UJI VALIDITAS HASIL PENGUKURAN *COMPUTERIZED DIFFERENTIAL CHASSIS DYNAMOMETER* UNNES

SKRIPSI

Diajukan Dalam Rangka Menyelesaikan Studi Strata 1

Untuk Mencapai Gelar Sarjana Pendidikan

Oleh :

Nama	: Naela Fadlil
NIM	: 5201402035
Prodi	: Pendidikan Teknik Mesin, S1
Jurusan	: Teknik Mesin

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2007

ABSTRAK

Naela Fadlil. 2007. **Uji Validitas Hasil Pengukuran *Computerized Differential Chassis Dynamometer* UNNES.** Skripsi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Computerized differential chassis dynamometer merupakan alat pengukur daya dan torsi sepeda motor yang memanfaatkan konsep kesetimbangan gaya pada *differential* dan konsep tekanan fluida statis (konsep Pascal) pada *gear pump* yang dilengkapi dengan berbagai *sensor* sebagai media pen*transfer*an data, serta sistem komputerais sebagai media pembacanya. Konsep ini belum pernah digunakan sebelumnya sehingga perlu adanya pembuktian secara langsung dengan pengujian.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa validkah *computerized differential chassis dynamometer* bilamana dijadikan sebagai alat ukur alternatif untuk mengetahui daya dan torsi sepeda motor.

Penelitian secara *eksperimental* dengan menggunakan analisis deskriptif. Pengambilan data menggunakan beberapa sepeda motor standar, hasilnya berupa data putaran mesin (rpm), torsi (kgf.m) dan daya (Ps).

Pengujiannya dilakukan pada gigi percepatan 2 dari putaran idle – trotle valve terbuka penuh (putaran maksimum). Hasil penelitian pada masing-masing sepeda motor menunjukkan bahwa torsi dan daya maksimal pada gigi percepatan 2 ditunjukkan pada putaran mesin yang tertinggi, dengan kata lain semakin tinggi putaran mesin semakin besar pula torsi dan daya yang dihasilkan.

Pengujian pada Honda Supra X 125 cc torsi sebesar 0,070 kgf.m pada 4000 rpm dengan prosentase perbedaan 93,20 % dan daya sebesar 7,067 Ps pada 8000 rpm dengan prosentase perbedaan 24,05 %. Pengujian pada Yamaha Jupiter Z 110 cc torsi sebesar 0,133 kgf.m pada 5000 rpm dengan prosentase perbedaan 85,54 % dan daya sebesar 6,167 Ps pada 7500 rpm dengan prosentase perbedaan 31,47 %. Pengujian pada Suzuki Smash 110 cc torsi sebesar 0,151 kgf.m pada 5500 rpm dengan prosentase perbedaan 82,84 % dan daya sebesar 5,567 Ps pada 8000 rpm dengan prosentase perbedaan 27,70 %. Pengujian pada Yamaha Jupiter Z 110 cc torsi sebesar 0,110 kgf.m pada 6000 rpm dengan prosentase perbedaan 85,13 % dan daya sebesar 3,267 Ps pada 8000 rpm dengan prosentase perbedaan 55,18 %. Pengujian pada Yamaha Scorpio Z 225 cc torsi l sebesar 0,278 kgf.m pada 6500 rpm dengan prosentase perbedaan 85,05 % dan daya sebesar 6,53 Ps pada 8000 rpm dengan prosentase perbedaan 65,63 %.

Berdasarkan data hasil penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa *computerized differential chassis dynamometer* belum dapat dijadikan sebagai alat ukur alternatif untuk mengetahui daya dan torsi sepeda motor karena data hasil penelitian menunjukkan ketidak sesuaian data, yaitu prosentase datanya jauh dari batas toleransi yang telah ditentukan sebesar 5%. Dikatakan valid jika hasil pengukuran menunjukkkan angka dibawah prosentase batas toleransi, dan sebaliknya.

Kata kunci : Uji Validitas, *Computerized Differential Chassis Dynamometer*.

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi, Tahun 2007. Judul Skripsi **"Uji Validitas Hasil Pengukuran *Computerized differential Chassis Dynamometer*".**

Telah dipertahankan dihadapan tim penguji pada tanggal :

Panitia Ujian Skripsi

Ketua	Sekretaris
Drs. Pramono NIP. 131474226	Drs. Supraptono, M.Pd NIP. 131125645

Tim Penguji

Pembimbing I	Ketua Penguji/ I
Drs. M. Burhan RW, M,Pd NIP. 131764025	Drs. M. Burhan RW, M.Pd NIP. 131764025
Pembimbing II	Anggota Penguji /II
Drs. Pramono NIP. 131474226	Drs. Pramono NIP. 131474226 Anggota Penguji/ III
	Drs. Supraptono, M.Pd NIP. 131125645

Mengetahui,
Dekan FT

Prof. Dr. Soesanto
NIP. 13087575

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. *"Sesungguhnya sesudah kesulitan terdapat kemudahan (Q.S 94 : 6)"*
2. *"Kebenaran itu adalah dari Tuhanmu sebab itu jangan sekali-kali kamu termasuk orang-orang yang ragu" (Q.S. Al Baqarah : 147).*
3. *"Keyakinan dan kesungguhan adalah spirit menuju sebuah keberhasilan."*
4. *"Kegagalan kerap kali terjadi karena kurangnya kegigihan".*
5. *"Ragukan siapa saja,tetapi jangan sekali-kali meragukan diri sendiri" (Cristian Bovee).*
6. *"Rasa takut adalah pasir di dalam mesin kehidupan" (E. Staenley Jones).*

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada :

1. Ibunda tercinta (Almh)
2. Bapak yang selalu memberikan do'a, arahan dan dukungan.
3. Adik-adikku tersayang, kalianlah inspirasiku.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan nikmat, rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ***"Uji Validitas Hasil Pengukuran Computerized Differential Chassis Dynamometer".***

Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan studi Strata 1 guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak penelitian ini tidak akan terlaksana dengan baik. Hal tersebutlah yang mendorong penulis dengan ketulusan dan kerendahan hati ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Soesanto, Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
2. Drs. Pramono, Ketua Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. M. Burhan RW, M.Pd, Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
4. Drs. Pramono, Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan dukungan, bimbingan, arahan serta motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
5. Drs. Supraptono, M.Pd, Penguji Netral yang telah banyak memberikan saran dan masukan.
6. Widya Aryadi, S.T, Pembimbing Lapangan, penemu dan pemilik kosep *Computerized Differential Chassis Dynamometer*.
7. Hadromi, S.Pd, M.T, Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan ijin penggunaan laboratorium dengan segala fasilitasnya.
8. Bapak Jhonny Lorang dan bapak Anies yang telah memberikan dukungan moril dan spirituil sehingga penelitian berjalan dengan lancar.
9. Seluruh anggota tim *dynotest* yang terdahulu.
10. Teman-teman terbaik "Slontho Team" (Ihsan Hakim & Purwoto) dan mas Rahmadi yang selalu memberikan motivasi dan semangat.

11. Teman-temanku (Mulyono, Rhulli, Gondrong, Sport, Beny, Cecil, Nopek) yang telah hadir dalam keseharian dan telah memberikan motivasi.
12. Seseorang yang selalu di”hati” dan selalu memberikan do’a. Makasih atas do’a yang selalu dipanjatkan.
13. Keluarga besar CRC dan Himpro TM Jurusan Teknik Mesin yang selalu bersemangat dalam kebersamaan tim.
14. Teman-teman seperjuangan, PTM ’02 yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, semoga persahabatan kita akan abadi.
15. Keluarga besar ”Mbah Nas”, terima kasih untuk semua hal yang telah diajarkan. Semoga keluarga besar kita selalu bahagia. Amieen.
16. Teman-teman club ”Vegas” (KTO, Soka, Sikun, Basir, Kardeng, Sondong, Ukhi’, Asrofi, dan semuanya yang tidak dapat disebutkan satu persatu) terima kasih atas semua dukungannya.
17. Semua teman-teman SMUNSAPA, kalianlah teman-teman terbaikku.
18. Semua pihak yang telah membantu terlaksanannya penyusunan skripsi ini. dari awal sampai akhir tanpa terkecuali.

Atas amal baiknya, penulis do’akan semoga mendapat balasan kebaikan dari Allah SWT, penulis telah berusaha sebaik-baiknya dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Namum apabila masih terdapat kesalahan dan kekurangan itu karena keterbatasan penulis. Akhir kata semoga skripsi ini senantiasa bermanfaat bagi semua pembaca.

Semarang, Maret 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
ABSTRAK ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GRAFIK xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
A. Alasan Pemilihan Judul 1
B. Permasalahan 3
C. Pembatasan Masalah 4
D. Penegasan Istilah 4
E. Tujuan Penelitian 5
F. Manfaat Penelitian 5
G. Sistematika Skripsi 6
BAB II LANDASAN TEORI 7
A. Deskripsi Landasan Teori 7
1. Konsep Pengukuran Daya 7
2. Konsep Pengukuran Torsi 11
3. Konsep *Computerized Differential Chassis Dynamometer* 13
4. Prinsip Komputerisasi 25
B. Kerangka Berpikir 29
BAB III METODE PENELITIAN 32
A. Desain Penelitian 32
B. Variabel Penelitian 32
C. Tempat dan Waktu Penelitian 33

D. Metode Pengumpulan Data 33
E. Teknik Analisis Data 38
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 40
A. Hasil Penelitian 40
B. Pembahasan 42
C. Analisis Hasil Penelitian 45
D. Keterbatasan Penelitian 47
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 50
A. Simpulan 50
B. Saran 51
DAFTAR PUSTAKA 53
LAMPIRAN 54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 01. Analogi kerja (W) yang identik dengan torsi (T) pada sebuah motorbakar *recyprocal* 8
Gambar 02. Konsep torsi 12
Gambar 03. *Torque meter* 13
Gambar 04. Jenis-jenis *differential gear* 14
Gambar 05. Konstruksi diferential gear pada kendaraan 15
Gambar 06. Konsep straight-line differential..... 15
Gambar 07. Kesetimbangan pada *pulley* dan tali 17
Gambar 08. Pompa fluida tipe *gear pump* 21
Gambar 09. Sebuah *load cell* 22
Gambar 10. Desain *computerized differential chassis dynamometer* 24
Gambar 11. Analogi perbandingan putaran dan torsi pada rangkaian roda gigi 25
Gambar 12 Contoh tampilan Visual Basic untuk pengukuran performa kendaraan pada *computerized differential chassis dynamometer* .. 28
Gambar 13 Contoh grafik hasil pengukuran daya dan torsi dengan menggunakan *Dynamometer* (*boxter dynograph*.com) 28
Gambar 14 Konstruksi sederhana konsep pengukuran torsi 43

DAFTAR TABEL

Tabel 01. Spesifikasi komponen pada sistem pembebanan 21
Tabel 02. Merek dagang sepeda motor dan spesifikasinya..... 34
Tabel 03. Daya dan torsi hasil penelitian menggunakan *computerized differential chassis dynamometer*..... 40
Tabel 04. Daya dan torsi menurut spesifikasi teknis dari pabrik 41

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 01. Alur penelitian..... 38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data pengujian beberapa sepeda motor dengan menggunakan *computerized differential chassis dynamometer*. 54
Lampiran 2 Analisis data hasil pengujian *computerized differential chassis dynamometer*. 94
Lampiran 3. Foto dynamometer Ono Sokki di Kanzen 104
Lampiran 4. Foto dyno dynamic di PT Katulistiwa..... 107
Lampiran 5. Foto *computerized differential chassis dynamometer* dan komponen utamanya 108
Lampiran 6. Foto dokumentasi 110

BAB I

PENDAHULUAN

A. Alasan Pemilihan Judul

Dynamometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur prestasi sebuah mesin. Menurut cara/metode pengukurannya *dynamometer* dapat dibedakan menjadi 2 yaitu *engine dynamometer (ED)* dan *chassis dynamometer (CD).* Metode pengukuran dengan *dynamometer* pada tipe *ED*, poros *output* mesin dihubungkan langsung dengan *dynamometer* sedangkan untuk tipe *CD* pengujian dilakukan melalui roda penggerak kendaraan. Selanjutnya dalam waktu yang relatif singkat mesin dihidupkan sampai mencapai kecepatan putar maksimal. Besarnya hasil pengukuran dapat dilihat melalui monitor atau panel analog yang terdapat pada unit *dynamometer*.

Pada prinsipnya, daya dan torsi dapat diukur dengan cara memberikan pembebanan pada mesin. Konsep pengukuran ini telah melahirkan berbagai jenis *dynamometer* dengan media pembebanan yang berbeda. Jenis itu adalah ; *rope* dan *prony brake dynamometer* yang bekerja dengan pembebanan dari gaya pengereman, *hydraulic dynamometer* dengan pembebanan fluida, dan *electric dynamometer* dengan pembebanan fluksi magnet.

Harga yang sangat mahal menyebabkan *dynamometer* hanya dapat dimiliki oleh perusahaan otomotif ataupun bengkel modern, padahal peranan alat ukur ini sangat penting bagi kalangan pendidikan, peneliti, bengkel sampai kalangan *tuner*

yang digunakan untuk mendapatkan data-data mesin yang sangat dibutuhkan sesuai dengan kepentingan masing-masing.

Beranjak dari permasalahan itu mahasiswa dan dosen di Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang berusaha menemukan *dynamometer* alternatif dan sejak tahun 2001 sampai 2006 telah tercatat empat generasi *dynamometer* alternatif yang berhasil dicetuskan. Generasi pertama tahun 2001 disebut *hidraulic engine test bed*, yang bekerja dengan pembebanan fluida. Sesuai dengan nama yang diberikan, *dynamometer* ini masuk dalam kategori *engine dynamometer*. Dua tahun berikutnya ditemukanlah *dynamometer* generasi kedua yang sudah masuk dalam kategori *chassis dynamometer*, namun konsep yang telah ditemukan hanya terealisasi dalam bentuk replika mini. Tahun 2005 kembali *dynamometer* alternatif generasi ketiga selesai digarap, yang merupakan penyempurnaan dari *dynamometer* sebelumnya. Generasi ketiga ini disebut *differential chassis dynamometer*, yang bekerja dengan memanfaatkan konsep kesetimbangan gaya pada *differential unit* dan konsep tekanan fluida statis (konsep Pascal). Data tekanan fluida statis yang didapat dari *pressure gauge* dijadikan sebagai indikator besar-kecilnya prestasi motor. Selanjutnya secara manual data tekanan tersebut dijadikan data *input* untuk rumus daya dan torsi. Sebagai pelengkapnya ditambahkan sebuah alat pengukur kecepatan putar *(tachometer)*. Konsep pembacaan yang masih analog tersebut memungkinkan adanya kesalahan dalam pembacaan. Berdasarkan data yang didapat dari beberapa kali pengujian sebelumnya, sistem analog ini menghasilkan data yang tidak konsisten

dan dalam pemakaian kurang praktis karena penguji harus menghitung secara manual terlebih dahulu untuk dapat mengetahui besarnya prestasi motor yang diukur.

Solusi dari permasalahan itu adalah perlunya sistem komputer dalam perhitungan daya pada *differential chassis dynamometer* sebagaimana yang telah diterapkan pada *dynamometer-dynamometer* pada umumnya. *Dynamometer* alternatifpun memasuki generasi keempat. Sistem pengukuran telah menggunakan komponen digital, sehingga dengan teknik *interfacing* data itu diolah dengan program khusus yang dapat di*instal* pada *personal computer* (PC) ataupun *laptop*.

Penulis tertarik untuk meneliti seberapa validkah hasil pengukuran *compurized differential chassis dynamometer* hasil rekayasa mahasiswa dan dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang, apabila dibandingkan dengan data hasil pengukuran yang terdapat pada spesifikasi teknis kendaraan bermotor.

B. Permasalahan

Seberapa besar perbedaan data hasil pengukuran daya dan torsi, yang dihasilkan oleh sistem *computerized* jika dibandingkan dengan data yang terdapat pada *spesifikasi* teknis kendaraan bermotor dengan asumsi bahwa spesifikasi teknis tersebut telah diuji dengan alat ukur yang valid. Berdasarkan besarnya perbedaan itulah nantinya dapat disimpulkan seberapa valid hasil pengukurannya sebelum dijadikan sebagai alat pengukur daya dan torsi sepeda motor.

C. Pembatasan Masalah

1. Dalam pengambilan data daya dan torsi dilakukan pada *rpm* sesuai dengan *rpm* yang tercantum pada spesifikasi teknis.
2. Penelitian dilakukan pada gigi percepatan 2, dengan asumsi pada gigi percepatan itu mempunyai *reduksi* (ratio gigi) yang tidak terlalu tinggi, yaitu berkisar sekitar 0,6.

D. Penegasan Istilah

Penegasan istilah dimaksudkan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas dan agar terdapat kesatuan pengertian dari beberapa istilah yang terdapat dalam rancangan skripsi dengan judul Uji Validitas Hasil Pengukuran *Computerize Differential Chassis Dynamometer*. Istilah-istilah tersebut antara lain:

1. Uji validitas

Uji validitas adalah suatu tindakan yang sengaja dilakukan untuk mengetahui seberapa validkah suatu alat (*Computerize Differential Chassis Dynamometer*) dapat digunakan atau dengan kata lain dapat dipercayakah suatu alat tersebut (*Computerize Differential Chassis Dynamometer*) bila digunakan sebagai alat ukur daya dan torsi kendaraan bermotor.

2. Hasil pengukuran

Hasil pengukuran adalah data yang diperoleh dari pengukuran atau *penelitian* yang dilakukan pada suatu kendaraan bermotor dengan menggunakan *Computerize Differential Chassis Dynamometer*.

3. *Computerize Differential Chassis Dynamometer*

Computerized differential chassis dynamometer merupakan alat uji daya dan torsi sepeda motor alternatif yang memanfaatkan konsep kesetimbangan gaya pada *differential* dan konsep tekanan *statis*. Sedangkan sebagai media pembebanannya menggunakan *fluida*, dalam hal ini adalah minyak pelumas SAE 20W/50. Besar kecilnya pembebanan dapat diatur melalui keran-keran pengatur aliran *fluida* kerja.

Computerized differential chassis dynamometer yang dimaksud dalam penelitian ini adalah sebuah alat uji daya baru yang digunakan untuk mengetahui unjuk kerja motor yang meliputi daya dan torsi yang telah dimiliki oleh Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar perbedaan hasil pengukuran yang dihasilkan oleh *computerized differential chassis dynamometer* yang dengan data pada spesifikasi teknis kendaraan yang meliputi:

1. Besarnya perbedaan data hasil pengukuran torsi
2. Besarnya perbedaan data hasil pengukuran daya

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber informasi tentang tingkat kevalidan *computerized differential chassis dynamometer* dalam pengukuran daya

dan torsi sepeda motor. Nantinya informasi ini akan dijadikan sebagai tolak ukur layak dan tidaknya *computerized differential chassis dynamometer* ini dijadikan sebagai alat pengukur daya dan torsi.

G. Sistematika Skripsi

Bagian pendahuluan berisi : halaman judul, abstrak penelitian, halaman pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar dan daftar lampiran.

Bagian isi meliputi bab I pendahuluan yang berisi tentang alasan pemilihan judul, permasalahan, pembatasan masalah, penegasan istilah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika skripsi. Bab II berisi landasan teori serta kerangka berpikir. Bab III metodologi penelitian yang memuat tentang objek ukur dan kelengkapan yang digunakan, variabel penelitian, langkah penelitian serta metode analisis data. Dalam bab IV dijabarkan hasil penelitian dan pembahasan hasil penelitian dari pengumpulan data. Bab V terdiri dari kesimpulan dan saran. Bagian akhir skripsi berisi daftar pustaka, lampiran-lampiran dan dokumentasi-dokumentasi selama penelitian.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Landasan Teori

Landasan teori merupakan suatu telaah kepustakaan yang menjadi kerangka acuan penelitian sehingga memberi arah untuk menjawab permasalahan dalam penelitian. Pada penelitian ini antara lain; konsep pengukuran daya, torsi, dan konsep *computerized differential chassis dynamometer* serta kerangka berpikir.

1. Konsep pengukuran daya

Untuk mengangkat suatu benda dengan ketinggian atau jarak tertentu dibutuhkan kerja yang sama tanpa memperhatikan kerja tersebut dilakukan dalam 1 det, 1 jam maupun 1 tahun. Laju kerja yang dilakukan dalam satuan waktu disebut daya. Jadi jika ΔW dilakukan dalam selang waktu Δt maka daya rata-rata (P) dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\text{Daya rata} - \text{rata} = \frac{\text{Kerja yang dilakukan}}{\text{Selang waktu}}$$

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

Daya motor diukur dari besarnya kerja yang dilakukan oleh motor tersebut pada waktu tertentu, umumnya daya dihitung dalam 1 detik 75 m-kg (1 *horse power*). Bila tenaga kuda adalah jumlah kerja motor yang disalurkan dalam waktu tertentu, torsi dapat dijadikan sebagai ukuran kerja yang dilakukan oleh suatu motor. Dalam menghitung daya motor biasanya daya *(horse power)* dinyatakan

per detik, kecepatan putaran dinyatakan per menit, dan torsi dalam Nm sehingga dapat dituliskan dalam persamaan berikut :

$$P = \frac{2\pi T n}{75 \ x \ 60}$$

Keterangan :

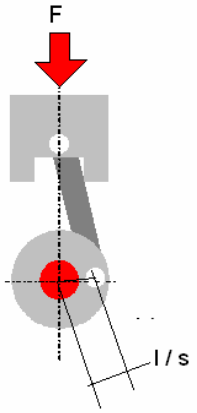
P : Daya motor (Ps)

T : Torsi motor (kgf-m)

n : Putaran motor (rpm)

$\frac{1}{75}$: faktor konversi satuan kgfm/s menjadi satuan Ps

$\frac{2\pi}{60}$: faktor konversi kecepatan putar (rpm) menjadi kecepatan translasi (m/detik)



Gambar 01. Analogi kerja (W) yang identik dengan torsi (T) pada sebuah motor bakar *recyprocal*

Secara prinsip dasar, prestasi sebuah motor dapat dilihat dari besar kecilnya tekanan hasil pembakaran antara campuran bahan bakar dan udara yang terjadi di

dalam silinder pada saat langkah usaha. Makin besar tekanan pembakaran yang dihasilkan, maka makin besar pula tenaga dan torsi yang dihasilkan. Besar kecilnya tekanan hasil pembakaran ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya; diameter silinder, panjang langkah torak, perbandingan kompresi, efisiensi thermis dan efisiensi mekanis, nilai panas pembakaran serta banyaknya silinder yang bekerja.

Daya yang dihasilkan oleh pembakaran gas disemua silinder dalam satuan waktu tersebut disebut sebagai daya indicator (*Ni*) yang apabila dikurangkan dengan kerugian-kerugian yang ada di dalam mesin (daya gesek (*Ng*)) dan daya aksesoris (*Na*)) maka akan didapatkan daya efektif (*Ne*). Daya efektif inilah yang ada pada poros *output* sebuah mesin. Secara teoritis hal itu dapat ditulis menjadi :

$$Ne = Ni - (Ng + Na)$$

$$Ni : Pi_{rata\text{-}rata}.VL.z.n.a.\frac{1}{450000}.....(Ps) / Pferde\ stärke$$

Keterangan:

$Pi_{rata\text{-}rata}$: tekanan efektif rata-rata (kg/cm^2)

VL : volume langkah torak per silinder (cm^3)

z : jumlah silinder

n : putaran poros engkol (rpm)

a : jumlah siklus per putaran (siklus/putaran)

$\frac{1}{450000}$: faktor konversi satuan, didapat dari $\frac{1}{60.100.75}$

Metode pengukuran dengan menggunakan rumus ini cukup rumit karena harus dilakukan dengan sebuah *engine indicator* yakni sebuah alat pengukur

tekanan pembakaran (*Pi*), itupun hasilnya belum sepenuhnya valid karena masih menggunakan teknik perkiraan untuk mengukur luasan grafik yang dihasilkannya. Sebagai gantinya maka dipergunakanlah rumus:

$$Ne : \frac{2\pi n}{60} \text{ x T x } \frac{1}{75} \text{ .....}(Ps)$$

T : torsi/momen putar, m kg

n : putaran mesin per menit

$\frac{1}{75}$: faktor konversi ke satuan SI

$\frac{1}{60}$: faktor konversi dari menit ke detik

Daya efektif (*Ne*) merupakan daya yang terpakai dan sampai di poros *output* mesin, sehingga dilihat dari kevalidannya maka pengukuran ini lebih valid jika dibandingkan dengan pengukuran daya dengan menggunakan daya indikator (*Ni*). Secara praktis hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan sebuah alat pengukur tenaga atau disebut *dynamometer*. Data tekanan pembakaran (*P*) dapat diketahui dari besarnya torsi/momen (*T*) yang terukur oleh alat ukur ini. Hubungan antara P dan T tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

P : F x A dan T : F x r

Dimana :

F : gaya

A: luasan bidang tekan (dalam hal ini berarti luasan kepala piston)

r : jari-jari engkol

Sehingga jika A dan F sudah diketahui maka secara otomatis besarnya P dapat diketahui pula.

2. Konsep pengukuran torsi

Torsi adalah gaya puntir atau gaya putar. Dalam hal ini, gaya torsi digunakan dalam putaran mesin. Didalam sebuah mesin gaya puntir mempunyai peranan yang sangat penting, karena didalam mesin terjadi putaran yang sangat cepat. Pada umumnya suatu mesin mempunyai torsi maksimum pada putaran mesin menengah yaitu antara 4000 – 6000 rpm.

Torsi merupakan perkalian antara gaya (F) dikalikan dengan jari-jari (r). F dapat dianalogikan sebagai tekanan hasil pembakaran pada torak, sedangkan r merupakan jari-jari poros engkol. Hal ini berarti bahwa besarnya torsi motor dipengaruhi oleh dua hal pokok yaitu F dan jari-jari r. Besarnya F sangat dipengaruhi oleh kesempurnaan pembakaran di dalam silinder, makin sempurna pembakaran di dalam sebuah motor maka gaya tekan (F) yang dihasilkan makin besar pula sehingga torsi yang terbangkit akan semakin maksimal. Secara matematis, hal itu dapat ditulis:

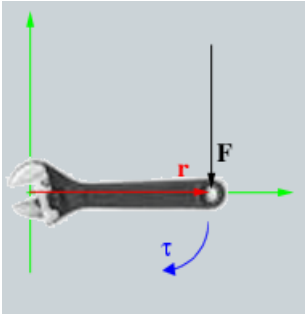
$$T = F.r \text{ (kgf.m)}$$

Keterangan :

T : Torsi (kgf.m).

F : Gaya (kgf)

r : panjang lengan (m)



Gambar 02. Konsep torsi

Pada dasarnya, daya dalam sebuah mesin merupakan perkalian antara torsi dan kecepatan putar mesin dalam revolution per minute (rpm). (http://.wikipedia.org/power.2/12/2006). Jika gaya diberikan sepanjang jarak tertentu, maka hal ini sama dengan memberikan kerja sepanjang jarak gaya tersebut diberikan. Apabila gaya tersebut diberikan terhadap satuan jarak rotasi (r), maka dihasilkan torsi. Padahal daya adalah kerja persatuan waktu. Jika hal ini dihubungkan dengan torsi, maka dihasilkan :

$$P = T.n$$

Dimana :

P = power

T = torsi

n = jumlah putaran mesin per menit

Torsi dapat diketahui langsung dengan menggunakan alat ukur yang disebut dengan *torque meter*. Pemasangan alat ini adalah dengan memasang *fixed* salah satu ujung tangkai pada sebuah *konstruksi*, dan sisi yang lain dihubungkan dengan tangkai yang akan diberikan gaya. Besarnya torsi akan langsung ter*kalkulasi* melalui *software* khusus yang telah ter*install* didalam unit komputer.

Gambar 03. ***Torque meter***

Namun apabila besarnya gaya dan jarak yang diberikan telah diketahui, maka dengan menggunakan perkalian antara dua hal itu torsi langsung dapat diketahui. Dengan menggunakan sebuah mekanisme khusus konsep pengukuran torsi ini dapat diaplikasikan untuk pengukuran torsi pada *dynamometer*.

3. Konsep *computerized differential chassis dynamometer*

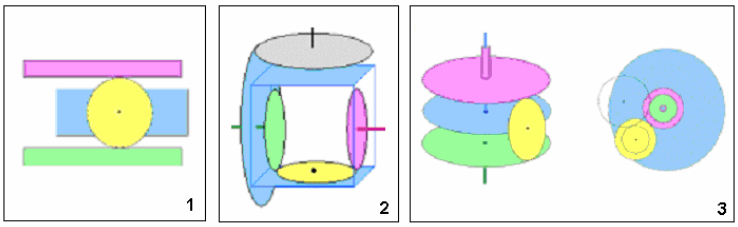
Computerized differential chassis dynamometer merupakan alat uji daya dan torsi sepeda motor alternatif yang memanfaatkan konsep kesetimbangan gaya pada *differential* dan konsep tekanan statis. Sedangkan sebagai media pembebanannya menggunakan fluida, dalam hal ini adalah minyak pelumas SAE 20W/50. Besar kecilnya pembebanan dapat diatur melalui keran-keran pengatur aliran fluida kerja.

Beberapa prinsip yang mendasari konsep kerja dari *compurized differential chassis dynamometer* dijelaskan sebagai berikut :

a. Prinsip *differensial gear*

Differential gear dapat dijelaskan sebagai rangkaian dua buah roda gigi seporos yang dihubungkan oleh satu atau lebih *planetary gear* yang ditempatkan diantara porosnya dan dipasang pada suatu meja putar atau *turn table* yang

digerakkan *ring gear*. Biasanya dibidang otomotif *planetary gear* pada *differential* disebut dengan *pinion gear*.



Gambar 04. Jenis-jenis *differential gear*

(Sumber : *The Antikythera Mechanism II*)

Differential gear dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu :

1) *Straight-line differential*

   Differential yang digunakan sebagai pembeda gerakan antara dua buah *rack*.

2) *Rotary differential*

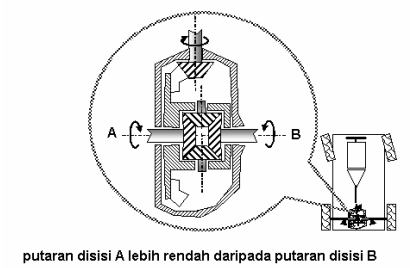
   Differential yang digunakan sebagai pembeda putaran dua buah poros dimana putaran keduanya saling mempengaruhi.

3) *Planetary differential*

   Differential yang digunakan sebagai pembeda putaran dua buah poros dimana putaran keduanya tidak saling mempengaruhi.

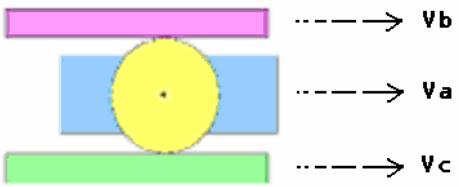
b. Konsep *differential gear* pada kendaraan.

Differential gear pada mobil termasuk jenis *rotary differential*. Konsep *differential gear* pada mobil digunakan sebagai pembeda putaran roda berdasarkan perbedaan pembebanan pada saat mobil tersebut berbelok ataupun jika salah satu roda memiliki tahanan putar yang berbeda..



Gambar 05. Konstruksi diferential gear pada kendaraan

Analisa *differential gear* mobil didasarkan pada analisa *straight-line differential*, baik distribusi putarannya maupun pembebanannya. Analisa *straight-line differential* sebagai berikut :



Gambar 06. Konsep straight-line differential

Analisis dalam hal ini *pinion gear* dianggap bebas berputar pada plat penggerak, jika kecepatan *driven plat Va,* kecepatan *rack* atas *Vb, kecepatan rack* bawah *Vc,* maka perbandingan ketiganya diberikan dalam persamaan berikut:

$$Va = \frac{Vb + Vc}{2}$$

Persamaan ini dapat diterapkan pada *rotary differential* dengan memberikan kecepatan dalam bentuk kecepatan putar sehingga :

$$na = \frac{nb + nc}{2}$$

Keterangan :

na : kecepatan putar *ring gear*

nb, nc : kecepatan putar masing- masing poros *out put*.

c. Konsep kesetimbangan *differential* pada *computerized differential chassis dynamometer*

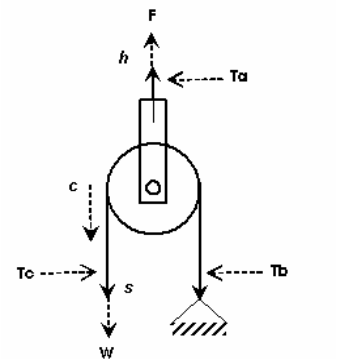
Kecepatan putar pada poros *output* pembaca beban dapat diabaikan, sehingga *Vc=0.* Putaran yang dihasilkan oleh poros ini, dirubah menjadi gerak *translasi* dengan perantaraan sebuah puli pengikal dan digunakan untuk menekan sebuah tabung hidrolik, sehingga perbandingan putaran antara poros a dan poros b menjadi:

$$na = \frac{nb + 0}{2}$$

$$nb = 2na$$

sehingga berdasarkan perbandingan tersebut, jumlah putaran pada poros *output* yang bebas adalah dua kali jumlah putaran dari *ring gear*.

Konsep kesetimbangan beban pada rotary differential juga bisa disederhanakan dengan melihat analisa pada *straight-line differential*. Pada *straiht-line differential* setiap perpindahan satu gigi pada satu sisinya akan secara langsung memindahkan juga satu gigi pada sisi *rack* yang lain. Analisa bisa disederhanaan dengan analogi dua *rack* itu sebagai sebuah tali dan *pinion gear* sebagai sebuah puli, sehingga sistem *straight-line differential* sebagai rangkaian *pulley* dan tali sebagai berikut :



Gambar 07. Kesetimbangan pada *pulley* dan tali

Dari gambar diatas didapatkan :

$s = 2h$

$c = 2v$

dengan :

s : jarak perpindahan W

h : jarak perpindahan F

c : kecepatan gerak tali

v : kecepatan gerak sumbu *pulley*

Bila hambatan gesek pulley, dan faktor kekakuan tali diabaikan, maka berdasarkan persamaan Newton III dimana aksi sama dengan reaksi persamaan gayanya menjadi :

$W = S$

$F = W + S$

$F = 2W$

Persamaan ini dapat diaplikasikan pada sistem *rotary differential* dengan, mengganti faktor *h* dengan *n,* dan karena gaya pada suatu sisten *rotary* selalu berhubungan dengan faktor *radius* perputarannya (*r*) dimana :

$$T = F \times r$$

$$Tp.np = Te.ne$$

$$Te = \frac{Tp.np}{ne} \longrightarrow Tp = F.r$$

Keterangan :

Tp = torsi pompa

np = putaran pompa

Te = torsi *engine*

ne = putaran *engine*

Daya sebuah motor dapat diketahui dengan terlebih dulu mendapatkan data torsi (T) dan data putaran mesin (n) yang kemudian dikalikan dengan faktor-faktor konversi satuan yang sudah ditentukan. Torsi merupakan hasil kali antara gaya dan jarak lengan. Gaya didapatkan dari penunjukan besarnya tekanan yang dihasilkan oleh pengukur tekanan mekanik digital *(load cell).* Panjang lengan (r) adalah jarak antara ujung lengan penarik dengan titik pusat poros *differential* sedangkan data putaran motor (n) diperoleh dari *tachometer.*

d. Bagian dan cara kerja *computerized differential chassis dynamometer*.

Secara garis besar bagian-bagian yang terdapat di dalam unit *computerized differential chasis dynamometer* dapat di kelompokan menjadi :

1) Sistem rangka

Komponen yang terdapat di dalam sistem ini berupa konstruksi baja yang disusun sedemikian rupa sesuai dengan kebutuhan konstruksi yang dibutuhkan. Selain sebagai tulang punggung sistem *dynamometer*, rangka dalam hal ini juga berfungsi sebagai penyerap getaran. Pada beberapa titik, sistem ini dilengkapi dengan *rubber mounting* yang berfungsi untuk menyerap getaran yang ditimbulkan oleh kendaraan uji.

2) Sistem penggerak

Terdiri dari dua buah *roller* roda (*roller* penggerak dan *roller* pengimbang), satu *unit differential*, *kopel* dan tuas penarik.

Sistem ini adalah urutan pergerakan/putaran yang dihasilkan oleh kendaraan uji sampai pada *differentia*l. Urutannya adalah putaran dari poros roda kendaraan ditransferkan ke *roller*, kemudian diteruskan ke *unit differential*.

3) Sistem *differential*

Terdiri dari sebuah *unit differrential gear* yang mana telah dijelaskan sebelumnya bahwa sistem ini berfungsi sebagai penerus tenaga putar dari *roller* ke *gear pump* (sistem pembebanan) dan ke *unit load cell* (sistem pengukuran tekanan untuk mendapatkan torsi).

4) Sistem pembebanan

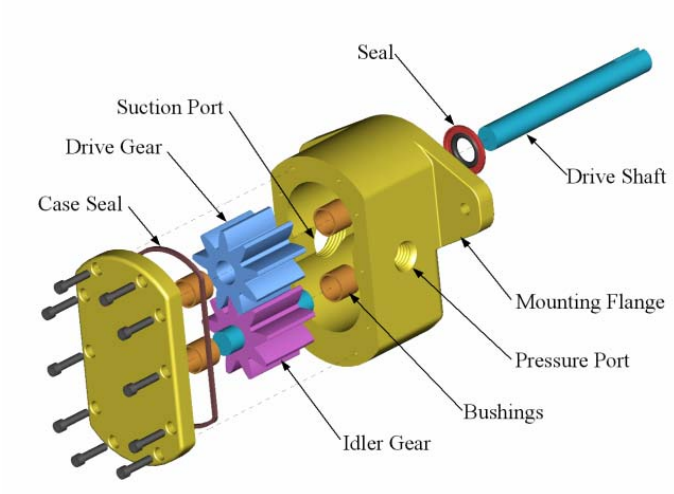
Sistem ini terdiri dari pompa *fluida*, pipa-pipa/selang-selang *fluida*, keran yang berjumlah dua buah, tangki *reservoir* cairan *fluida.* Pompa *fluida* ini hambatan aliran *fluida*nya dapat divariasikan dengan mengatur diameter pipa keluar (*exhaust pipe*), yang dalam hal ini dilakukan dengan mengatur derajat pembukaan/penutupan katup aliran *exhaust.* Makin besar hambatan yang

diberikan pada aliran pipa, maka makin besar pula tenaga yang diperlukan untuk memutar poros pompa. Apabila beban putar pada sisi *differential* yang lain lebih kecil dari pada beban putar yang terdapat pada pompa, maka tenaga putar dari *differential* akan diteruskan ke sisi yang beban putarnya lebih rendah tersebut.

Beberapa spesifikasi yang terdapat dalam sistem pembebanan antara lain sebagai berikut :

Tabel 01. *Spesifikasi* komponen pada sistem pembebanan

Komponen	Spesifikasi
Pompa fluida	Pompa hidrolik tipe roda gigi (gear pump), dengan input ¾“ dan out put ½“
Selang hidrolis	Selang hidrolis dengan diameter ½”, dirangkai secara paralel untuk aliran fluida.
Keran pembeban	Untuk keran *by pass* steam valvenya 90^0, sedangkan untuk keran pembebannya 1830^0.

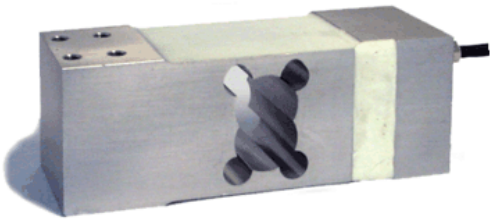


Gambar 08. Pompa fluida tipe gear pump

(wikipedia/pump. Last edited at 21 desember 2006)

5) Sistem *sensing* (*sensor* pembacaan data)

Sitem ini terdapat dua buah sensor ukur, yaitu sebuah *load cell* dan sebuah *proximity*. *Load cell* adalah *sensor* pembacaan untuk mengukur gaya puntir (tekanan mekanis) dari putaran, sedangkan *proximity* adalah *sensor* untuk mengukur kecepatan putarnya. Hasil pembacaan kedua piranti inilah yang nantinya diperlukan untuk pengolahan data secara komputerais.



Gambar 09. Sebuah *load cell*

6) Sistem *computerizing*

Sistem ini terdiri dari *Unit personal computer* (PC): berfungsi sebagai pengolah data *input* yang berasal dari *load cell unit* dan *tachometer unit*. Didalam komputer inilah data-data dari *load cell* dan *tachometer unit* diolah sehingga dihasilkan daya dan torsi. Untuk mengolah data-data tersebut dipakai sebuah *software* yang disebut dengan *visual basic*.

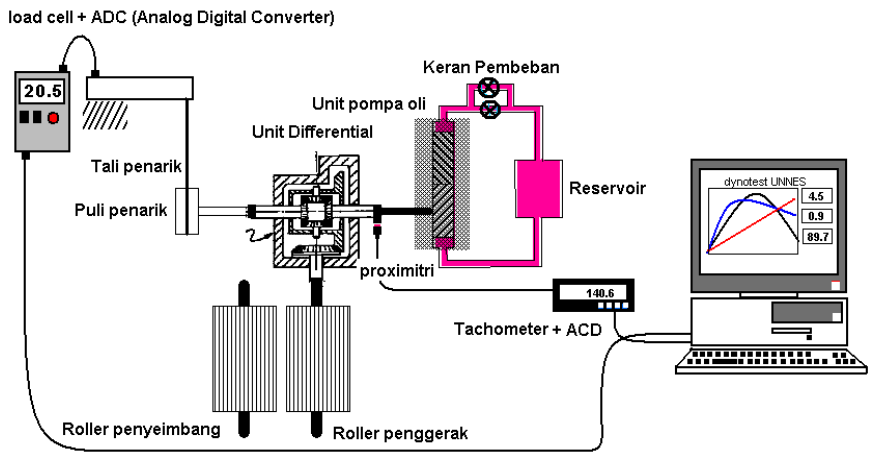
e. Berdasarkan konstruksi dan kemampuannya *computerized differential chassis dynamometer* mempunyai prinsip kerja sebagai berikut :

1) Daya sepeda motor yang digunakan untuk memutar roda akan diteruskan ke *roller* yang terletak seporos dengan *input shaft differential.* Selanjutnya putaran tersebut diteruskan ke poros kanan dan kiri *unit differential.* Satu poros

differential memutar pompa *fluida* dan poros yang lain dihubungkan dengan unit penekan *load cell*.

2) Pompa *fluida* akan memompa *fluida* cair dalam hal ini minyak hidrolis dari *reservoir* bersirkulasi melalui keran dan selang-selang tekanan tinggi. Keran utama ditutup rapat, mengakibatkan aliran fluida hanya melewati saluran *by pass*, dalam hal ini berarti pada pompa dilakukan pembebanan sehingga putaran pompa fluida menjadi berat/tertahan. Tahanan pompa tersebut mengakibatkan beban pada kedua poros tidak sama, sementara putaran dari *roller* terus terjadi. Sebagaimana prinsip *differential,* perbedaan beban itu akan memaksa poros yang lain yang tahanan putarnya lebih kecil untuk berputar. Gaya putar yang dihasilkan kemudian diubah menjadi gaya tekan (F) yang akan diteruskan ke unit pengukur gaya tekan (*load cell*), angka hasil pengukuran dapat dilihat pada LCD *display* yang menjadi kesatuan dengan *load cell*.

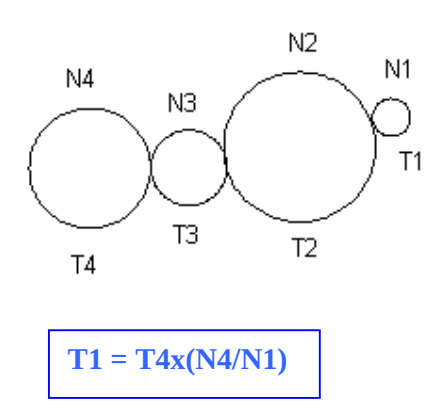
3) F yang terukur oleh *load cell* kemudian dikalikan dengan jari-jari efektif lengan penarik (r), dengan memasukkannya ke dalam rumus torsi maka besarnya torsi (T) dapat diketahui. Torsi (T) dari hasil pengukuran ini selanjutnya dikalikan dengan kecepatan putar mesin kendaraan (n) dan faktor konversi ke satuan daya tertentu sehingga akan dihasilkan daya efektif (Ne).



Gambar 10. Desain *computerized differential chassis dynamometer*

a) Torsi maksimum alat yang telah terukur kemudian dikalikan dengan angka konstanta yakni 0,072 agar sesuai dengan torsi yang terukur yang terdapat di dalam spesifikasi teknis kendaraan uji. Konstanta tersebut didapatkan dari= $torsi\ alat\ x\,(n\ poros\ pompa\,/\,n\ me\sin)$. Apabila putaran poros (N) pompa dianggap sebagai N4 dan putaran mesin dianggap sebagai N1, maka didapatkanlah perbandingan jumlah putaran $\frac{N1}{N4}$.

Sedangkan $\frac{N4}{N1} = \frac{T4}{T1}$ maka apabila T4 telah diketahui, secara otomatis T1 dapat diketahui pula.



Gambar 1. Analogi perbandingan putaran dan torsi pada rangkaian roda gigi

b) Daya alat maksimumpun juga perlu dikalikan dengan angka konstanta tertentu yakni sebesar 0,665. Angka tersebut juga dihasilkan dengan cara yang hampir sama, yakni terlebih dahulu perbandingan antara daya alat maksimum yang terukur terhadap daya mesin maksimum yang seharusnya, atau secara matematis dapat ditulis; $\frac{daya\,alat}{daya\,mesin}$.

Konstanta inilah yang digunakan dalam proses perhitungan daya motor pada *software dynorecord.*

4. Prinsip komputerisasi

Komputerisasi adalah istilah yang digunakan untuk menyebut suatu metode alternatif yang menggunakan perangkat komputer. Komputer sendiri tersusun oleh tiga bagian pokok yaitu *software, hardware,* dan *brainware.* Agar suatu metode dapat diolah dengan komputer maka terlebih dahulu metode tersebut harus dirubah menjadi data yang dapat diterima oleh program/*software* yang ada

didalam komputer. Untuk kepentingan itu maka dikenal teknik *interfacing*, yakni teknik khusus yang digunakan agar data dari luar dapat diterima sebagai data *input* untuk penghitungan didalam program komputer dengan menggunakan bantuan antar muka (*interface).*

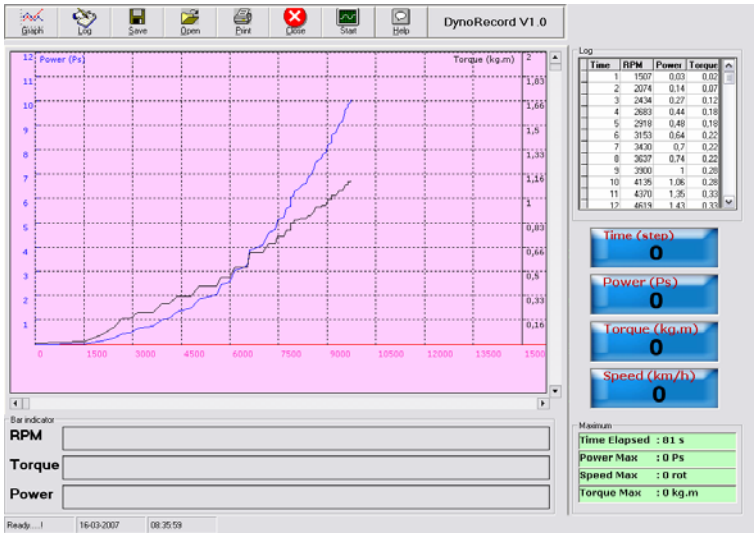
Interface merupakan perangkat tambahan yang diperlukan untuk mengubah *format file* dari luar agar sesuai dengan *format file* yang dapat diproses oleh program-program pengolah data didalam komputer. Khusus untuk kepentingan penghitungan daya didalam *computerized differential chassis dynamometer* ini, *interface* yang digunakan adalah berupa *sensor* tekanan mekanis *(load cell)* yang dilengkapi dengan *analog digital convertor* (ADC) dan sebuah *proximity* (semacam *sensor* putaran) yang juga dilengkapi dengan ADC. ADC adalah komponen pengubah data *analog* menjadi data *digital,* sehingga data yang dihasilkan oleh kedua *sensor* dapat diterima sebagai data *input* dalam program pengolah data.

Program-program pengolah data didalam komputer macamnya banyak sekali, yang semuanya dapat dimasukkan (di*instal*) ataupun dibuang (di*remove*) apabila tidak diperlukan. Program pengolah data yang dipilih untuk mengolah data *input* didalam *computerized differential chassis dynamometer* kali ini adalah program *Microsoft*^{TM} *Visual Basic* (MVB). Kelebihan utama yang dimiliki oleh program ini adalah kemampuanya dalam membaca data-data yang bersifat *moving* atau data-data yang nilainya berubah-ubah secara dinamis. Hal itu dapat dilakukan karena didalam program MVB terdapat *format file* DLR *(dynamic link lybrary)* yaitu sebuah bentuk *system file* khusus yang dapat membaca data *input* yang

harga-harganya berubah-ubah. *System file* tersebut dapat dibuat sendiri ataupun dengan men *download* dari internet. Selain itu terdapat pula kelebihan sekunder yang diantaranya:

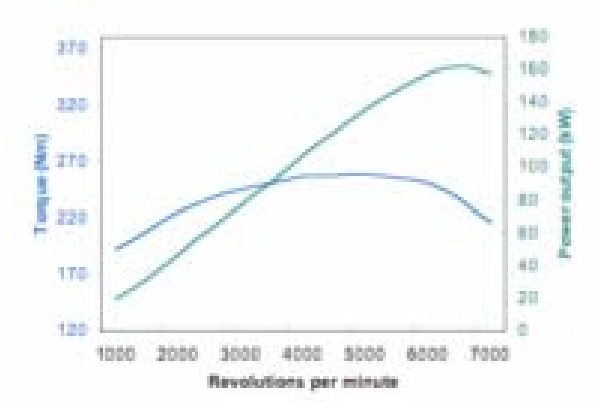
a. Mudah dalam mencari *referensi* apabila dibutuhkan beberapa variasi tampilan melalui internet
b. Cocok dengan *Windows*, bahkan dengan *under windows* sekalipun
c. Contoh-contoh *aplikasi* dan tampilan banyak ditemukan di internet.

Data-data yang telah diproses dengan teknik komputerisasi akan terlihat dilayar monitor komputer dengan berbagai macam *variasi* tampilan seperti angka, tabel, grafik, ataupun gabungan dari ketiganya. Hal itu berbeda dengan teknik *analog* yang biasa digunakan didalam metode penghitungan secara tradisional, yang mana untuk mengubah hasil perhitungan ke dalam tampilan yang lain seperti grafik ataupun tabel masih memerlukan langkah-langkah lebih lanjut yang tentunya akan banyak membutuhkan banyak tenaga, pikiran dan waktu. Tampilan program MVB untuk perhitungan daya, torsi, dan kecepatan di dalam *computeirzed differential chassis dynamometer* dicontohkan berikut ini.



Gambar 12 Contoh tampilan Visual Basic untuk pengukuran performa kendaraan pada *computerized differential chassis dynamometer*

Adapun contoh tampilan grafik dari pengukuran *performa* kendaraan dengan *dynamometer* yang sesungguhnya seperti berikut :



Gambar 13 Contoh grafik hasil pengukuran daya dan torsi dengan menggunakan *Dynamometer* (boxter dynograph.com)

Berikut ni adalah spesifikasi *software Dynorecord* :

Processor minimum requered	pentium II, 1.23 Hz
Hard disk space minimum	4 GB
RAM minimum requered	32 MB
Input port	dual port PCI, 9 pin

Agar data *input* yang berasal dari *interface* dapat terbaca, maka *software* ini membutuhkan *file* DLR *(dynamic link lybrary).* Yakni sebuah bentuk *system file* khusus yang dapat membaca data *input* yang harga-harganya berubah-ubah. *System file* tersebut dapat dibuat sendiri atau didapatkan dengan cara men *download* dari internet.

Berikut adalah perhitungan/formula daya dan torsi yang dimasukkan ke dalam *software dynorecord*.

```
-------------------------------------------------------
Wheel 1 = 13.83
Length1 = 0.098
Divisor = 716.2
-------------------------------------------------------

Wheel 1 = Val (txtWheelRatio . Text)

Load 1 = txtNilaiLoad . Text

Divisor1 = Val (txtLength . Text)
```

```
Length1 = Val (txtLength . Text)
Proxi 1 = txtNilaiProxi . Text
TorqueFix = Load1 * txtLength . Text * 0.338
txtTextTorque. Text = TorqueFix
PutaranMesin = (Proxi * txtWheelRatio.Text)
PowerFix = TorqueFix * PutaranMesin
txtPowerFixed.Text = PowerFix
txtPower.Text = (PowerFix / txtDivisor.Text) * 0.662
-------------------------------------------------------
```

Keterangan :

Divisor = 716,2 = hasil perkalian [(2.π) / 60] . 1/75

Length = 0.098 = panjang lengan penarik pada mekanisme pengukur torsi

Wheell = perbandingan putaran mesin dan putaran proximity (n mesin / n proximity)

0.338 = angka kontanta atau angka penyesuaian untuk torsi yang mampu menterjemahkan torsi alat menuju torsi mesin. Angka ini didapatkan dari persamaan T1/T4 = n1 / n4

Jika torsi mesin didefinisikan sebagai T1 dan T4 sebagai torsi yang terukur pada alat. Apabila T4, n1 dan n2 telah diketahui maka T1 dapat diketahui dengan persamaan T1 = T4 . (n4/n1). Berdasarkan rumus ini dihasilkanlah angka perbandingan antara torsi alat dan torsi mesin sebesar 0,338. Angka inilah yang dijadikan sebagai konstanta torsi.

0.662 = angka kontanta atau angka penyesuaian untuk mengkonvert dari daya alat menuju daya mesin. angka ini adalah perbandingan antara daya yang terukur oleh alat dan daya yang didapatkan menggunakan rumus keseimbangan daya dan torsi sebagaimana terurai sebelumnya.

B. Kerangka Berpikir

Computerized differential chassis dynamometer adalah sebuah alat ukur alternatif yang digunakan untuk mengukur besar daya dan torsi sepeda motor yang dimiliki oleh Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Komponen utama yang digunakan dalam alat ini adalah satu *unit differential.* Aplikasi *unit differential* pada kendaraan digunakan sebagai pembeda putaran roda belakang mobil berdasarkan perbedaan bebannya, pada saat mobil tersebut berbelok atau menempuh lintasan yang tidak sama antar roda. Konsep inilah yang juga dipakai dalam *computerized differential chassis dynamometer*.

Selain *differential* ada juga komponen lain yang juga mempunyai peranan penting, yaitu *gear pump, load cell, proximity,* dan komputer.

Menggunakan konsep kesetimbangan gaya pada *computerized differential chassis dynamometer* maka pembebanan akan terbaca pada *load cell* sehingga gaya tekan (F) dapat diketahui. Gaya tekan (F) dikalikan dengan jari-jari efektif tuas penarik *load cell* pada alat uji akan didapat besarnya torsi yaitu :

T = F.r (Kgf-m), besarnya daya dapat diketahui dengan mengalikan torsi dan putaran yang terjadi pada *gear pump* dengan rumus; $P = \frac{2\pi T n}{75 \ x \ 60}$ (Ps).

Rumus-rumus tersebut langsung dimasukkan kedalam program MVB (*microsof visual basic*) dan data yang diharapkan akan langsung dapat terlihat pada layar monitor. Data tersebut dapat dilihat dalam bentuk grafis maupun numeris.

Computerized differential chassis dynamometer adalah penyempurnan dari *differential chassis dynamometer* yang ada di Jurusan Teknik Mesin Uiversitas Negeri Semarang. Jika yang dulu masih menggunakan perhitungan *manual/analog*, maka *computerized differential chassis dynamometer* telah dilengkapi sistem komputerais untuk mengolah data-data hasil pembacaan media pembaca. Jadi data yang dihasilkan oleh *computerized differential chassis dynamometer* langsung dapat dilihat dalam bentuk numerik maupun grafik tanpa harus mengolah lagi.

Selama ini *computerized differential chassis dynamometer* belum dilakukan pengkalibrasian dengan *dynamometer* yang sesungguhnya, karena itu penulis tertarik untuk mengetahui apakah alat ini benar-benar dapat digunakan sebagai alat ukur daya dan torsi sepeda motor dengan melakukan pengujian beberapa sepeda motor yang kemudian hasil dari pengujian tersebut akan dibandingkan dengan *spesifikasi standard*nya.

Berdasarkan hasil pengujian diharapkan dapat diketahui apakah alat ukur ini *valid* apa tidak jika digunakan sebagai alat ukur daya dan torsi sepeda motor alternatif.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah suatu rancangan penelitian yang memberikan arah bagi pelaksana penelitian sehingga data yang diperlukan dapat terkumpul.

A. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah eksperiment developmental karena pada dasarnya penelitian ini dilakukan untuk menguji/mengecek suatu gejala yang dapat terukur (Prof. Drs. sutrisno Hadi, MA 2004:465), dalam hal ini penelitian dilakukan untuk meneliti seberapa validkah hasil pengukuran menggunakan *computerized differential chassis dynamometer*. Sebagai pembandingnya maka digunakanlah *standard* yang terdapat di dalam spesifikasi teknis suatu kendaraan bermotor.

B. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi kendaraan bermotor yang digunakan/di uji.

2. Variabel terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah besarnya daya dan torsi dari masing-masing kendaraan uji yang terukur oleh *computerized differential chassis dynamometer*.

3. Variabel kontrol

Variabel kontrol pada penelitian ini adalah spesifikasi bahan bakar, celah katup, celah elektroda busi, tekanan kompresi, dan temperatur mesin disesuaikan dengan spesifikasi teknis masing-masing sepeda motor.

C. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada :

Hari : Rabu dan Kamis

Tanggal : 21 – 22 Februari 2007

Waktu : 08.00 - selesai

Tempat : Laboratorium Teknik Mesin Gd E9 lantai 1, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

D. Metode Pengumpulan Data.

Metode yang digunakan adalah metode *eksperimental* di laboratorium. Data yang diperoleh dari pengukuran daya dan torsi tiap sepeda motor dengan menggunakan *computerized differential chassis dynamometer* kemudian dicatat dan dikumpulkan, selanjutnya data-data tersebut dianalisis agar dapat dicapai suatu kesimpulan. Namun sebelum itu, terlebih dahulu dilakukan langkah-langkah penyesuaian dan kalibrasi terhadap alat ukur, yang meliputi pemeriksaan terhadap kinerja sistem mekanik, *load cell* dan *proximity*.

Pengujian pertama dilakukan untuk mencari *standard* pembebanan yang hasil pengukuran daya dan torsinya paling mendekati dengan hasil pembebanan

standard pada *dynamometer* yang sebenarnya. Pembebanan-pembebanan ini dilakukan dengan cara memvariasikan derajat pembukaan katup pembeban. Apabila hal itu telah didapatkan maka dilakukanlah pengujian kedua terhadap daya dan torsi beberapa sepeda motor yang menjadi kendaran uji untuk diuji tingkat kevalidan *dynamometer* alternatif tersebut.

Hasil dari tiap pengujian sepeda motor kemudian dicatat dan dikumpulkan untuk selanjutnya diperbandingkan dengan data-data di dalam spesifikasi teknis tiap-tiap kendaraan uji. Berdasarkan perbandingan tersebut maka dapat diketahui seberapa perbedaan hasil pengukuran, makin kecil perbedaan yang dihasilkan maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengukuran *computerized differential chassis dynamometer* tersebut mendekati kevalidan dan memungkinkannya untuk dijadikan sebagai alat pengukur daya sepeda motor.

a. Bahan penelitian

1) Bahan bakar untuk kendaraan uji, dalam hal ini adalah premium.

2) Lima unit sepeda motor lengkap dengan spesifikasi teknis masing-masing,. Kelima kendaraan uji tersebut adalah dari produk Honda dengan kapasitas mesin 125 cc dan 100 cc, dari produk Suzuki 110 cc, dan dari produk Yamaha 110 cc dan 225 cc.

Tabel 02. Merek dagang sepeda motor dan spesifikasinya.

No	Merek dagang kendaraan uji	Tahun pembuatan	Daya (Ps)	Torsi (Kg m)
1	Honda Supra X 125 cc	2006	9,3 @ 8000 rpm	1,03 @4000 rpm

2	Yamaha Jupiter Z 110 cc	2006	9,0 @ 8000 rpm	0,92 @5000 rpm
3	Suzuki Smash 110 cc	2005	7,7 @ 7500 rpm	0,88 @ 5500 rpm
4	Honda Supra Fit 100 cc	2005	7,29 @ 8000 rpm	0,74 @6000 rpm
5	Yamaha Scorpio Z 225 cc	2006	19 @ 8000 rpm	1,86 @6500 rpm

b. Peralatan penelitian

1) Alat penguji daya sepeda motor alternative (*computerized differential chassis dynamometer*) dengan spesifikasi komponen penyusun :

a) Pompa hidrolik tipe roda gigi (*gear pump*), input ¾” output ½” untuk media pembebanan bahan uji.

b) Selang hidrolis diameter ½”, dirangkai secara pararel untuk jalur aliran fluida.

c) *Load cell* dan ACD (*analog digital converter*) sebagai pengukur beban mekanis digital.

d) Panel *tachometer* ACD sebagai pengukur kecepatan putar mesin.

e) Katup (dua buah *steam valve*) untuk mengatur besar tekanan dinamis pada pompa yang sekaligus berfungsi sebagai katup pembeban.

f) *Roller* penggerak untuk memindahkan daya dari kendaraan ke *differential unit*.

g) *Roller* pengimbang untuk mengimbangi gaya putar yang terjadi pada *roller* penggerak sehingga kendaraan uji dapat dioperasikan dengan mantap dan seimbang.

h) *Differential unit* untuk meneruskan putaran *roller* penggerak dan mengubah tekanan dinamis pada pompa hidrolik menjadi tekanan statis pada unit *load cell.*

2) *Fan* sebagai pendingin *engine* kendaraan uji.

3) *Feeler gauge* untuk mengukur dan mengeset celah katup.

4) *Proximtiy* sebagai sensor putaran poros unit *gear pump*

5) *Thermometer* untuk mengukur temperatur *engine.*

6) *Tool set*.

7) Satu unit *personal computer* yang telah dilengkapi dengan program *Visual Basic*

8) *Printer*.

c. Langkah penelitian

a) Persiapan pada benda uji:

(1) Pemeriksaan fisik dan *tune-up* kendaraan uji sesuai dengan spesifikasi *standard*nya.

Berikut adalah spesifikasi standar sepeda motor :

Celah katup (*in & ex*)	: 0,05 mm	(standar 0,06 ± 0,02 mm).
Tekanan kompresi	: 11,5 kg/cm^2	(standar s/d 12 kg/cm^2).
Celah busi	: 0,08 mm	(standar 0,80 - 0,90 mm).
Putaran stasioner	: 1.500 rpm	(standar 1.400 ± 100 rpm).

Suhu kerja engine : 700C (standar 600 – 700 C).

Bahan bakar : premium

(2) Penggantian minyak pelumas kendaraan uji.

b) Persiapan pada alat uji:

(1) Pemeriksaan terhadap seluruh komponen mekanis penyusun unit *computerized differential chasis dynamometer*.

(2) Pemeriksaan kesiapan sistem komputerais untuk dapat diaplikasikan dalam pengujian.

d. Langkah pengujian

Pengujian dilakukan dengan melalui beberapa langkah sebagai berikut:

1) Langkah pertama

a. Menaikkan banda uji (sepeda motor) keatas *computerized diferential chassis dinamometer*.

b. Menghidupkan mesin sepeda motor.

c. Memasukkan gigi porsneling, kemudian dicari perbandingan antara jumlah putaran mesin dengan jumlah putaran pompa untuk dijadikan konstanta *reduksi*.

2) Langkah kedua

a. Pengujian daya dan torsi tiap-tiap kendaraan uji.

b. Analisis data terhadap setiap hasil pengujian daya dan torsi yang telah didapatkan terhadap spesifikasi standard yang terdapat di dalam spesifikasi teknis setiap kendaraan..

c. Menyimpulkan tingkat kevalidan *computerized differential chassis dynamometer*.

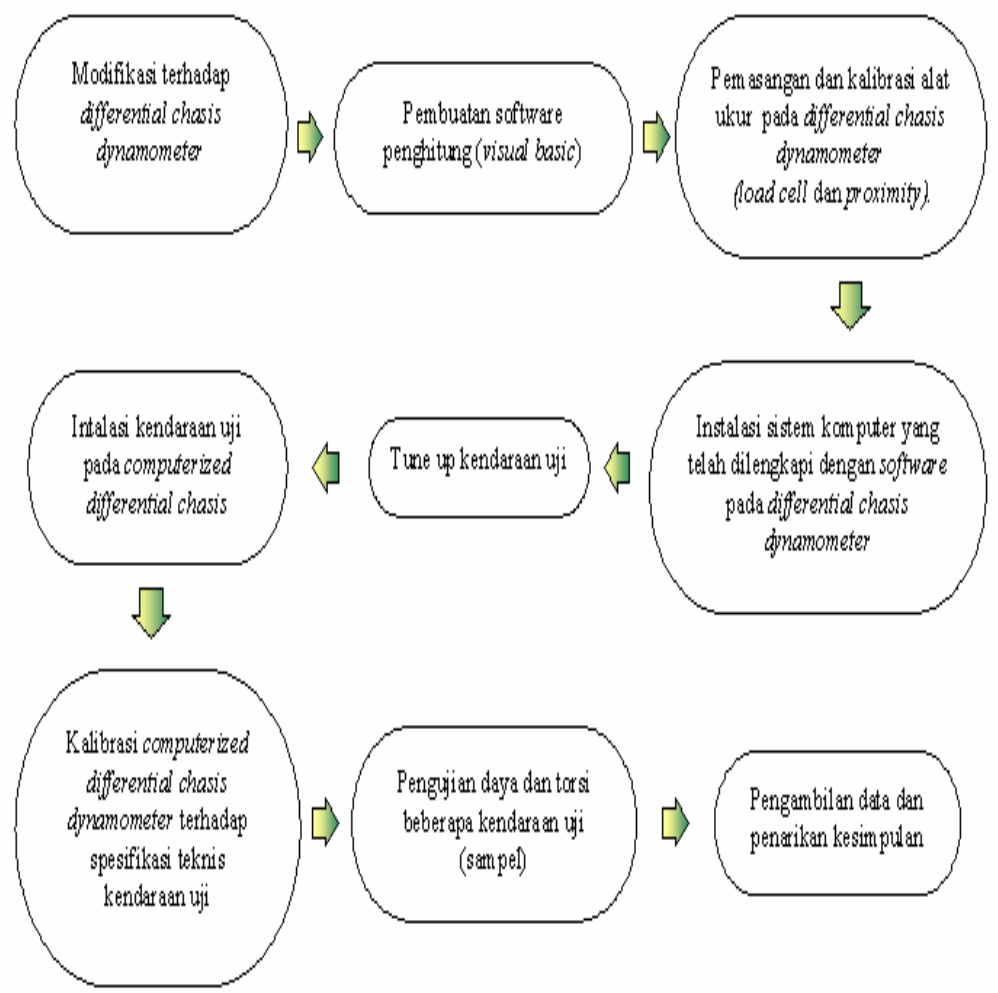


Diagram 1. Alur penelitian

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dipakai adalah teknik analisis deskriptif. Analisis sederhana ini kiranya sudah cukup untuk mengetahui apakah *computerized differential chassis dynamometer* sudah dapat digunakan sebagai

alat ukur untuk mengetahui daya dan torsi sepeda motor (kendaraan bermotor). Data daya dan torsi yang diperoleh pada setiap pengujian kemudian dibandingkan dengan data daya dan torsi yang terdapat di dalam spesifikasi teknik kendaraan uji. Dengan cara ini maka dapat diketahui seberapa besar perbedaan yang diperoleh dari perbandingan daya dan torsi masing-masing kendaraan uji tersebut.

Untuk mengetahui tingkat kevalidan dari alat ukur (*computerized differential chassis dynamometer*) digunakan batas toleransi sebesar 5% dari data spesifikasi teknis masing-masing kendaraan uji.

Batas toleransi tersebut diambil dari taraf signifikansi yang sering digunakan pada uji T dalam ilmu statistik yaitu sebesar 5%.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Data hasil penelitian uji unjuk kerja beberapa sepeda motor menggunakan *computerized differential chassis dynamometer* yang diperoleh berupa data numerik dan grafik, jadi pemakai dapat langsung melihat seberapa besar torsi dan daya yang dimiliki oleh sepeda motor yang diuji.

Pengolahan data hasil pengujian, penulis melakukan penjumlahan hasil pengujian dari masing-masing sepeda motor yang diuji, kemudian diambil rata-ratanya. Selanjutnya data tersebut dibandingkan dengan data spesifikasi teknis masing-masing sepeda motor.

Tabel 03. Daya dan torsi hasil penelitian menggunakan *computerized differential chassis dynamometer*.

No	Jenis sepeda motor	Daya	Torsi
1	Honda Supra X 125 cc	7,067 Ps / 8000 rpm	0,070 kgf.m / 4000 rpm
2	Yamaha Jupiter Z 110 cc	6,167 Ps / 7500 rpm	0,133 kgf.m / 5000 rpm
3	Suzuki Smash 110 cc	5,567 Ps / 8000 rpm	0,151 kgf.m / 5500 rpm

4	Honda Supra Fit 100 cc	3,267 Ps / 8000 rpm	0,110 kgf.m / 6000 rpm
5	Yamaha Scorpio Z 225 cc	6,53 Ps / 8000 rpm	0,278 kgf.m / 6500 rpm

(Data diambil pada tanggal 22 Februari 2007, dengan menggunakan *Computerized Differential Chassis Dynamometer*)

Tabel 04. Daya dan torsi menurut spesifikasi teknis dari pabrik.

No	Jenis sepeda motor	Daya	Torsi
1	Honda Supra X 125 cc	9,3 Ps / 8000 rpm	1,03 kgf.m / 4000 rpm
2	Yamaha Jupiter Z 110 cc	9,0 Ps / 7500 rpm	0,92 kgf.m / 5000 rpm
3	Suzuki Smash 110 cc	7,7 Ps / 8000 rpm	0,88 kgf.m / 5500 rpm
4	Honda Supra Fit 100 cc	7,29 Ps / 8000 rpm	0,74 kgf.m / 6000 rpm
5	Yamaha Scorpio Z 225 cc	19,0 Ps / 8000 rpm	1,86 kgf.m / 6500 rpm

Data diambil dari internet dengan situs "*http://en.wikipedia.com*".

B. Pembahasan

Dalam *computerized differential chassis dynamometer*, data yang dihasilkan hanya berupa data tekanan (F) dan putaran mesin (n) saja. Data tekanan (F) diperoleh dari pembacaan tekanan pada *load cell*, sedangkan data putaran mesin (n) diperoleh dari pembacaan *proximity* yang dipasang pada *pulley* pada poros *differential* yang telah dikalikan dengan konstanta yang diperoleh dari perbandingan putaran mesin pada gigi percepatan 2 dengan hasil pembacaan *proximity* pada poros *differential*, yaitu putaran yang dihasilkan oleh roda yang telah ditransfer ke *roller* dan ke *differential*, atau putaran untuk memutarkan *gear pump*.

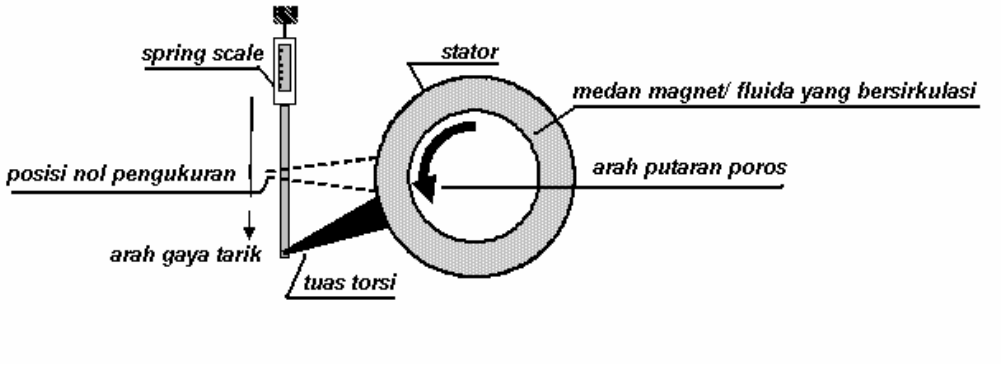
Data yang dihasilkan dari *computerized differential chassis dynamometer* yang berupa data numerik seperti terlampir dapat dilihat langsung daya dan torsi yang dihasilkan oleh sepeda motor yang diuji. Selain data numerik, dapat dilihat juga data yang berupa grafik sebagaimana telah terlampir. Jadi dengan *computerized differential chassis dynamometer* dapat dilihat langsung hasil dari tiap-tiap pengujian sepeda motor.

1. Torsi fungsi putaran

Torsi fungsi putaran seperti terdapat dalam kolom 3 (torsi) pada masing-masing tabel dapat dilihat besarnya torsi pada pengujian dengan posisi gigi percepatan 2. Hal ini akan lebih jelas jika meruntut pada grafik yang melukiskan kondisi torsi yang terukur. Torsi pada grafik dapat dilakukan analisis bahwa torsi akan cenderung meningkat sejalan dengan kenaikan putaran *engine*, sehingga torsi terbesar akan diperoleh pada *rpm* tertinggi.

Analisa pada *computerized differential chassis dynamometer* bahwa pengukuran torsi dilakukan dengan cara mengkonversikan pembebanan dinamis yang terjadi pada *gear pump* menjadi tekanan statis pada *load cell*. Besarnya tekanan *load cell* (kg/cm^2) inilah yang menentukan besarnya gaya tekan (F). Semakin besar torsi pada roda maka gaya tekan akan menjadi besar pula sehingga torsi yang terbaca pun bertambah besar.

Berdasarkan rumus torsi; T = F x r, dengan faktor jari-jari efektif *pulley* (r) yang tetap yaitu sebesar 4,6 cm maka gaya tekan statis (F) pada *load cell* menjadi faktor penentu besarnya torsi yang terukur pada alat uji.



Gambar 14. Konstruksi sederhana konsep pengukuran torsi

2. Daya fungsi putaran

Analisa kenaikan daya pada *engine* tentunya tidak lepas dari konsep daya itu sendiri yang mana daya dengan kata lain adalah usaha per satuan waktu. Daya pada *engine* secara garis besar mempunyai dua komponen pokok yaitu besarnya torsi *engine* dengan putaran dari *engine* itu sendiri. Besarnya torsi pada motor dan faktor

yang penyebabnya dapat di lihat pada pembahasan tentang torsi seperti yang telah dibahas sebelumnya. Faktor putaran yang dihasilkan *engine* memegang peranan penting sehingga daya maksimal pada *engine* akan tercapai pada putaran *engine* yang lebih tinggi dibandingkan dengan tercapainya torsi maksimal. Hal ini sangat beralasan karena meruntut pada rumus daya $P = \frac{2\pi T n}{75 \ x \ 60}$ .....(Ps) dapat diambil kesimpulan jika torsi yang dibangkitkan (T) besar dan putaran (n) juga besar maka daya yang dihasilkan (P) akan maksimal.

Aplikasi pengukuran daya pada computerized differential chassis *dynamometer* didasarkan pada besarnya torsi (T) yang terukur dan putaran (n) pada poros *gear pump* sebagai komponen pembebanan.

Dalam computerized differential chassis dynamometer, data yang dihasilkan hanya berupa data tekanan (F) dan putaran mesin (n) saja. Data tekanan (F) diperoleh dari pembacaan tekanan pada *load cell*, sedangkan data putaran mesin (n) diperoleh dari pembacaan *proxymity* yang dipasang pada *pulley* pada poros *differential* yang telah dikalikan dengan konstanta yang diperoleh dari perbandingan putaran mesin pada gigi percepatan 2 dengan hasil pembacaan *proximity* pada poros *differential*, yaitu putaran yang dihasilkan oleh roda yang telah ditransfer ke *roller* dan ke *differential*, atau putaran untuk memutarkan *gear pump*.

Data yang dihasilkan dari *computerized differential chassis dynamometer* yang berupa data numerik seperti terlampir dapat dilihat langsung daya dan torsi yang dihasilkan oleh sepeda motor yang diuji. Selain data numerik, dapat dilihat juga data

yang berupa grafik sebagaimana telah terlampir. Jadi dengan *computerized differential chassis dynamometer* dapat dilihat langsung hasil dari tiap-tiap pengujian sepeda motor.

Pada halaman diatas telah terlampir 2 buah tabel. Tabel 03 merupakan hasil pengukuran daya dan torsi menggunakan *computerized differential chassis dynamometer*, sedangkan tabel 04 adalah daya dan torsi sepeda motor menurut spesifikasi teknis dari pabrik.

C. Analisis Hasil Penelitian

a. Analisis perbedaan atau selisih daya sepeda motor antara hasil pengujian menggunakan *computerized differential chasis dynamometer* dengan spesifikasi teknis dari pabrik :

1. Sepeda motor Honda Supra X 125 cc, selisih daya antara hasil pengujian dengan spesifikasi teknisnya adalah sebesar 2,237 Ps (24,05 %) yaitu 7,063 Ps untuk hasil pengujian dan 9,3 Ps dari spesifikasi teknisnya.
2. Sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc, selisih daya antara hasil pengujian dengan spesifikasi teknisnya adalah sebesar 2,833 Ps (31,47 %) yaitu 6,167 Ps untuk hasil pengujian dan 9 Ps dari spesifikasi teknisnya.
3. Sepeda motor Suzuki Smash 110 cc, selisih daya antara hasil pengujian dengan spesifikasi teknisnya adalah sebesar 2,133 Ps (27,70 %) yaitu 5,567 Ps untuk hasil pengujian dan 7,7 Ps dari spesifikasi teknisnya.

4. Sepeda motor Honda Supra Fit 100 cc, selisih daya antara hasil pengujian dan spesifikasi teknisnya adalah sebesar 3,267 Ps (55,18 %) yaitu 3,267 Ps dan 7,29 Ps dari spesifikasi teknisnya.
5. Sepeda motor Yamaha Scorpio Z 225 cc, selisih antara hasil pengujian dengan spesifikasi teknisnya adalah sebesar 12,47 Ps (65,63 %) yaitu 6,53 Ps untuk hasil pengujian dan 19 Ps dari spesifikasi teknisnya.

b. Analisis perbedaan atau selisih torsi sepeda motor antara hasil pengujian menggunakan *computerized differential chasis dynamometer* dengan spesifikasi teknis dari pabrik :

1. Sepeda motor Honda Supra X 125 cc, selisih torsi antara hasil pengujian dengan spesifikasi teknisnya adalah sebesar 0,96 kgf.m (93,20 %) yaitu 0,070 kgf.m untuk hasil pengujian dan 1,03 kgf.m dari spesifikasi teknisnya.
2. Sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc, selisih torsi antara hasil pengujian dengan spesifikasi teknisnya adalah sebesar 0,787 kgf.m (85,54 %) yaitu 0,133 kgf.m untuk hasil pengujian dan 0,92 kgf.m dari spesifikasi teknisnya.
3. Sepeda motor Suzuki Smash 110 cc, selisih torsi antara hasil pengujian dengan spesifikasi teknisnya adalah sebesar 0,729 kgf.m (82,84 %) yaitu 0,151 kgf.m untuk hasil pengujian dan 0,88 kgf.m dari spesifikasi teknisnya.
4. Sepeda motor Honda Supra Fit 100 cc, selisih torsi antara hasil pengujian dan spesifikasi teknisnya adalah sebesar 0,63 kgf.m (85,13 %) yaitu 0,110 kgf.m dan 0,74 kgf.m dari spesifikasi teknisnya.

5. Sepeda motor Yamaha Scorpio Z 225 cc, selisih torsi antara hasil pengujian dengan spesifikasi teknisnya adalah sebesar 1,582 kgf.m (85.,05 %) yaitu 0,278 kgf.m untuk hasil pengujian dan 1,86 kgf.m dari spesifikasi teknisnya.

Berdasarkan analisis diatas, dapat dilihat bahwa prosentase perbedaan antara data hasil pengujian dengan *computerized differential chassis dynamomete*r dan data spesifikasi teknis pabrik jauh sekali dari batas toleransi.

D. Keterbatasan Penelitian

Uji unjuk kerja beberapa sepeda motor menggunakan *computerized differential chassis dynamometer* ini belum dapat berlangsung secara maksimal karena adanya beberapa keterbatasan menyangkut alat uji dan benda uji. Keterbatasan tersebut diantaranya adalah :

1. Belum dilakukannya pengkalibrasian *computerized differential chassis dynamometer* dengan alat ukur (*dynamometer*) yang sesungguhnya, sehingga belum diketahui benar kesesuaian hasil pengukuran atau pengujian daya dan torsi sepeda motor yang sesungguhnya.
2. Adanya keterbatasan pada metode pengukuran putaran mesin.

   Sensor yang digunakan di dalam *computerized differential chassis dynamometer* berupa sebuah *proximity* dan *analog to digital converter* (ADC). Sensor ini ditempatkan pada poros pompa fluida, sehingga agar didapatkan jumlah putaran mesin masih diperlukan angka-angka konversi, sedangkan angka tersebut hanya bisa didapatkan setelah data putaran mesin dan data putaran poros dibandingkan.

Metode seperti sama saja dengan mencari perbandingan *reduksi* putaran yang terjadi antara mesin dan *computerized differential chassis dynamometer*. Berarti satu konstanta konversi yang telah didapatkan dengan salah satu tipe/ merek kendaraan uji akan berbeda dengan merek yang lain. Hal inilah yang menjadikan hasil pengukuran yang didapatkan belum tentu cocok jika diterapkan untuk pengujian kendaraan yang lain.

3. Belum adanya *sensor* yang dapat men*transfer* putaran *engine* langsung dari *engine* kendaraan uji ke system komputeraisnya.

   Hal ini menyebabkan data hasil pengukuran (dalam hal ini daya dan torsi) kurang akurat karena *rpm* yang masuk kedalam program tidak benar-benar *rpm* yang dihasilkan oleh *engine*.

4. Rangka *computerized differential chassis dynamometer* yang kurang *rigid* sehingga kurang bisa dilakukan pengukuran pada putaran *engine* yang tinggi. Karena kalau putaran *engine* tinggi maka seluruh komponen bahkan rangka *computerized differential chassis dynamometer* bergetar, hal itu menyebabkan ketidakpresisian data hasil pengujian.

5. *Backlash* dan *side clearance gear pump* cukup besar sehingga tekadang masih terjadi fluktuasi data. Selain menghasilkan fluktuasi, kekurangan ini juga menyebabkan ketidakkonsistenan data antara pengukuran pertama dan pengukuran berikutnya.

6. Bahan uji dalam hal ini sepeda motor yang digunakan bukanlah sepeda motor yang benar-benar baru, jadi banyak kemungkinan kalau sepeda motor yang digunakan telah mengalami penurunan kemampuan.
7. Uji coba tidak dengan pembebanan maksimum sampai dengan rpm yang sama dengan spesifikasi teknis.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisa yang dilakukan, maka penulis menyimpulkan bahwa:

1. Hasil pengukuran dengan menggunakan *computerized diferential chassis dynamometer* baik yang berupa numerik maupun grafik menunjukkan bahwa daya akan terus bertambah seiring dengan pertambahan nilai torsi yang terukur, hal serupa juga terjadi pada torsi yang terukur akan bertambah seiring dengan pertambahan pembebanan atau pertambahan kecepatan putaran mesin.
2. Hasil pengujian dengan menggunakan *computerized diferential chassis dynamometer* dinyatakan tidak valid, karena data dari hasil pengujian masih jauh dari data spesifikasi teknis pabrik yaitu berada dibawah batas toleransi sebesar 5%.

B. Saran

Dapat dimaklumi jika hasil pengukuran *dynamometer* alternatif ini tidak sebagus data yang dihasilkan oleh *dynamometer* yang sesungguhnya. Beberapa hal yang perlu diadakan penelitian lebih lanjut telah sedikit disinggung di dalam bab sebelumnya. Beberapa saran yang bisa dipertimbangkan agar ke depan *computerized differential chassis dynamometer* ini mampu bekerja sebagaimana mestinya adalah:

1. Perlu diadakan kajian lebih lanjut tentang penggunaan *differential* untuk pengukuran daya dan torsi dalam unit *computerized differential chassis dynamometer* mengingat grafik yang dihasilkan belum menyerupai grafik yang dihasilkan oleh *dynamometer* yang sebenarnya.
2. Perlu ditambahkan sebuah *sensor* khusus putaran mesin *(tachometer)* yang juga ter*koneksi* ke dalam sistem komputer, sehingga tidak diperlukan lagi angka-angka *konversi* yang selalu berbeda disetiap kendaraan. Dengan ditambahkannya *sensor* ini berarti keakuratan data putaran mesin akan lebih terjamin yang pada akhirnya akan menghasilkan hasil pengukuran daya dan torsi yang makin bagus.
3. Rangka dan kedua *roller* perlu disempurnakan baik *rigiditas*, peredaman getaran (*vibrate absorbing*), dan keseimbangan putarannya (*balance)*. Hal ini penting karena getaran yang dihasikan saat pengujian masih saja terjadi.
4. Perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan sepeda motor yang benar-benar baru, sehingga dapat diketahui benar kemampuan yang belum mengalami penurunan.

5. Perlu dilakukan kalibrasi yang lebih valid dengan *dynamometer* yang sesungguhnya dan dengan berbagai jenis sepeda motor yang ada dipasaran, agar kemampuan alat benar-benar valid dan teruji.
6. Hasil yang tidak valid sehingga perlu dicoba dengan menggunakan rumus differential :

$$Ta = 2Tb \longrightarrow Tb = F.r$$

$$Ta.na = Te.ne$$

Pada *software* yang digunakan dalam *Computerized Differential Chassis Dynamometer*

DAFTAR PUSTAKA

Tohari, M. 2005. *Akuisisi Honda Karisma 125 dengan Differential Chasis Dynamometer*. UNNES: Skripsi

Rudenko, N. 1996. *Mesin Pengangkat.* Jakarta: Penerbit Erlangga.

Suharsimi Arikunto. 1992. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Sutrisno Hadi. 2004. *Metodologi Research*. Yogyakarta: Penerbit Andi

Thomas Krist, 1991. *Hidrolika Ringkas dan Jelas*. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Tim Toyota. 1990. *Materi Pelajaran Engine Group STEP 2.* Jakarta: PT. Toyota-Astra Motor.

Wiranto Arismunandar. 2002. *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: Pradnya Paramitha.

..... 2002. *Motor Bakar Torak.* Bandung: ITB Bandung.

http://efunda.com/journals/automobile differential gears.

"http://en.wikipedia.org/wiki/Torque"

"http://en.wikipedia.org/wiki/Power"