

## Rancang Bangun dan Uji Kinerja Dinamometer Tipe Rem Cakram

Desrial<sup>1)</sup>, Y. Aris Purwanto<sup>1)</sup> dan Ahmad S. Hasibuan<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, FATETA, IPB. Email: *desrial@ipb.ac.id*,  
Tlp. (0251)8623026

### Abstrak

Dinamometer adalah suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur daya poros motor bakar. Pada prinsipnya dinamometer bekerja dengan cara memberikan beban kepada poros motor bakar melalui mekanisme pengereman pada poros engkolnya. Jenis dinamometer yang banyak beredar di pasaran antara lain jenis dinamometer listrik *Eddy Current* dan dinamometer *Water Brake*. Harga satu unit dinamometer yang ada di pasaran tersebut cukup mahal sehingga relatif sulit untuk dimiliki oleh institusi penelitian yang sedang berkembang. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dinamometer dengan desain yang sederhana dan harga terjangkau, namun tetap memiliki akurasi pengukuran yang baik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode standar proses rancang bangun yaitu berdasarkan pendekatan rancangan fungsional dan pendekatan rancangan struktural. Secara fungsional, dinamometer dirancang untuk digunakan pada motor bakar ukuran kecil dengan daya dibawah 10 HP. Pembebanan pada poros motor dilakukan dengan mekanisme pengereman menggunakan rem tipe cakram. Secara struktural, dinamometer dirancang menggunakan unit rem cakram yang biasa digunakan untuk sepeda motor besar. Penyaluran daya dari motor bakar ke dinamometer menggunakan rantai-sproket dan pengukuran torsi dilakukan menggunakan *load cell* dan *handy strainmeter*, sedangkan putaran poros diukur menggunakan *digital tachometer*. Hasil pengujian unjuk kerja dinamometer tipe rem cakram pada motor bakar diesel menunjukkan bahwa dinamometer dapat berfungsi dengan baik dalam melakukan pengereman poros.. Data hasil pengukuran yang ditampilkan dalam grafik kinerja poros dapat memperlihatkan kurva prestasi daya motor menyerupai kurva prestasi sebagaimana yang dihasilkan pada saat menggunakan dinamometer tipe pengereman air. Pengujian menggunakan dua bahan bakar yang berbeda menunjukkan bahwa daya poros maksimal menggunakan bahan bakar solar adalah 6,01 kW dengan torsi maksimal 43,8 Nm. Sedangkan untuk bahan bakar minyak nyamplung daya maksimum sebesar 5.05 kW dengan torsi maksimal sebesar 37,5 Nm.

**Kata Kunci :** *dinamometer, rem cakram, kinerja poros, motor bakar*

### PENDAHULUAN

Sebuah dinamometer atau "dyno" adalah suatu alat untuk mengukur daya yang dihasilkan oleh sebuah motor yang dapat dihitung dengan mengukur secara simultan torsi dan kecepatan rotasi dari poros penggerakannya (Daywin *et al.*, 1991). Banyak jenis dinamometer yang ada saat ini, diantaranya dinamometer tipe elektrik seperti dinamometer elektrostatis, dinamometer *Eddy Current*, ataupun dinamometer tipe absorpsi seperti dinamometer *proney brake* dan dinamometer "water brake" (Goering dan Hansen, 2004). Dinamometer merupakan alat ukur yang sangat diperlukan untuk penelitian yang berkenaan dengan pengukur prestasi dari suatu motor penggerak seperti motor bakar ataupun motor listrik. Pengukuran prestasi motor penggerak merupakan hal yang penting dilakukan untuk menunjukkan grafik prestasi dari motor penggerak ataupun untuk memperlihatkan perbandingan grafik prestasi dari suatu motor penggerak dengan menggunakan sumber bahan bakar yang berbeda.

Jenis dinamometer yang tersedia di pasaran di Indonesia sangat terbatas dengan harga satu unit cukup mahal sehingga relatif belum terjangkau bagi lembaga riset yang baru berkembang. Sementara akhir-akhir ini dengan banyaknya penelitian tentang perkembangan

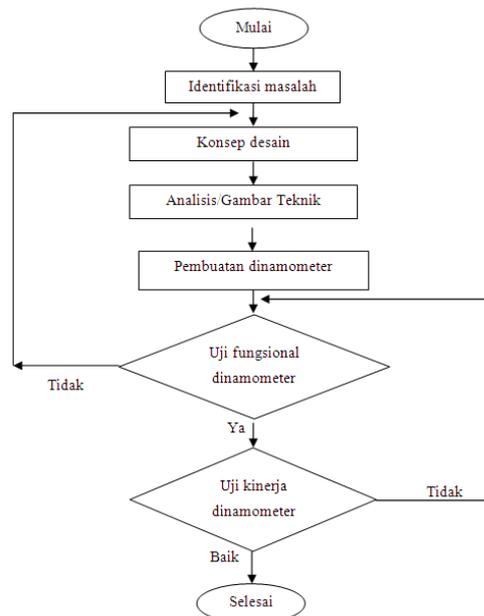
penggunaan bahan bakar baru dan terbarukan maka banyak lembaga riset yang memerlukan dinamometer untuk pengukuran kinerja motor bakar menggunakan bahan bakar baru tersebut. Untuk itu kebutuhan akan dinamometer dengan desain sederhana dan harga yang relatif murah namun tidak menghilangkan aspek teknologi dan akurasi pengukuran menjadi semakin meningkat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu dinamometer dengan desain sederhana dan harga terjangkau namun memiliki akurasi yang baik serta dapat dibuat secara lokal pada lembaga penelitian yang memiliki keterbatasan dalam pembiayaan. Dinmometer yang dikembangkan adalah tipe rem cakram dengan menggunakan komponen-komponen yang mudah didapat di pasaran. Dinamometer ini merupakan tipe abrasi "Proney Brake" dengan memanfaatkan gaya gesek akibat sistem pengereman. Sistem ini dapat memanfaatkan komponen-komponen dari kendaraan roda dua seperti rem cakram, lengan serta rantai dan sproket.

## METODOLOGI

Penelitian rancang bangun dinamometer tipe rem cakram ini dilakukan di bengkel Teknik Mesin dan Otomasi, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Peralatan utama yang digunakan adalah peralatan perbengkelan seperti alat potong, lipat, tekuk, las dan sebagainya. Bahan utama yang digunakan sebagai dasar pembuatan dinamometer adalah komponen rem cakram bagian belakang yang biasa digunakan pada sepeda motor 150 cc. Untuk pengujian pengukuran kinerja dari hasil rancangan digunakan motor bakar diesel 8.5 hp dengan bahan bakar solar dan bahan bakar nabati (minyak nyamplung).

Perancangan dilakukan dengan metode standar dari suatu proses rancang bangun (Gambar 1) dengan pendekatan rancangan secara fungsional maupun struktural.

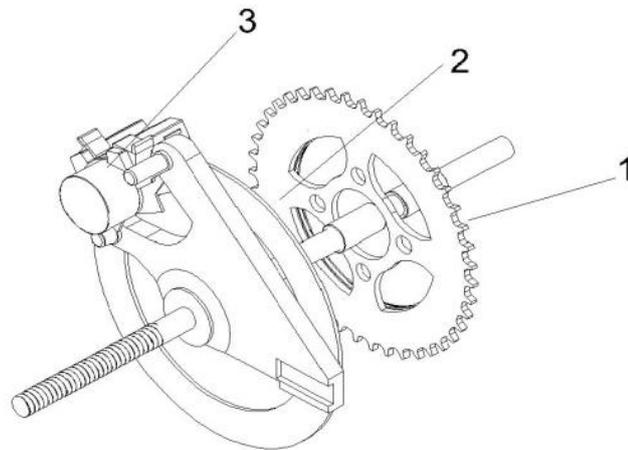


**Gambar 1.** Diagram alir rancang bangun dinamometer tipe rem cakram

### A. Pendekatan Perancangan

Rancang bangun dinamometer tipe rem crakam dilakukan dengan kriteria desain yang sederhana, elemen mesin yang tersedia di pasaran serta pengoperasian dan perawatan yang mudah. Dari hasil analisis teknik telah ditetapkan bahwa dinamometer yang dikembangkan menerapkan sistem pengereman roda belakang dari sepeda motor, yaitu jenis rem cakram (Gambar 2). Pemilihan jenis rem ini karena rem cakram mempunyai kelebihan di banding dengan rem tromol, diantaranya mempunyai daya cengkram yang baik untuk dimensi keseluruhan yang sama serta sistem pendinginan yang baik.

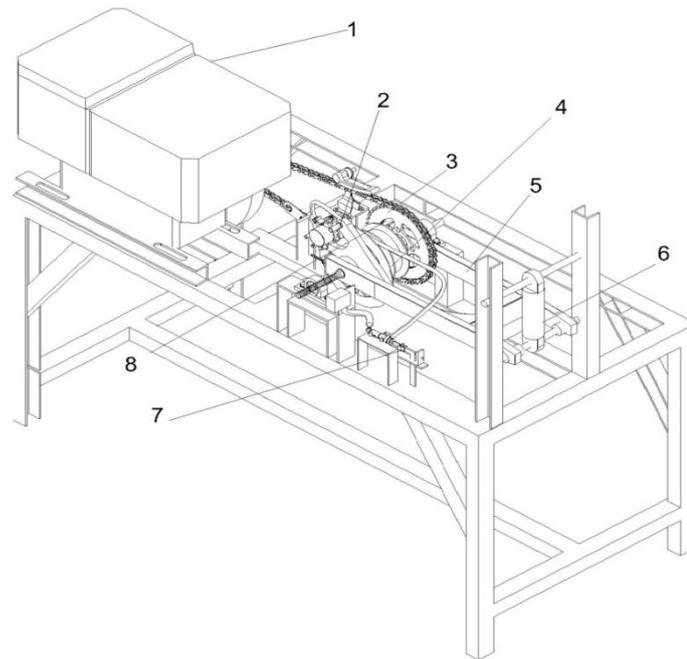
Rancangan fungsional dari dinamometer yang didesain terdiri dari fungsi rangka dudukan motor dan dinamometer, fungsi penyaluran daya, fungsi pengereman, fungsi pengukuran torsi, fungsi pengukuran kecepatan putar poros, dan fungsi pengukuran konsumsi bahan bakar sebagaimana yang diperlihatkan pada Gambar 3.



Keterangan :

1. Sproket,
2. Cakram
3. Mekanisme rem

**Gambar 2.** Desain rem cakram untuk dinamometer

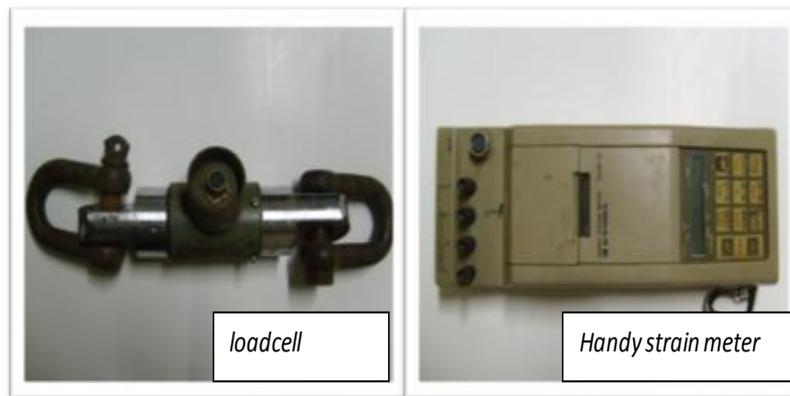


Keterangan :

- |                 |              |                   |           |
|-----------------|--------------|-------------------|-----------|
| 1. Motor bakar  | 2. Penjepit  | 3. Rantai-sproket | 4. Cakram |
| 5. Lengan torsi | 6. Load cell | 7. Pengatur beban | 8. Rangka |

**Gambar 3.** Gambar teknik dari dinamometer tipe rem cakram

Rancangan struktural dari rangka dudukan terdiri dari baja UNP ukuran 6x6 cm dan penyambungan menggunakan las listrik. Rangka didesain dengan dudukan motor bakar yang dapat diatur untuk beberapa jenis motor bakar dengan ukuran maksimal sampai 10 hp. Untuk transmisi daya dari motor bakar ke poros dinamometer digunakan rantai mekanisme rantai-sproket dengan ukuran rantai 50. Berdasarkan hasil perhitungan (Nieman *et al*, 1982) ukuran sproket yang digunakan adalah 13 gigi pada sproket kecil dengan 43 gigi pada sproket besar 43, sehingga perbandingan transmisinya adalah 1: 3,3. Bahan sproket dan rantai yang digunakan adalah baja karbon. Mekanisme pengereman menggunakan rem cakram dan berdasarkan hasil perhitungan (Solarso dan Suga, 1978) didapat diameter cakram yang digunakan adalah 23,5 cm. Aktuator pengereman menggunakan system hidrolik yang dimodifikasi sehingga pengereman dapat dilakukan secara bertahap dengan menggunakan mekanisme per dan mur-baut pengatur posisi rem. Pengukuran torsi dilakukan dengan menggunakan *load cell* dengan panjang lengan 55 cm. Selanjutnya sinyal dari *load cell* dibaca pada *handy strain meter* (Gambar 4). Pengukuran kecepatan putar poros dilakukan menggunakan *tachometer* digital. Sedangkan pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan dengan metode volumetrik menggunakan tabung ukur dan pewaktu.



Gambar 4. Load cell dan handy strain meter yang digunakan dalam pengujian

### B. Uji Kinerja Dinamometer

Uji kinerja dilakukan untuk mengetahui apakah dinamometer hasil rancangan dapat bekerja sesuai dengan fungsi dinamometer yaitu dapat mengukur daya dari sebuah motor bakar dengan akurat. Pengujian kinerja dinamometer ini dilakukan dengan menguji kinerja dari motor bakar Yanmar TF 85 MLY-di dan dilakukan dengan 2 jenis bahan bakar. Pertama, pengujian dilakukan dengan menggunakan bahan bakar solar. Kedua, pengujian dilakukan pada saat motor bakar menggunakan bahan bakar minyak nyamplung sebagai pembandingan.

Pengukuran kinerja dilakukan pada putaran motor bakar awal tanpa beban di posisi 2000 rpm. Setelah motor bakar cukup panas yaitu lebih kurang 15 menit, pengukuran dimulai dengan penambahan beban secara bertahap sampai kondisi motor hampir mati. Pada setiap kondisi pembebanan dilakukan pengukuran torsi, putaran poros, konsumsi bahan bakar secara simultan. Daya motor akan dihitung dengan rumus (Liljedhal *et al*, 1989):

$$P_o = \frac{3.14 * n * T}{30000} \quad [1]$$

dimana :  $P_o$  : daya (kW)  
 $n$  : kecepatan putar poros (r.p.m)  
 $T$  : torsi poros (Nm)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinamometer tipe rem cakram hasil rancangan diperlihatkan pada Gambar 5. Pada gambar tersebut dinamometer dirangkaikan dengan motor bakar diesel 8.5 hp yang digunakan dalam pengujian. Dinamometer hasil rancangan ini mempunyai 7 bagian utama yaitu mekanisme penyaluran daya dengan rantai dan sproket, rem cakram, lengan torsi serta alat ukur torsi, putaran poros dan konsumsi bahan bakar.



Keterangan :

- |                   |               |                 |                  |
|-------------------|---------------|-----------------|------------------|
| 2. Motor bakar    | 2. Rem cakram | 3. Lengan torsi | 4. Pegas penekan |
| 6. Pengatur beban | 6. Load cell  | 7. Handy strain |                  |

**Gambar 5.** Dinamometer tipe rem cakram

#### A. Cara Pengoperasian Dinamometer Tipe Cakram

Sebelum dilakukan pengoperasian *dinamometer* terlebih dahulu dilakukan beberapa persiapan. Langkah pertama yaitu pemasangan motor bakar yang akan diuji padaudukan atau rangka *dinamometer*. Langkah selanjutnya adalah memasang *load cell* pada ujung lengan *dinamometer* dan menyambungkannya pada *handy strain meter* untuk membaca beban. Sebelum pengukuran *load cell* harus di kalibrasi terlebih dahulu. Setelah proses kalibrasi selesai maka *load cell* dan *handy strainmeter* dapat digunakan dengan cara menggantungkan *load cell* pada ujung lengan *dinamometer*. Cara penggunaan *dinamometer* tipe rem cakram ini dibagi menjadi dua tahap yaitu:

##### a. Tahap persiapan

1. Mesin dihidupkan terlebih dahulu untuk pemanasan lebih kurang 15 menit
2. Putaran mesin diatur hingga menunjukkan angka 2000 rpm pada *tachometer*
3. *Handy strainmeter* dihidupkan, kemudian diatur hingga menunjukkan angka 0

##### b. Tahap pengujian

1. Pengereman dilakukan dengan cara tuas beban diputar satu putaran searah jarum jam
2. Putaran mesin dibaca menggunakan *tachometer* dan dicatat
3. Beban yang tertera pada *handy strainmeter* dicatat secara bersamaan
4. Langkah 1 s.d 3 diulang terus menerus hingga motor bakar yang diuji mati.

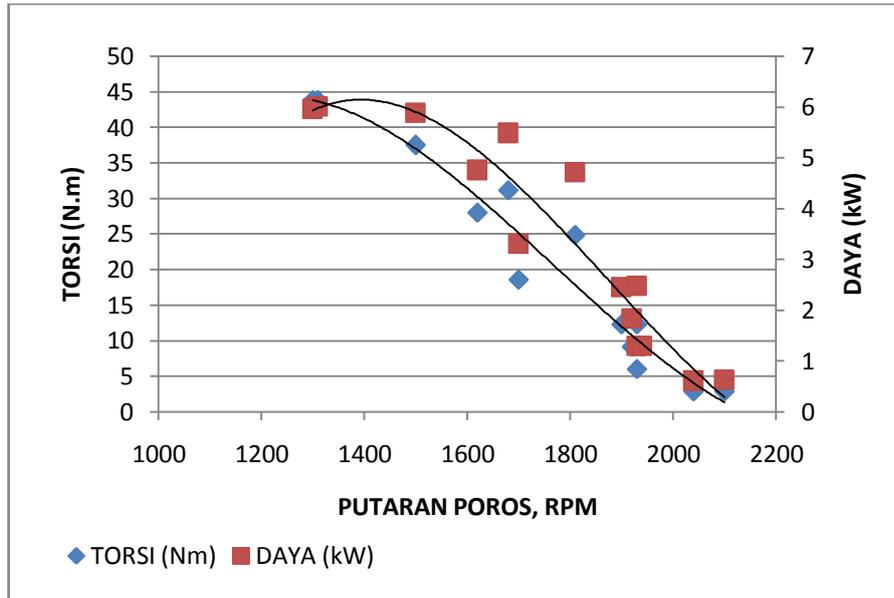
Setelah data didapat maka dapat dilakukan perhitungan dan daya dari mesin tersebut menggunakan Persamaan 1.

#### B. Pengujian Kinerja

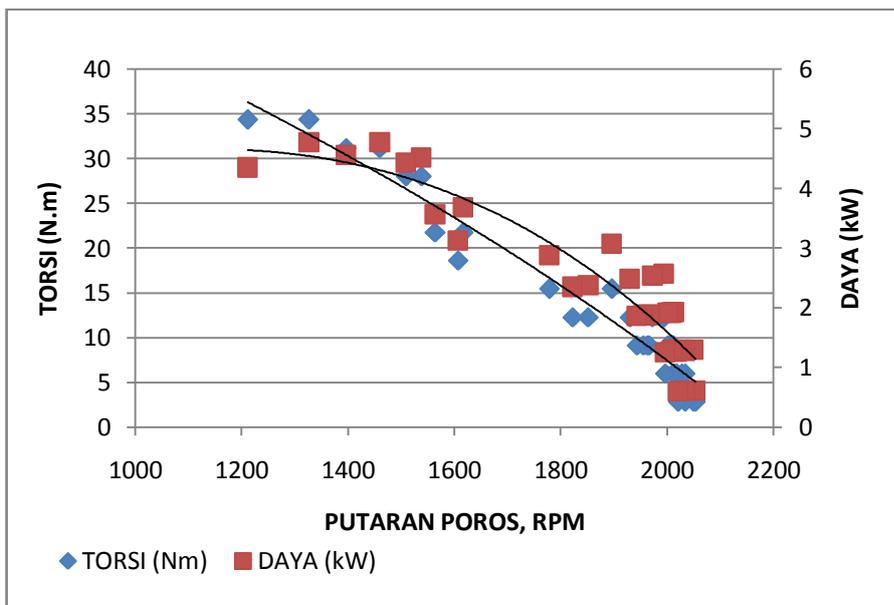
Pengujian kinerja *dinamometer* dilakukan menggunakan motor bakar diesel 8.5 hp dengan bahan bakar solar dan bahan bakar minyak nyamplung. Pengukuran kinerja dilakukan untuk melihat kemampuan *dinamometer* dalam mekanisme pengereman serta penampilan data prestasi

motor. Gambar 6 memperlihatkan grafik prestasi motor bakar diesel dengan bahan bakar solar. Pada Gambar 6 terlihat bahwa daya maksimum yang dapat dihasilkan oleh motor diesel tercapai pada saat putaran motor 1310 rpm yaitu sebesar 6,01 kW. Pada titik ini terjadi pengereman maksimum oleh dinamometer. Sedangkan torsi maksimum yang dihasilkan oleh motor bakar diesel tersebut adalah sebesar 43,8 N.m.

Grafik kinerja motor bakar diesel pada pengujian menggunakan bahan bakar minyak nyamplung (Gambar 7) menunjukkan bahwa daya maksimum yang dapat dicapai adalah sebesar 5,05 kW pada tingkat kecepatan poros 1287 rpm. Sedangkan torsi maksimum yang dihasilkan oleh motor bakar diesel tersebut adalah sebesar 37,5 N.m.

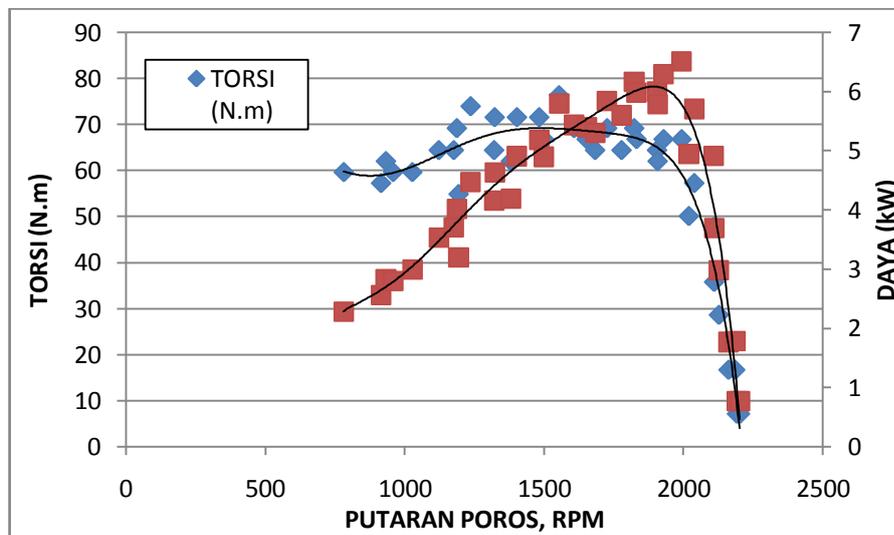


**Gambar 6.** Grafik prestasi motor diesel berbahan bakar solar



**Gambar 7.** Grafik prestasi motor diesel berbahan bakar minyak nyamplung

Dari kedua grafik prestasi motor bakar seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6 dan 7, terlihat pola grafik prestasi motor bakar yang dihasilkan sudah mengikuti karakteristik grafik kinerja motor yang dihasilkan dengan menggunakan dinamometer tipe *water brake* sebagaimana yang diperlihatkan pada Gambar 8 (Fatiha, 2009). Hal ini terlihat dari fungsi pengereman dari dinamometer telah berjalan dengan baik yang ditunjukkan dengan turunnya putaran motor dan meningkatnya torsi pada saat beban pengereman ditingkatkan. Namun demikian dari hasil pengamatan pada saat pengujian diketahui bahwa perubahan tingkat beban pengereman tidak dapat dilakukan dengan kisaran yang kecil. Apabila hal ini dilakukan, maka waktu yang dibutuhkan dalam pengukuran akan semakin panjang dan hal ini akan menyebabkan mekanisme pengereman menjadi panas berlebihan dan dapat menyebabkan kemacetan. Hal ini menunjukkan bahwa dinamometer tipe rem cakram ini perlu dilengkapi dengan system pendinginan yang lebih baik.



**Gambar 8.** Grafik prestasi motor diesel berbahan bakar solar menggunakan dinamometer tipe *water brake* (Fatiha, 2009)

Dari pengujian kinerja motor bakar dengan menggunakan bahan bakar solar dan minyak nyamplung terlihat bahwa torsi dan daya maksimum yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar minyak nyamplung tidak berbeda jauh dari penggunaan bahan bakar solar. Penurunan daya maksimum yang terjadi adalah 19,4%. Sedangkan torsi maksimum turun sebesar 17% (Tabel 1).

**Tabel 1.** Perbedaan daya poros mesin berbahan bakar solar dan minyak nyamplung

Parmeter	Solar	Minyak nyamplung
Torsi maksimum (N.m)	43,8	37,5
Daya maksimum (kW)	6,01	5,05
RPM saat daya maks.	1310	1287

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa prototipe dinamometer tipe rem cakram yang telah dirancang dan diuji dapat berfungsi dengan baik dan dapat digunakan untuk mengukur dan menampilkan hasil kinerja prestasi motor bakar dengan hasil yang menyerupai karakteristik grafik prestasi yang dihasilkan dengan dinamometer tipe lainnya. Untuk meningkatkan kinerja dinamometer tipe rem cakram, khususnya bila digunakan dalam jangka waktu yang lama maka disarankan untuk melengkapi dinamometer tersebut dengan sistem pendinginan yang memadai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daywin, F.J., M. Djojomartono, dan R. G. Sitompul. 1991. *Motor Bakar Internal dan Tenaga di Bidang Pertanian*. JICA-IPB. Bogor.
- Goering, C. E. dan A. C. Hansen. 2004. *Engine and Tractor Power*. American Society of Agricultural Engineers. Amerika Serikat.
- Niemann, G., Budiman, A, Priambodo. B. 1982. *Elemen Mesin Jilid 1 Disain da Kalkulasi dari Sambungan, Bantalan dan Poros*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Sularso. dan Suga, K. 1978. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan ELEMEN MESIN*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Liljedahl, J. B., W. M. Carleton, P. K. Turnquist and D. W. Smith. 1989. *Tractor And Their Power Unit*. An Avi Book: New York.
- Fatiha, P. A. 2009. *Evaluasi Kinerja Daya Poros Motor Diesel Berbahan Bakar Minyak Kelapa Menggunakan Water Brake Dinamometer yang Sudah Dimodifikasi*. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian. FATETA. IPB. Bogor.