

ANALISA KEAKURASIAN ENGINE WATER BRAKE DYNAMOMETER

Alfian Ardianto

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: fian.home11@gmail.com

Diah Wulandari

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: diah_wuland@ymail.com

ABSTRAK

Performa suatu motor pembakaran dalam sering kali dikaitkan dengan torsi dan daya mesin. Untuk melakukan pengukuran performa mesin digunakan alat yang dinamakan *dynamometer*. Dalam proses pengujian performa mesin perlu juga adanya sistem pendinginan karena pembebanan *dynamometer* mengakibatkan panas. *Water brake dynamometer* adalah salah satu jenis *dynamometer* yang menggunakan air sebagai media pembebanan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur performa mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 dengan menggunakan *engine water brake dynamometer*.

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Obyek penelitian adalah Mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000. Pengujian performa mesin berdasarkan SAE J1349 DEC 80. Instrumen dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *digital tachometer*, *temperature controller*, *sound level meter*, *exhaust gas analyzer*, *water pump*, *fuel meter*, dan *dynamometer*. Analisis data menggunakan metode deskriptif kualitatif.

Dari hasil pengujian *engine waterbrake dynamometer* baru, dibandingkan dengan *engine waterbrake dynamometer* standar. *engine waterbrake dynamometer* baru dapat berfungsi secara optimal dan dapat dinyatakan akurat dengan *engine waterbrake dynamometer* standar. Terbukti dari hasil pengujian torsi, daya (*power*), tekanan efektif rata-rata (*mep*), konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*), efisiensi thermal (η_{th}).

Kata kunci : *Water brake dynamometer*, mesin dua langkah, dan performa mesin.

ABSTRACT

Performance of a combustion engine is often associated with torque and engine power. For engine performance measurements used a tool called a dynamometer. In the testing process should also be a performance engine cooling system for heat loading dynamometer results. *Water brake dynamometer* is one type that uses water as a medium load. The purpose of this study was to measure the performance of the engine Yamaha F1Z-R Year 2000 by using a *water brake engine dynamometer*.

Type of research is experimental research. The object of research is F1Z Yamaha Engine-R Year 2000. Testing based on SAE J1349 engine performance DEC 80. Instruments and tools used in this study are *digital tachometer*, *temperature controllers*, *sound level meter*, *exhaust gas analyzer*, *water pump*, *fuel meter*, and a *dynamometer*. Data analysis using descriptive qualitative method.

From the results of testing the new engine dynamometer waterbrake, compared with the standard engine dynamometer waterbrake. *waterbrake new engine dynamometer* can function optimally and can be expressed accurately by the standard engine dynamometer waterbrake. Evident from the results of the test torque, power (*power*), mean effective pressure (*MEP*), specific fuel consumption (*sfc*), thermal efficiency

Keywords: *Water brake dynamometer*, two stroke engines, and engine performance

PENDAHULUAN

Di Laboratorium Pengujian Performa Mesin Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT Unesa terdapat 3 (tiga) jenis *dynamometer*. Diantaranya adalah *prony brake*

dynamometer (2 unit), *water brake dynamometer* (2 unit), dan *inertia chasis dynamometer* (1 unit).

Secara garis besar prinsip kerja beberapa jenis *dynamometer* di atas adalah sama, yaitu membebani putaran mesin untuk mendapatkan torsi dan daya efektif dari suatu kendaraan bermotor. Dua unit *water brake*

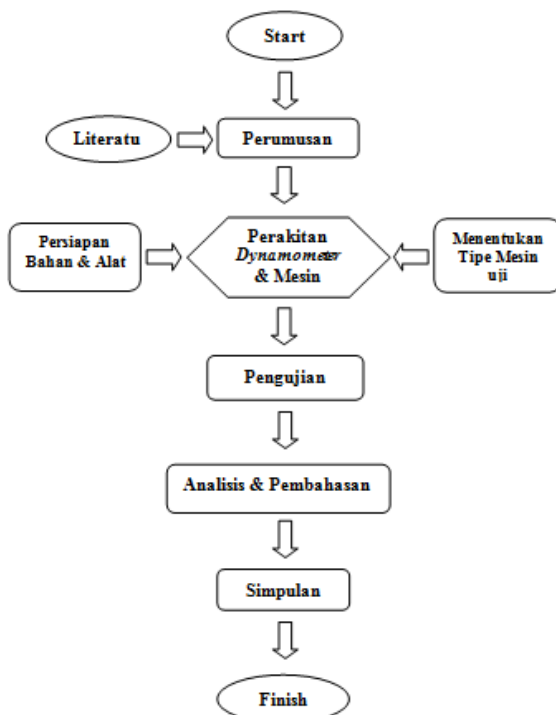
dynamometer yang dimiliki Laboratorium Pengujian Performa Mesin adalah *water brake dynamometer* untuk sepeda motor dan mobil.

Penelitian ini melakukan rancang bangun dan menguji *engine water brake dynamometer* yang baru dengan *engine water brake dynamometer* standar sebagai tolak ukur, dan juga sebagai media praktikum pengujian performa mesin, khususnya untuk pengujian performa mesin motor bensin.

Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat keakuratan *engine water brake dynamometer* ditinjau dari torsi, daya efektif, konsumsi bahan bakar spesifik, tekanan efektif rata-rata (bmep), efisiensi thermal (η_{th}) yang dihasilkan mesin Yamaha F1Z-R tahun 2000. Manfaat dari penelitian ini adalah Menghasilkan suatu alat peraga atau media pembelajaran bagi mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya dan dapat dijadikan referensi saat proses pengujian performa mesin khususnya *water brake dynamometer* untuk sepeda motor 2 langkah.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan penelitian

Prosedur pengujian

Pengujian dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- Persiapan:
 - Pengecekan kondisi mesin, busi, saluran bahan bakar dan minyak pelumas.
 - Pemeriksaan kondisi dan perlengkapan *water brake dynamometer*, seperti; selang-selang, klem selang, *cross joint* dan air yang akan digunakan.

- Persiapan alat ukur pengujian yang akan digunakan, seperti; *digital tachometer*, timbangan, *pressure gauge*, dan lain-lain.

• Pengujian:

- Mesin dihidupkan.
- Melakukan pemanasan mesin untuk mencapai kondisi operasional selama ± 5 menit, sehingga suhu oli mesin $\geq 60^{\circ}\text{C}$.
- Memasukkan gigi transmisi ke posisi *top gear*.
- Blower pendingin dihidupkan.
- Mengatur *throttle* sampai kondisi putaran yang diinginkan tercapai, yaitu katup terbuka penuh dan pengamatan dilakukan setelah mesin stabil.
- Beban dari *water brake dynamometer* diatur dengan membuka katub air masuk sampai mesin menunjukkan putaran yang diinginkan (mulai dari: 2000 rpm, 3000 rpm, 4000 rpm, 5000 rpm, 6000 rpm, 7000 rpm, 8000 rpm). Pengamatan dilakukan setelah keseimbangan putaran mesin tercapai.
- Melakukan pencatatan data masing – masing terhadap:
 - Putaran mesin.
 - Gaya (Kg) pada *water brake dynamometer*.
 - Tekanan air yang dialirkan (dalam satuan Psi/Bar)
- Melakukan (mengulang) percobaan langkah a – f untuk mendapatkan data yang valid.

• Akhir Pengujian

- Katub air pembebanan ditutup secara perlahan-lahan.
- Putaran mesin diturunkan perlahan sampai putaran *idle*.
- Mengembalikan gigi transmisi ke posisi netral.
- Untuk sesaat mesin dibiarkan pada putaran *idle*.
- Mesin dimatikan.
- Blower dimatikan.

Teknik Analisa Data

Analisis data menggunakan metode deskriptif. Metode deskriptif adalah suatu metode dalam meneliti status kelompok manusia, suatu obyek, suatu kondisi, suatu pemikiran ataupun kelas peristiwa masa sekarang. Tujuan dari metode deskriptif ini adalah untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat atau hubungan antar fenomena yang diselidiki (Nazir, 2005:54). Hal ini dilakukan untuk memberikan gambaran terhadap performa mesin uji. Data yang dihasilkan kemudian ditabulasikan dan digrafikkan. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan data tersebut dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan, yang pada intinya sebagai upaya mencari jawaban atas permasalahan yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Torsi

Tabel 1. Hasil pengujian torsi untuk mengetahui presentase keakurasian *engine water brake dynamometer* baru dibandingkan dengan *engine water brake dynamometer* standar.

No	Putaran Mesin (rpm)	Torsi Standar (kgf.m)	Torsi Baru (kgf.m)	Presentase Tingkat keakurasian <i>engine waterbrake dynamometer</i> (%)
1	2000	0,57	0,58	98,28%
2	2500	0,59	0,60	98,33%
3	3000	0,60	0,61	98,36%
4	3500	0,61	0,62	98,39%
5	4000	0,63	0,65	96,92%
6	4500	0,67	0,67	100,00%
7	5000	0,70	0,70	100,00%
8	5500	0,71	0,72	98,61%
9	6000	0,73	0,73	100,00%
10	6500	0,73	0,73	100,00%
11	7000	0,68	0,68	100,00%
12	7500	0,64	0,65	98,46%
13	8000	0,53	0,54	98,15%

Torsi maksimum yang dihasilkan mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 sebesar 0,73 Kgf.m pada putaran 6500 rpm. Keakurasian pengujian torsi dengan *engine water brake dynamometer* baru, pada putaran 2000-8000 rpm adalah 98,88%. Terbukti dengan hasil pengujian pada mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 dengan *engine water brake dynamometer* standar hanya selisih 1,12%. Torsi semakin turun setelah mencapai putaran tertentu (putaran setelah torsi maksimum). Hal ini disebabkan karena semakin banyak kerugian (*losses*) pada putaran tinggi terutama kerugian gesekan (*friction losses*), dan juga karena semakin menurunnya efisiensi volumetrisnya. Semakin tinggi putaran mesin, maka kerugian gesekan akan semakin tinggi yang akan menyebabkan menurunnya torsi.

Pengujian Daya

Tabel 2. pengujian daya untuk mengetahui presentase keakurasian *engine water brake dynamometer* baru dibandingkan dengan *engine water brake dynamometer* standar.

No	Putaran Mesin (rpm)	Daya Standar (Ps)	Daya Baru (Ps)	Presentase Tingkat keakurasian <i>engine waterbrake dynamometer</i> (%)
1	2000	1,59	1,61	98,76%
2	2500	2,06	2,11	97,63%

3	3000	2,5	2,56	97,66%
4	3500	2,97	3,05	97,48%
5	4000	3,55	3,62	98,17%
6	4500	4,19	4,24	98,82%
7	5000	4,87	4,87	100,00%
8	5500	5,45	5,51	98,91%
9	6000	6,08	6,08	100,00%
10	6500	6,58	6,65	98,95%
11	7000	6,67	6,67	100,00%
12	7500	6,74	6,82	98,83%
13	8000	5,97	6,06	98,51%

Daya efektif yang dihasilkan berbeda-beda, di pengaruhi oleh besarnya nilai torsi yang dihasilkan *engine water brake* tersebut dan tingkat pengereman pada *engine water brake dynamometer* standar lebih kecil dari pada *engine water brake dynamometer* baru. Daya efektif yang dihasilkan sebesar 6,78 Ps pada putaran 7500 rpm. Keakurasian pengujian daya dengan *engine water brake dynamometer* baru, pada putaran 2000-8000 rpm adalah 98,75%. Terbukti dengan hasil pengujian pada mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 dengan *engine water brake dynamometer* standar hanya selisih 1,25%.

Pada putaran 8000 rpm daya efektif menurun dikarenakan campuran bahan bakar-udara menjadi campuran miskin. Hal ini disebabkan putaran mesin semakin tinggi maka *throttle valve* terbuka penuh yang mengakibatkan udara yang masuk lebih banyak. Di samping itu semakin tinggi putaran mesin semakin banyak kerugian yang terjadi, salah satunya kerugian yang diakibatkan oleh gesekan.

Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Sfc)

Tabel 3. pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik untuk mengetahui presentase keakurasian *engine water brake dynamometer* baru dibandingkan dengan *engine water brake dynamometer* standar.

No	Putaran Mesin (rpm)	Sfc Standar (Kg/Ps.jam)	Sfc Baru (Kg/Ps.jam)	Presentase Tingkat keakurasian <i>engine waterbrake dynamometer</i> (%)
1	2000	0,16	0,17	93,12%
2	2500	0,13	0,13	100,00%
3	3000	0,11	0,11	100,00%
4	3500	0,10	0,10	100,00%
5	4000	0,10	0,10	100,00%
6	4500	0,10	0,10	100,00%
7	5000	0,09	0,10	90,00%
8	5500	0,09	0,09	100,00%
9	6000	0,09	0,09	100,00%
10	6500	0,09	0,09	100,00%
11	7000	0,11	0,11	100,00%
12	7500	0,12	0,12	100,00%
13	8000	0,20	0,20	100,00%

Konsumsi bahan bakar spesifik pada putaran 2000-4500 rpm relatif sama. Hal ini dipengaruhi oleh kinerja dari mesin tersebut dalam pengujian dan pengambilan data tidak secara bersamaan. Keakuratan pengujian konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc) dengan *engine water brake dynamometer* baru, pada putaran 2000-8000 rpm adalah 98,70%. Terbukti dengan hasil pengujian pada mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 dengan *engine water brake dynamometer* standar hanya selisih 1,30%.

Terjadinya kenaikan konsumsi bahan bakar spesifik disebabkan pembakaran berlangsung tidak sempurna, karena campuran udara-bahan bakar pada saat itu merupakan campuran kaya (kekurangan udara). Namun, bersamaan dengan naiknya putaran mesin, udara yang masuk ke dalam karburator juga meningkat sehingga campuran udara dan bahan bakar mendekati campuran sempurna, sampai putaran mesin mencapai 3500 rpm pencampuran bahan bakar dengan udara menjadi campuran stoikiometri (sempurna) sehingga di putaran mesin inilah bahan bakar menjadi irit. Peningkatan putaran mesin juga menyebabkan waktu mengalir massa bahan bakar dari mesin bertambah cepat. Di samping itu, pada putaran mesin yang lebih tinggi (di atas 3500 rpm), campuran udara dan bahan bakar pada saat itu merupakan campuran miskin (kebanyakan udara). Sehingga menyebabkan konsumsi bahan bakar menjadi naik kembali (boros).

Pengujian Tekanan Efektif Rata-rata (Bmep)

Tabel 4. pengujian Tekanan Efektif Rata-rata untuk mengetahui presentase keakuratan *engine water brake dynamometer* baru dibandingkan dengan *engine water brake dynamometer* standar.

No	Putaran Mesin (rpm)	Bmep Standar (Kg/cm ²)	Bmep Baru (Kg/cm ²)	Presentase Tingkat keakuratan engine water brake dynamometer (%)
1	2000	3,25	3,29	98,78%
2	2500	3,36	3,45	97,39%
3	3000	3,4	3,49	97,42%
4	3500	3,47	3,56	97,47%
5	4000	3,69	3,69	100,00%
6	4500	3,8	3,85	98,70%
7	5000	3,98	3,98	100,00%
8	5500	4,05	4,09	99,02%
9	6000	4,14	4,14	100,00%
10	6500	4,14	4,18	99,04%
11	7000	3,89	3,89	100,00%
12	7500	3,67	3,71	98,92%
13	8000	3,05	3,09	98,71%

Keakuratan pengujian tekanan efektif rata-rata (Bmep) dengan *engine water brake dynamometer* baru, pada putaran 2000-8000 rpm adalah 98,88%. Terbukti dengan hasil pengujian pada mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 dengan *engine water brake dynamometer* standar hanya selisih 1,12%. Hal ini disebabkan karena semakin banyak kerugian (*losses*) pada putaran tinggi terutama kerugian gesekan (*friction losses*), dan juga karena semakin menurunnya efisiensi volumetrisnya.

Tekanan efektif rata-rata mencapai titik puncak pada putaran 6500 rpm. Dikarenakan bahwa tenaga yang dihasilkan mesin tersebut pada langkahnya yang lebih besar atau sama dengan torsi mesin. Torsi dari suatu mesin sangat dipengaruhi oleh bmep yang bisa dihasilkan oleh mesin tersebut dan sebaliknya. Sehingga grafik bmep identik dengan grafik torsi. Analisa dan fenomena yang terjadi dalam proses pembakaran dalam hubungannya dengan bmep sama dengan analisa torsi.

Pengujian Efisiensi Thermal (η_{th})

Tabel 5. pengujian Efisiensi Thermal untuk mengetahui presentase keakuratan *engine water brake dynamometer* baru dibandingkan dengan *engine water brake dynamometer* standar.

No	Putaran Mesin (rpm)	efisiensi thermal (η_{th}) Standar (%)	efisiensi thermal (η_{th}) Baru (%)	Presentase Tingkat keakuratan engine water brake dynamometer (%)
1	2000	43,31%	43,31%	100,00%
2	2500	54,69%	55,00%	99,44%
3	3000	63,13%	63,41%	99,56%
4	3500	69,65%	69,65%	100,00%
5	4000	72,87%	72,87%	100,00%
6	4500	70,63%	70,63%	100,00%
7	5000	73,34%	73,34%	100,00%
8	5500	76,16%	77,00%	98,91%
9	6000	81,38%	81,65%	100,00%
10	6500	84,40%	84,40%	100,00%
11	7000	64,53%	64,53%	100,00%
12	7500	59,76%	60,48%	98,91%
13	8000	35,28%	35,80%	98,55%

Pengujian Efisiensi thermal dengan *engine water brake dynamometer* baru, pada putaran 2000-8000 rpm adalah 91,99%. Terbukti dengan hasil pengujian pada mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 dengan *engine water brake dynamometer* standar hanya selisih 8,01%. Efisiensi thermal maksimum yang dihasilkan mesin

Yamaha F1Z-R Tahun 2000 sebesar 84,40 % pada putaran 6500 rpm.

Besarnya nilai efisiensi thermal sangat dipengaruhi oleh besarnya konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc). Semakin rendah konsumsi bahan bakar spesifik maka akan semakin tinggi nilai efisiensi thermal dan sebaliknya.

Persamaan

Untuk memudahkan dalam menganalisa dan mengambil kesimpulan dilakukan perhitungan-perhitungan data hasil percobaan dan hasilnya ditampilkan dalam bentuk tabel-tabel dan grafik. Berikut ini adalah contoh perhitungan data hasil pengujian pada mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000, dengan *engine waterbrake dynamometer* yang baru pada putaran 6500 rpm, data lengkapnya adalah:

- Putaran mesin (n) : 6500 rpm
- Beban dynamometer : 1,88 Kg

Dengan data mesin sebagai berikut:

- Motor 2 langkah (Z) : 1
- Jumlah silinder (i) : 1
- Diameter X Langkah (V) : 52 x 52 mm

• Perhitungan Torsi

Dengan data-data besarnya beban dynamometer, beban (F = 1.88 kg) dan panjang lengan dynamometer (R = 0,39 m). dengan menggunakan rumus torsi dapat dihitung sebagai berikut :

$$T = F \cdot R \text{ (kgf.m)} \quad (1)$$

Dimana :

$$F = 1.88 \text{ kgf}$$

$$R = 0,39 \text{ m}$$

Sehingga :

$$T = 1.88 \times 0,39 = 0,73 \text{ (kgf.m)}$$

• Perhitungan Daya

Dengan menggunakan rumus daya poros dapat dihitung sebagai berikut :

$$P = \frac{T \times n}{716,5} \text{ Ps} \quad (2)$$

Dimana :

$$T = 0.73 \text{ Kgf.m}$$

$$n = 6500 \text{ rpm}$$

Sehingga :

$$P = \frac{716,5}{716,5} \text{ Ps}$$

$$P = \frac{0,73 \times 6500}{716,5} \text{ Ps}$$

$$P = 6,82 \text{ Ps}$$

• Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar spesifik (Sfc)

Dengan menggunakan rumus konsumsi bahan bakar spesifik dapat dihitung sebagai berikut :

$$Sfc = \frac{mf}{P} \quad (3)$$

Dimana :

$$mf = \frac{mf}{t}$$

$$mf = \frac{10 \text{ ml}}{45 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ jam}} \times \frac{0,743 \text{ kg}}{1 \text{ l}}$$

$$mf = \frac{10 \times 3600 \times 0,743}{45 \times 1000} \text{ kg/jam}$$

$$mf = 0,59 \text{ kg/jam}$$

Sehingga :

$$Sfc = \frac{mf}{P}$$

$$Sfc = \frac{0,59 \text{ Kg/jam}}{6,65 \text{ Ps}}$$

$$Sfc = 0,09 \text{ Kg/Ps.jam}$$

• Perhitungan Tekanan Efektif Rata-Rata (bmep)

Dengan menggunakan rumus tekanan efektif rata-rata dapat dihitung sebagai berikut :

$$Bmep = \frac{0,45 \times P \times Z}{V \times i \times n} \text{ kg/cm}^2 \quad (4)$$

Dimana :

$$P = 6,65 \text{ (Ps)}$$

$$D = 52 \times 10^{-3} \text{ (m)}$$

$$L = 52 \times 10^{-3} \text{ (m)}$$

$$V = \frac{1}{4} \pi \times D^2 \times L$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,052^2) \text{ m}^2 \times 0,052 \text{ m}$$

$$= 0,0001102 \text{ m}^3$$

Diketahui :

$$i = 1 \text{ silinder}$$

$$n = 6500 \text{ (rpm)}$$

$$Z = 1 \text{ (motor 2 langkah)}$$

Sehingga :

$$Bmep = \frac{0,45 \times 6,65 \times 1}{0,0001102 \times 1 \times 6500}$$

$$Bmep = 4,18 \text{ kg/cm}^2$$

• Perhitungan efisiensi thermal (η_{th})

Dengan menggunakan rumus tekanan efisiensi thermal dapat dihitung sebagai berikut :

$$\eta_{th} = \frac{632,5}{Sfc \times QHV} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana :

$$Sfc = 0,09 \text{ kg/Ps.jam}$$

$$QHV = 8800$$

Sehingga :

$$\eta_{th} = \frac{632,5}{0,09 \times 8800} \times 100\%$$

$$\eta_{th} = 84,04 \%$$

Dari semua contoh perhitungan diatas didapat pula hasil untuk semua pengujian Pada putaran engine 2000 sampai 8000 rpm dan didapatkan table hasil perhitungan seperti berikut.

KUTIPAN DAN ACUAN

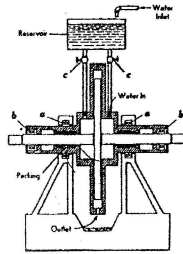
Dynamometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur daya yang biasanya terukur dengan satuan *horsepower* (hp). Kata *horsepower* ini pertama kali dikenalkan oleh James Watt, seorang penemu mesin uap berkebangsaan Skotlandia pada sekitar tahun 1775. Daya kuda atau (*horsepower*) adalah daya seekor kuda atau ukuran laju yang dapat dilakukan oleh seekor kuda.

Sebagai contoh, mesin 10 hp dapat melakukan kerja sama dengan 10 kuda (Ulum, 2007:4)

Jenis-jenis dynamometer

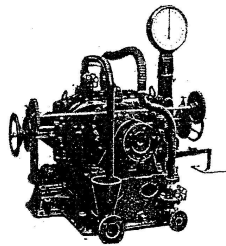
- *Fluid Dynamometer (Water Brake Dynamometer)*

Pengereman fluida dibagi menjadi 2 jenis, yaitu jenis gesekan (*friction*) dan agitator. Pada jenis gesekan, gaya meningkat dari gesekan viskus (*viscous shearing*) fluida diantara rotor dan stator. Sedangkan pada jenis agitator, gaya meningkat dari perubahan momentum fluida yang dipindahkan dari sudu stator dan kembali lagi.

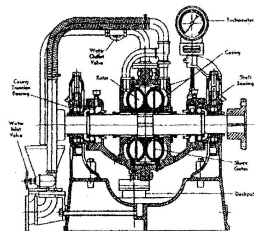


Gambar 6. Viscous water brake
Sumber: Obert (dalam Warju, 2009:84)

Gambar diatas menggambarkan secara sederhana pengereman gesekan dari sebuah piringan (*disc*) yang dipasang di dalam rumah (*casing*) yang berisi fluida seperti air. Contoh dynamometer hidrolis tipe agitator ditunjukkan dalam gambar 7, dan penampang unit penyerap daya ditunjukkan dalam gambar 8.



Gambar 7. Heenan-Froude water brake
Sumber: Obert (dalam Warju, 2009:85)



Gambar 8. Penampang Froude Dynamometer
Sumber: Obert (dalam Warju, 2009:85)

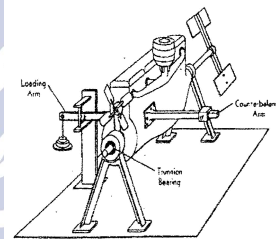
Daya mesin yang diserap oleh air yang bersirkulasi melalui dynamometer. Penyerapan energi ini akan menghasilkan kenaikan temperatur air dan kapasitas

pendingin yang cukup harus sesuai dengan disipasi laju daya. Mesin otomotif, pesawat terbang, dan kapal yang diuji dengan *fluida dynamometer* dalam rentang kapasitas 50 hp – 100.000 hp dan dioperasikan dari kecepatan yang sangat rendah (50 rpm) – kecepatan 20.000 rpm. Apabila dibandingkan dengan dynamometer jenis lain, inerti pengereman fluida pada jenis dynamometer ini sangat kecil.

- *Fan Brake Dynamometer*

Propeller atau kipas dapat menyuplai beban untuk pengujian dengan waktu yang lama dimana akurasi tidak dipentingkan. Permasalahan utama pengereman kipas (*fan brake*) adalah sulitnya menyetel beban. Untuk memvariasikan beban dilakukan dengan merubah radius (*r*) sudu, ukuran sudu, atau sudut sudu. Operasi ini biasanya membutuhkan penghentian mesin perubahan massa jenis udara selama pengujian berlangsung juga akan merubah beban.

Metode yang lain adalah dengan memasang mesin dalam sebuah "*cradle*" sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 9. Metode ini merupakan salah satu yang direkomendasikan. Metode yang pertama tadi membutuhkan kalibrasi pengaruh temperatur, kelembaban, massa jenis, dan kecepatan.

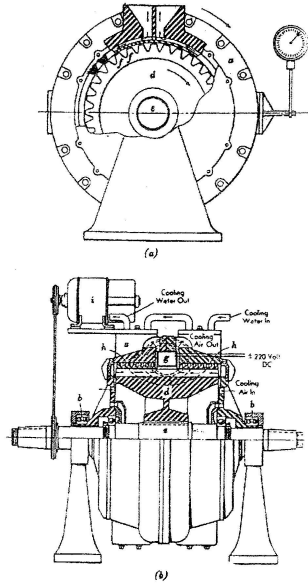


Gambar 9 Mesin "cradle" dengan pengereman kipas
Sumber: Obert (dalam Warju, 2009:84)

- *Eddy-Current Dynamometer*

Salah satu bentuk dynamometer elektrik terlama adalah *eddy current dynamometer*. Bentuk kesederhanaannya terdiri dari sebuah piringan atau (*disc*) yang digerakkan oleh mesin dibawah pengujian dalam medan magnet (*magnetic field*). Kekuatan medan magnet dikontrol dengan memvariasikan arus listrik (*current*) melalui koil yang diletakkan pada kedua sisi piringan. Piringan sebagai konduktor yang memotong medan magnet. Arus dimasukkan kedalam piringan, tidak ada arus eksternal yang eksis, arus yang dimasukkan membuat panas piringan. Untuk penyerapan daya yang besar, panasnya piringan menjadi *excessive* dan sulit untuk dikontrol.

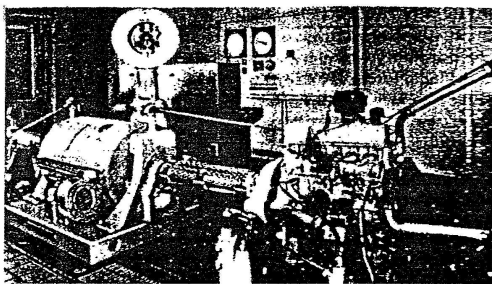
Gambar 10 menunjukkan dua penampang *eaton dynamitic dynamometer*, yang merupakan modifikasi bentuk *eddy-current dynamometer*. Sedangkan gambar 2.9 menunjukkan karakteristik torsi dan daya untuk *eddy-current dynamometer*.



Gambar 10. Penampang *Dynamometer eddy-current brake*
Sumber: Obert (dalam Warju, 2009:88)

- **Electric Dynamometer**

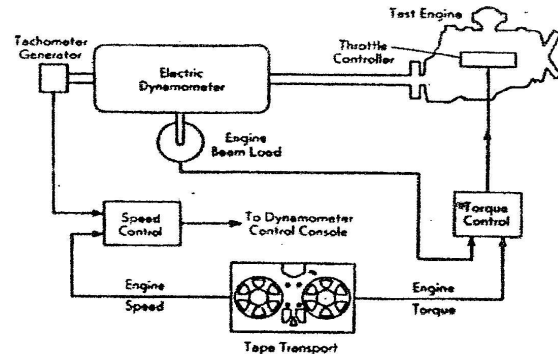
Sebuah generator listrik dapat digunakan untuk membebani mesin, tetapi *output* generator harus diukur dengan instrument elektrik dan dikoreksi dengan *magnitude* untuk efisiensi generator. Karena efisiensi generator tergantung pada beban, kecepatan, dan temperatur, dalam laboratorium pengujian performa mesin ingin didapatkan dalam pengukuran yang akurat. Torsi yang didapatkan dari hubungan *magnetic* diantara *armatur* dan *stator* adalah sama terhadap torsi pengujian mesin yang menggerakkan *armatur*.



Gambar 11 *Electric dynamometer* dan mesin uji yang telah diset

Sumber: Obert (dalam Warju, 2009:90)

Sebuah *electric dynamometer* dimungkinkan dimodifikasi dengan variasi kontrol untuk aplikasi mesin otomotif. Pengukuran jalan torsi dan kecepatan mesin (pengukuran yang lain termasuk: temperatur mesin, tekanan, dll) dibuat dengan *strain-gage transducer* dan sebuah *tachometer generator* serta direkam secara simultan pada sebuah *tape recorder* (Gambar 12).



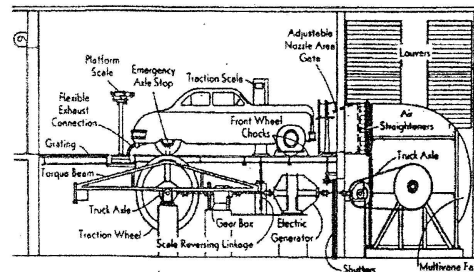
Gambar 12. *Dynamometer* yang diprogram dan dikontrol mesin

Sumber: Obert (dalam Warju, 2009:91)

- **Chassis Dynamometer**

Kendaraan bermotor dapat diuji di atas jalan raya atau pada *chassis dynamometer*, seperti diilustrasikan dalam gambar 13.

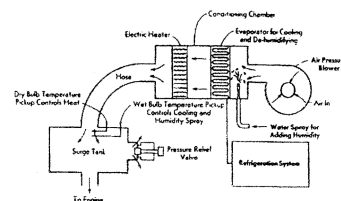
Jalan atau *track* pengujian merupakan kondisi cuaca yang tidak dapat dikontrol. Padahal, kendaraan yang melaju diatas jalan harus mengatasi (1) hambatan angin (*wind resistance*), dan (2) hambatan *rolling* (*rolling resistance*) oleh roda terhadap permukaan jalan. Pengaruh ini dapat diperkirakan dan *chassis dynamometer* dapat dioperasikan di bawah beban jalan.



Gambar 13. Skematik *chassis dynamometer*

Sumber: Obert (dalam Warju, 2009:92)

Mesin pada *test stand* atau mesin kendaraan bermotor pada *chassis dynamometer* dapat diuji dengan memvariasikan kondisi "atmosfer" dengan sebuah *mobile air-conditioner* seperti diilustrasikan dalam gambar 14. Alat ini dapat menyuplai 1.000 cfm udara pada 35-100°F dalam inHg dan dengan kelembaban relatif dari 30-100% (gambar 2.18).



Gambar 14. Skematik *mobile air-conditioner*

Sumber: Obert (dalam Warju, 2009:93)

Memilih Dynamometer

Memilih *dynamometer* tergantung pada untuk apa mesin itu dipesan. Gambar 15 berikut ini menyajikan jenis *dynamometer* yang dapat dijadikan pertimbangan untuk dipilih.

Tabel 6. Jenis-jenis *Dynamometer*

No	Jenis <i>Dynamometer</i>	Biaya Awal
1	<i>Electric dynamometer</i>	Harga tinggi
2	<i>Eddy-Current dynamometer</i>	Harga tinggi
3	<i>Water brake dynamometer</i> (kapasitas besar)	Rendah untuk kapasitas yang kecil
4	<i>Prony brake dynamometer</i>	Rendah untuk kapasitas yang kecil
5	<i>Fan brake dynamometer</i>	Murah tetapi tidak akurat

Sumber: Obert (dalam Warju, 2009:93)

PENUTUP

Simpulan

Setelah melakukan pengujian dan analisa tingkat keakurasian *engine water brake dynamometer* standar dan *engine water brake dynamometer* baru, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

- *Engine water brake dynamometer* baru akurasi dengan *engine water brake dynamometer* standar. Hal ini terbukti dalam beberapa tingkat pengujian, yaitu :
 - Keakurasian pengujian torsi dengan *engine water brake dynamometer* baru, pada putaran 2000-8000 rpm adalah 98,88%. Terbukti dengan hasil pengujian pada mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 dengan *engine water brake dynamometer* standar hanya selisih 1,12%. Torsi maksimum yang dihasilkan mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 sebesar 0,73 Kgf.m pada putaran 6500 rpm.
 - Keakurasian pengujian daya dengan *engine water brake dynamometer* baru, pada putaran 2000-8000 rpm adalah 98,75%. Terbukti dengan hasil pengujian pada mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 dengan *engine water brake dynamometer* standar hanya selisih 1,25%. Daya efektif yang dihasilkan mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 sebesar 6,78 pada putaran 7500 rpm.
 - Keakurasian pengujian konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc) dengan *engine water brake dynamometer* baru, pada putaran 2000-8000 rpm adalah 98,70%. Terbukti dengan hasil pengujian pada mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 dengan

engine water brake dynamometer standar hanya selisih 1,30%. Konsumsi bahan bakar spesifik minimum yang dihasilkan mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 sebesar 0,09 Kg/Ps.jam pada putaran 6500 rpm.

- Keakurasian pengujian tekanan efektif rata-rata (Bmep) dengan *engine water brake dynamometer* baru, pada putaran 2000-8000 rpm adalah 98,88%. Terbukti dengan hasil pengujian pada mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 dengan *engine water brake dynamometer* standar hanya selisih 1,12%. Tekanan efektif rata-rata maksimum yang dihasilkan mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 sebesar 4,18 Kg/cm² pada putaran 6500 rpm.
- Keakurasian pengujian Efisiensi thermal dengan *engine water brake dynamometer* baru, pada putaran 2000-8000 rpm adalah 91,99%. Terbukti dengan hasil pengujian pada mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 dengan *engine water brake dynamometer* standar hanya selisih 8,01%. Efisiensi thermal maksimum yang dihasilkan mesin Yamaha F1Z-R Tahun 2000 sebesar 84,40 % pada putaran 6500 rpm.

Saran

Berdasarkan simpulan di atas, saran yang ingin penulis sampaikan sebagai berikut:

- Penelitian ini hanya menganalisis torsi maksimum, daya efektif, konsumsi bahan bakar spesifik (sfc), tekanan efektif rata-rata (bmep), efisiensi thermal (η_{th}) saja. Oleh karena itu diperlukan penelitian lanjutan untuk menganalisis kebisingan dan kadar emisi gas gas buang, sehingga mendapatkan penelitian yang lebih lengkap.
- Hasil analisa *engine water brake dynamometer* baru ini terbukti cukup efektif untuk pengujian performa mesin, sehingga dapat digunakan sebagai media praktikum di Laboratorium Pengujian Performa Mesin Jurusan Teknik Mesin FT UNESA.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. Prinsip kerja motor dua langkah, (Online),
www.howstuffworks.com/engine.htm,
 diakses 31 Juli 2012).
<http://ultratune.gamamulti.com/index.php/berita/index/6>, diakses 8 Agustus 2012.
<https://maskurblog.wordpress.com/2010/08/06/apa-sih-artinya-2/>, diakses 14 Juni 2012.
<http://www.americanbeautytools.com/soldering-tool>, diakses 11 Agustus 2012.

http://www.autobodyonline.com/products/product_guide.cfm, diakses 11 Agustus 2012.

Ulum, Arif Zainul. 2007. *Perencanaan Stator dan Rotor pada Rancang Bangun Water Brake Dynamometer MD-1*. Tugas Akhir tidak diterbitkan. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin FT Unesa.

Warju. 2009. *Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor*. Surabaya: Unesa University Press.

