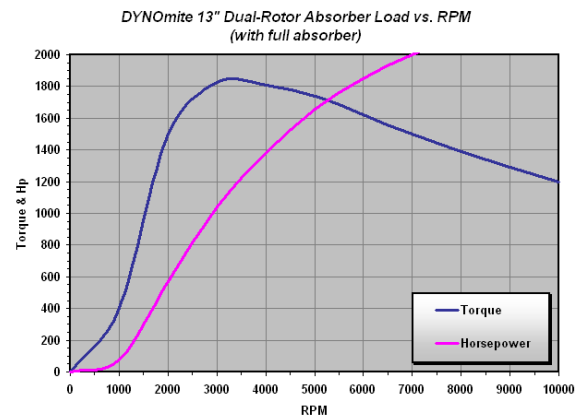
1. Dari grafik diatas dapat menunjukkan bahwa semakin besar debit yang dialirkan maka semakin besar daya yang diserap dinamometer. Hal ini dikarenakan semakin banyak debit air yang mengalir maka semakin besar energi mekanik yang dirubah oleh impeller menjadi energi panas.
2. Dari grafik diatas dapat menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran dynamometer maka torsi yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin tingginya gaya sentrifugal yang terjadi pada impeller mendorong air didalam dynamometer dan menghasilkan tahanan yang tinggi pula sehingga torsi yang dihasilkan juga semakin tinggi.
3. Kenaikan suhu terjadi pada penambahan debit aliran air menuju dynamometer. Dari data diatas terlihat juga bahwa semakin tinggi putaran dynamometer maka semakin tinggi suhu air di dalam dynamometer. dari pengujian ini tercatat suhu masuk air 28°C dan suhu keluar air paling tinggi pada 56°C.



Gambar 7. Kurva Hubungan Torsi dan Daya Dinamometer

Analisa:

1. Dari grafik diatas menunjukkan adanya kecenderungan garis trendline pengujian dengan karakteristik putaran terhadap torsi secara teoritis. Hal dapat dibandingkan dengan gambar grafik di bawah
2. Grafik torsi dan daya dynamometer diatas belum mencapai maksimum. Hal ini dikarenakan mesin uji yang dipakai mempunyai kapasitas yang lebih kecil daripada kapasitas dynamometer



Gambar 8. Kurva Hubungan Torsi dan Daya pada Dinamometer Produksi DynoMite

Analisa :

1. Dari trendline grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran mesin semakin besar pula daya mesin, tetapi pada suatu putaran tinggi tertentu daya mesin mencapai maksimum kemudian turun kembali. Apabila dibandingkan dengan grafik karakteristik mesin secara teoritis grafik diatas sudah sesuai teoritis, seperti terlihat pada gambar dibawah. Daya maksimum mesin terukur sebesar 27.12 hp pada 2542 rpm
2. Daya mencapai maksimum karena pada putaran tinggi daya yang dihasilkan mesin tidak hanya digunakan untuk menggerakkan dynamometer saja tetapi juga komponen yang lain seperti kipas, piston yang semakin cepat tentu membutuhkan daya yang besar, kerugian gesekan antar komponen yang semakin besar seiring dengan bertambahnya kecepatan.
3. Dari grafik menunjukkan torsi maksimum terjadi pada putaran rendah, hal ini disebabkan karena pada putaran tinggi mesin tidak mampu menyerap lebih banyak udara yang dibutuhkan ke dalam mesin sehingga torsi yang dihasilkan rendah. Torsi maksimum sebesar 76.03 N.m pada putaran 2542 rpm
4. Grafik di atas bukannya merupakan karakteristik dynamometer, melainkan grafik yang terbentuk mengikuti karakteristik mesin uji yang menunjukkan bahwa dynamometer sudah bisa mengukur karakteristik mesin yang diuji.

Diskusi

- Dari pengujian karakteristik dynamometer diatas diketahui bahwa semakin besar aliran air yang masuk ke dalam dynamometer maka semakin besar daya yang diserap. Hal ini dikarenakan semakin

banyak volume air terdorong oleh impeller dynamometer dan berubah menjadi energy panas.

- Daya dan torsi yang terukur belum mencapai puncak dari performa dynamometer. hal ini dikarenakan mesin uji yang digunakan mempunyai kapasitas yang lebih kecil daripada kapasitas dynamometer.
- Mesin uji yang diukur menggunakan dynamometer ini mempunyai trendline torsi dan daya pengukuran yang sama dengan kurva torsi dan daya mesin menurut spesifikasi. Hanya saja hasil pada hasil pengukuran terdapat perbedaan nilai yang disebabkan oleh rugi-rugi gesekan yang terjadi pada roll dan roda kendaraan.
- Air yang masuk ke dalam dynamometer akan mengalami perubahan suhu yang disebabkan oleh terjadinya gesekan antara rotor dan stator di dalam dynamometer yang mengkonversi energy mekanik menjadi panas. Suhu air tercatat naik dari 28°C sampai pada 56°C
- Dynamometer ini mempunyai mampu ulang yang cukup baik. Dari beberapa pengujian yang dilakukan pada kondisi yang sama nilai kesalahan pembacaan terbesar adalah 2.8% dan nilai kesalahan terkecil adalah 0.3%

KESIMPULAN

1. Berdasarkan fungsinya dynamometer dapat digunakan sebagaimana mestinya, karena dari hasil pengujian dynamometer sudah dapat mengukur torsi dan daya kendaraan dan mempunyai trendline yang sama dengan spesifikasi kendaraan
2. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar debit air yang masuk ke dalam dynamometer maka makin tinggi daya yang diserap dynamometer.
3. Kerugian gesek terkecil antara roda dan roll terjadi pada pemakaian gigi 2 dan 3 pada kendaraan uji yaitu 9% dan yang terbesar terjadi pada pemakaian gigi 4 yaitu 27%
4. Daya yang terukur pada pengujian karakteristik dynamometer yaitu 27.12 hp pada 2542 rpm bukan merupakan daya maksimal yang bisa diserap oleh

dynamometer. Hal ini dikarenakan kapasitas mesin uji lebih kecil daripada kapasitas dynamometer.

5. Berdasarkan pengaruh debit air dan putaran dynamometer suhu air di dalam dynamometer mengalami kenaikan suhu dari 28°C-56°C.
6. Kemampuan ulang dynamometer sudah cukup baik. Hal ini ditunjukkan bahwa dalam beberapa kali pengujian pada daerah kerja yang sama angka kesalahan terbesar adalah 2,8% dan angka kesalahan terkecil 0,3

DAFTAR PUSTAKA

1. Beckwith, T.G., *Mechanical Measurement*, McGraw-hill Inc, New York
2. Collet, C.v, *Engineering Measurement*, The English Language Book Society and Patman, Edisi kedua
3. Doebelin, Ernest O., *Sistem Pengukuran, Aplikasi dan Perancangan*, Erlangga, Jakarta, 1987
4. Nakra.B.C , *Instrumentation Measurement and Analisis*, McGraw-hill Inc, New Delhi
5. *Small Engine Dynamometer System Design*, www.Designserver.rit.eduArchive
6. Martyr, A. J. & M. A. Plint. 2007. *Engine Testing Theory and Practice*, Butterworth-Heinemann, Oxford
7. Lazarkiewicz ,Stephen, *Impeler Pump*, Pergamon Press, London, 1965
8. Direktorat Dikmenum. *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Depdiknas, 2004
9. U.S. Enviromental Protection Agency. April 2007. *Guidance for Preparing Standard Operation Procedures (SOPs)*, Office of Enviromental Information, Washington
10. LPS 3000, Chassis Dynamometer. *Standar Operating Instruction and User's Manual*, 2003. MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG.
11. <http://en.wikipedia.org/wiki/Dynamometer>
12. <http://en.wikipedia.org/wiki/Torque>
13. <http://en.wikipedia.org/wiki/Power>
14. <http://www.land-and-sea.com/chassis-dyno/chassis-dyno.htm>
15. http://en.wikibooks.org/wiki/Designing_a_Training_Manual