

# Modifikasi Motor Bensin 4 Langkah 1 Silinder Untuk *Engine Test* Yang Dengan Sistem Pengereman

<sup>1</sup>Askan, <sup>2</sup>Anis sirojuddin Suryo Negoro, <sup>3</sup>Rukslin, <sup>4</sup>Asnun Parwanti, <sup>5</sup>Muhlasin

<sup>1</sup>Teknik Mesin Universitas Darul Ulum, Jombang

<sup>2</sup>Manajemen Universitas Meyjen Sungkono Mojokerto

<sup>3,5</sup>Teknik Elektro Universitas Darul Ulum, Jombang

<sup>4</sup>Teknik Sipil Universitas Darul Ulum, Jombang

askanzamzam@gmail.com, sirojuddinanis@gmail.com, rukslin05@gmail.com,

asnunparwanti@gmail.com, muhlasin.te@undar.ac.id

## Article Info

### Article history:

Received March 12<sup>th</sup>, 2024

Revised April 14<sup>th</sup>, 2024

Accepted May 6<sup>th</sup>, 2024

### Keyword:

Engine Test

4 stroke petrol motorbike

Combustion engine Fourth

## ABSTRACT

*Power or energy absorbers can use dynamometers, generators/alternators, braking mechanisms, and energy-absorbing fluids (dome loads). Electrical and measuring instruments are used to display combustion process parameters which include fuel consumption, pressure, rotation, electrical power, and ignition settings in the form of quantitatively measurable data. The characteristics of a machine are determined by the relationship of the regulation system to generator power (pg), motor power (Ne), torque, effective shaft power, and fuel consumption. In previous research, the engine test was not equipped with a braking system so it could not determine the magnitude of the torque moment, effective shaft power, generator power (pg), and fuel consumption. In this research, a solution is provided in the form of a braking system. This design method involves compiling the design, manufacturing components, assembling, testing, analyzing, and testing results. From the research results, it was found that when testing the torque at 2200 rpm, the torque moment was 2.94 Nm, and at 2500 rpm the torque moment was 3.43 Nm. Meanwhile, at 2800 rpm the torque moment is 3.92 Nm. The effective shaft power obtained at 2200 rpm rotation was 676.98 Watts, at 2500 rpm rotation it was 897.51 Watts, and at 2800 rpm rotation it was 1148.82 Watts. The petrol motor can rotate stably at 2500 rpm, with the highest load of 400 watts.*

Copyright © 2024 Jurnal JEETech.

All rights reserved.

### Corresponding Author:

Askan

askanzamzam@gmail.com

Abstraks: Konversi energi dapat melalui dynamometer, generator/alternator, fluida penyerap energy (*dome load*). Untuk menampilkan parameter proses pembakaran yang meliputi konsumsi bahan bakar, tekanan, putaran, daya listrik, dan pengaturan pengapian ke bentuk data terukur secara kuantitatif. Karakteristik sebuah mesin

ditentukan oleh hubungan sistem pengaturan terhadap daya generator (pg), daya motor (Ne), momen torsi, daya poros efektif dan fuel consumption. Penelitian sebelumnya engine test tidak diberi sistem pengereman sehingga tidak dapat mengetahui besarnya momen torsi, daya poros efektif, daya generator (pg) dan fuel consumption. Pada penelitian ini

diberikan solusi berupa pemberian system pengereman. Metode desain ini dengan menyusun rancangan, pembeutan komponen, reaktan, pengujian, analisa dan hasil pengujian. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa, pengujian torsi pada putaran 2200 rpm diperoleh momen torsinya sebesar 2,94 Nm, pada putaran 2500 rpm momen torsinya sebesar 3,43 Nm. Sedangkan pada putaran 2800 rpm momen torsinya sebesar 3,92 Nm. Diperoleh daya poros efektif pada putaran 2200 rpm diperoleh sebesar 676,98 Watt, pada putaran 2500 rpm sebesar 897,51 Watt, dan pada putaran 2800 rpm sebesar 1148,82 Watt. Motor bensin dapat berputar dengan stabil pada putaran 2500 rpm, dengan pembebanan tertinggi sebesar 400 watt.

*Keywords : Engine Test, Motor bensin 4*

*langkah, Mesin pembakaran*

## 1. PENDAHULUAN

*Engine test* merupakan seperangkat alat motor bakar yang digunakan untuk menentukan karakteristik mesin. *Engine test* secara umum terdiri dari mesin pembakaran dalam, penyerap (*couple*) energi/daya, sistem transmisi daya, sistem, kelistrikan, dan alat ukur. Mesin pembakaran dalam dapat berupa mesin bensin 2 (dua) langkah atau 4 (empat) langkah. Penyerap daya atau energi dapat menggunakan dynamometer, generator/alternator, mekanisme pengereman dan fluida penyerap energy (*dome load*)[1][2]. Kelistrikan dan alat ukur digunakan untuk menampilkan parameter proses pembakaran yang meliputi konsumsi bahan bakar, tekanan, putaran, arus listrik (ampere), dan pengaturan pengapian ke bentuk data terukur secara kuantitatif. Selanjutnya karakteristik mesin ditentukan oleh hubungan sistem pengaturan (pengapian dan aliran bahan bakar) terhadap daya generator (pg), daya motor (Ne), momen torsi, daya poros efektif dan *fuel consumption*[3][4]. Penelitian sebelumnya membahas tentang pembuatan alat uji prestasi mesin motor bakar bensin Yamaha lexam 115 cc. Kelemahan pada penelitian tersebut, alat

uji tidak dilengkapi pembebanan lampu (watt) sehingga tidak dapat mengetahui karakteristik kerja mesin secara maksimal.

Penelitian sebelumnya membahas tentang perbaikan dan modifikasi mesin diesel 1 silinder untuk *engine test* komposisi bahan bakar B0, B5, B10, dan B15. Pada penelitian tersebut, motor diesel Dong-Hai 8 PK dan generator 5000 watt dijadikan alat uji dalam menganalisis bahan bakar B0, B5, B10, dan B15 terhadap karakteristik motor diesel yang diberi pembebanan lampu 100 watt yang dipasang secara *portable* distand beban, sehingga jumlah lampu yang dipasang bisa disesuaikan. Pembebanan lampu untuk mengetahui besarnya daya yang dihasilkan serta besarnya laju konsumsi bahan bakar u pada putaran tertentu.

Kelemahan pada penelitian tersebut, *Engine test* tidak diberi sistem pengereman sehingga tidak dapat mengetahui besarnya momen torsi, daya poros efektif, daya generator (pg) dan *fuel consumption*. Kelebihan *Engine test* bila dilberi sistem pengereman yaitu dapat mengetahui besarnya momen torsi, daya poros efektif, daya generator (pg) dan *fuel consumption*.

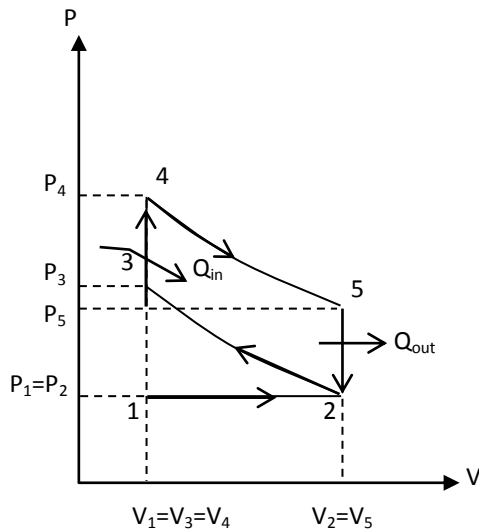
Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Perencanaan Modifikasi Motor Bensin 4 Langkah 1 Silinder Untuk *Engine Test* Yang Diberi Sistem Pengereman Dengan Komposisi Bahan Bakar Bensin”[5][6].

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### A. Motor Bensin

Motor bensin adalah salah satu jenis mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi thermal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi mekanis[7]. Sebelum menjadi tenaga mekanis, energi kimia bahan bakar diubah dulu menjadi energi termal atau panas melalui pembakaran bahan bakar dengan udara. Pembakaran ini ada yang dilakukan di dalam mesin kalor itu sendiri dan ada pula yang dilakukan diluar mesin kalor dan siklus otto pada mesin bensin disebut juga dengan

siklus volume konstan, dimana pembakaran terjadi saat volume konstan.[1]



Gambar 1. Diagram P – V

Siklus otto : Siklus yang ditemukan untuk model berbagai motor bakar torak dengan pengapian busi (motor bakar dalam)[8][9].

Keterangan :

Proses 1-2 : proses kompresi isentropic (*adiabatic versible*) dimana piston bergerak menuju (TMA=titik mati atas) mengkompresikan udara sampai volume *clereance* sehingga tekanan dan temperature naik.

Proses 3-4 : pemasukan kalor konstan, piston sesaat pada (TMA=titik mati atas) bersama kalor suplai dari sekelilingnya serta tekanan dan temperature meningkat hingga nilai maksimum dalam siklus.

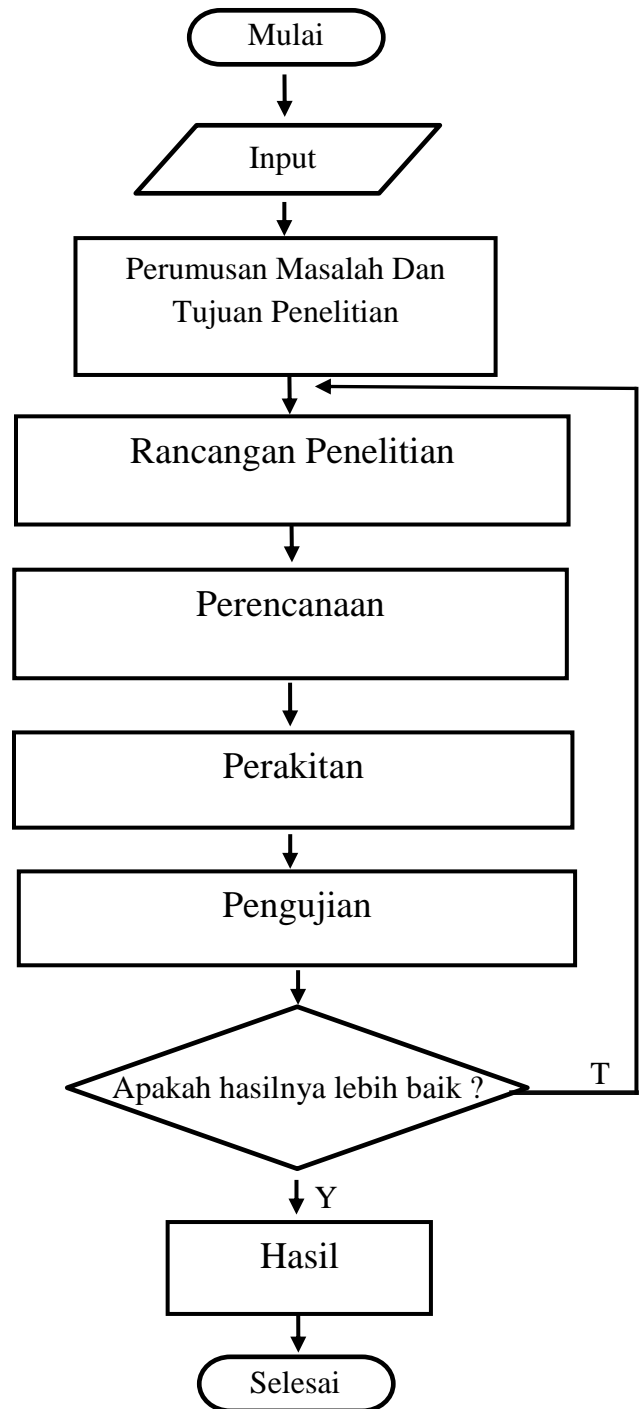
Proses 4-5 : proses isentropic udara panas dengan tekanan tinggi mendorong piston turun (TMB=titik mati bawah), energi dilepaskan disekeliling berupa internal energi.

Proses 5-2 : proses pelepasan kalor pada volume konstan piston sesaat pada (TMB=titik mati bawah) dengan mentransfer kalor ke

sekeliling dan kembali melangkah pada titik awal.

### 3. METODE PENELITIAN

#### A. Rencana Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

#### B. Subyek Penelitian

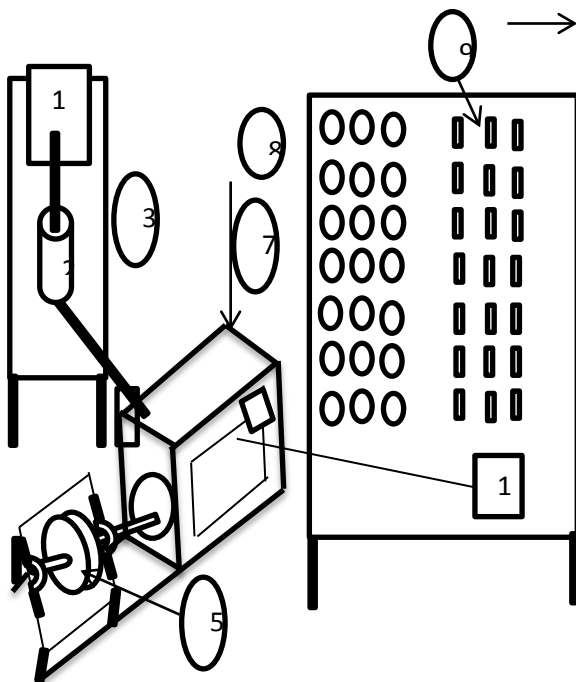
##### a). Motor Bensin 4 Langkah Dan Generator

Motor bensin 4 langkah dan generator merupakan unit alat pengujian yang utama dalam menganalisis karakteristik motor bensin dengan bahan bakar bensin. Spesifikasi motor bensin 4 langkah dan generator selengkapnya sebagai berikut :

- Jenis mesin : King Master ET 1500 L
- Type mesin: 4 tak, 1 silinder, OHV, Air cooled, AVR
- System pengoperasian: Manual recoil starter
- Bahan bakar : Bensin murni
- Tegangan : 220 V
- Frekuensi : 50 Hz
- Output rata-rata : 800 W
- Output maksimal : 1000 W

**b). Rancangan Peralatan**

Alat-alat uji yang digunakan dalam pengujian karakteristik motor bensin dengan bahan bakar bensin adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Rancangan Instalasi Peralatan

Keterangan :

1. Tangki bahan bakar.
2. Gelas ukur bahan bakar.
3. Karburator.
4. Motor bensin.
5. Rem tromol.
6. Generator.

7. Voltmeter.
8. Tempat lampu
9. saklar on-off.
10. Amperemeter.

**c). Proses Pemasangan**

Pada dasarnya prinsip kerja alat uji ini, berdasarkan perubahan energi mekanik dari mesin diubah menjadi listrik oleh generator. Dimana putaran dari poros mesin dihubungkan ke poros generator sehingga poros generator berputar dan menghasilkan arus listrik. Arus listrik tersebut diberi lampu untuk pembebanan dan diporos mesin dihubungkan dengan rem tromol untuk pembebanan pada sistem pengereman .

Tangki bahan bakar dipasang dibagian atas stand beban, bagian bawah tangki diberi selang bahan bakar menuju gelas ukur. gelas ukur dipasang dibagian bawah tangki, bagian bawahnya gelas ukur dilubangi untuk dimasuki selang bahan bakar menuju karburator motor bensin. Poros motor bensin dan generator dihubungkan dengan Tromol rem dipasang didepan mesin untuk proses pengereman. Pada tuas pengereman diberi alat uji neraca pegas untuk mengukur berat beban saat pengereman yang dikaitkan pada tuas pengereman dan sisi yang lain dikaitkan pada kawat penarik sepatu rem. Dari generator diberi saluran listrik yang diberi alat ukur voltmeter dan amperemeter yang disalurkan ke lampu untuk pembebanan watt dengan jumlah 21 lampu dipasang distand beban, diberi saklar on-off berada disamping.



Gambar 4. Alat Engine Test

**d). Prosedur Pengujian**

Pengujian bertujuan untuk mengetahui prestasi dari motor bensin 4 langkah dengan bahan bakar bensin. Yang termasuk parameter prestasi mesin adalah :

1. Momen torsi dan daya poros efektif
2. Daya generator
3. *Fuel consumption*.

**4. HASIL DAN ANALISA**

Percobaan dilakukan pada motor bensin putaran 2200 rpm, putaran 2500 rpm dan putaran 2800 rpm, diberi pembebanan watt memakai bahan bakar bensin murni, untuk mengetahui karakteristik mesin. Data yang diperoleh saat pengujian motor bensin tersebut yaitu : torsi, daya poros efektif, daya generator (*Pg*) dan *fuel consumption*.

**a). Perhitungan Momen Torsi**

Untuk mengukur torsi mesin pada poros mesin diberi rem yang disambungkan pada dengan pembebanan. Pembebanan diteruskan sampai poros mesin sampai hampir berhenti berputar. Beban maksimum yang terbaca adalah gaya pengereman yang besarnya sama dengan gaya putar poros mesin. Diketahui dari hasil Pengujian pertama pada putaran 2200 rpm motor bensin diberi beban pengereman 6 kg motor bensin hampir berhenti. dengan jarak tromol terhadap sumbu 5 cm .Untuk mengetahui momen torsi digunakan persamaan sebagai berikut :

$F = m.g = 58,8 \text{ N}$  dan  $T = F.r = 2,94 \text{ Nm}$ . Diketahui  $T =$  momen torsi (Nm),  $F =$  gaya (N),  $r =$  jarak terhadap sumbu (m),  $m =$  massa (kg),  $g =$  gaya gravitasi bumi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ).

Hasil pengujian kedua pada putaran 2500 rpm motor bensin diberi beban pengereman 7 kg motor bensin hampir berhenti. dengan jarak tromol terhadap sumbu 5 cm .Untuk mengetahui momen torsi digunakan persamaan sebagai berikut :

$F = m.g = 7 \times 9,8 = 68,6 \text{ N}$  dan  $T = F.r = 3,43 \text{ Nm}$

Hasil Pengujian ketiga pada putaran 2800 rpm motor bensin diberi beban pengereman 8 kg motor bensin hampir

berhenti. dengan jarak tromol terhadap sumbu 5 cm .Untuk mengetahui momen torsi digunakan persamaan sebagai berikut :

$F = m.g = 8 \times 9,8 = 78,4 \text{ N}$  dan ,  $T = F.r = 3,92 \text{ Nm}$

Sehingga dapat disimpulkan pada putaran 2200 rpm, diketahui momen torsinya sebesar 2,94 Nm, pada putaran 2500 rpm, momen torsinya sebesar 3,43 Nm. Sedangkan pada putaran 2800 rpm, momen torsinya sebesar 3,92 Nm.

**b). Perhitungan Daya Poros Efektif ( $N_e$ )**

Pada pengujian pertama pada putaran 2000 rpm didapat daya poros efektif, sebagai berikut :

$$N_e = \frac{2\pi \times n \times T}{60} (\text{watt})$$

$$N_e = \frac{2\pi \times 2000 \times 2,94}{60} (\text{watt})$$

$$N_e = 676,98 \text{ Watt}$$

Diketahui:  $N_e =$  daya poros efektif (watt).  
 $n =$  putaran poros engkol (rpm).  
 $T =$  torsi (Nm).

Pada pengujian kedua pada putaran 2500 rpm didapat daya poros efektif, sebagai berikut :

$$N_e = \frac{2\pi \times n \times T}{60} (\text{watt})$$

$$N_e = \frac{2\pi \times 2800 \times 3,43}{60} (\text{watt})$$

$$N_e = 897,51 \text{ Watt}$$

Pada pengujian ketiga pada putaran 2800 rpm didapat daya poros efektif, sebagai berikut :

$$N_e = \frac{2\pi \times n \times T}{60} (\text{watt})$$

$$N_e = \frac{2\pi \times 2500 \times 3,92}{60} (\text{watt})$$

$$N_e = 1148,82 \text{ Watt}$$

Sehingga dapat disimpulkan pada putaran 2200 rpm diketahui daya poros efektif sebesar 676,98 Watt, pada putaran 2500 rpm daya poros efektif sebesar 897,51 Watt. Sedangkan pada putaran 2800 rpm daya poros efektif sebesar 1148,82 Watt.

**c). Data Hasil Pengujian**

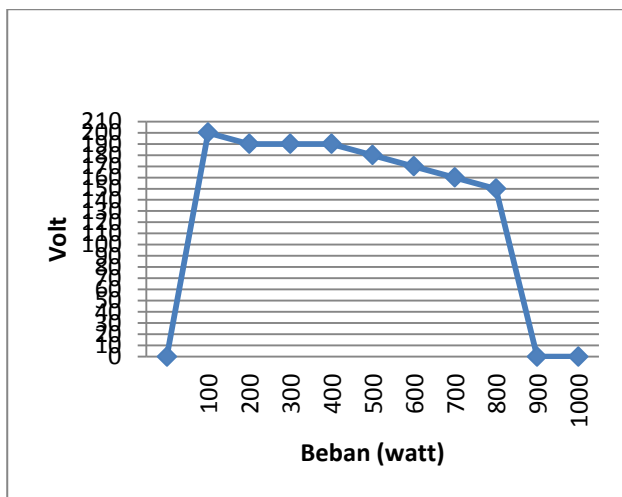
Percobaan pertama diperoleh data dari motor bensin pada putaran 2200 rpm, dengan beban 100 watt sampai 800 watt. Berikut

adalah data hasil percobaan yang dilakukan, dalam bentuk tabel :

Tabel 1. hasil Pengujian Pada putaran 2200 rpm

Beban (Wattt)	tegangan (volt)	Arus (ampere)
100	200	0,62
200	190	1,31
300	190	1,97
400	190	2,63
500	180	3,47
600	170	4,41
700	160	5,4
800	150	6,7

Untuk mempermudah proses analisa beban (watt) terhadap volt pada putaran 2200 rpm, maka dibuat tampilan grafik sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik Beban Watt Terhadap volt Pada Putaran 2200 Rpm

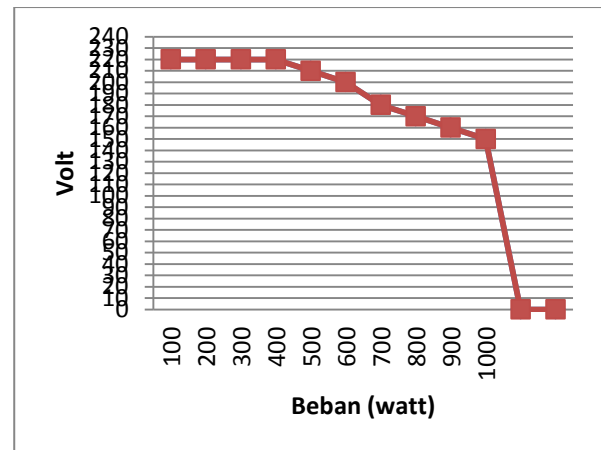
Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa pada putaran 2200 rpm, motor bensin tidak layak untuk diberi pembebanan watt. Karena volt yang keluar pada saat pembebanan dibawah 220 volt.

Percobaan kedua diperoleh data dari motor bensin pada putaran 2500 rpm, dengan beban 100 watt sampai 1000 watt. Berikut adalah data hasil percobaan yang dilakukan, dalam bentuk tabel :

Tabel 2. Hasil Pengujian Pada putaran 2500 rpm

Beban (Wattt)	tegangan (volt)	Arus (ampere)
100	220	0,56
200	220	1,13
300	220	1,70
400	220	2,27
500	210	2,97
600	200	3,75
700	180	4,86
800	170	5,88
900	160	7,03
1000	150	8,34

Untuk mempermudah proses analisa beban (watt) terhadap volt pada putaran 2500 rpm, maka dibuat tampilan grafik sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik Beban Watt Terhadap Volt Pada Putaran 2500 Rpm

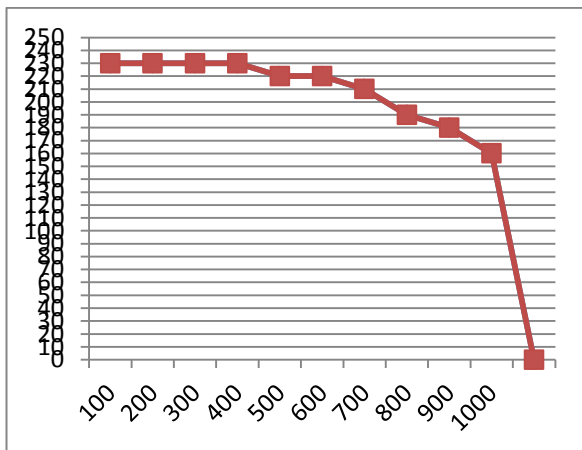
Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa pada putaran 2500 rpm, motor bensin berputar stabil, pada saat pembebanan 100 watt hingga 400 watt. Sedangkan pada saat pembebanan diatas 500 watt, motor bensin tidak mampu berputar stabil karena volt mengalami penurunan dibawah 220 volt.

Percobaan ketiga diperoleh data dari motor bensin pada putaran 2800 rpm, dengan beban 100 watt sampai 1000 watt. Berikut adalah data hasil percobaan yang dilakukan, dalam bentuk table :

Tabel 3. hasil Pengujian Pada putaran 2800 rpm

Beban (Wattt)	tegangan (volt)	Arus (ampere)
100	230	0,54
200	230	1,08
300	230	1,63
400	230	2,27
500	220	2,84
600	220	3,40
700	210	4,1
800	190	5,26
900	180	6,25
1000	160	7,81

Untuk mempermudah proses analisa beban (watt) terhadap volt pada putaran 2800 rpm, maka dibuat tampilan grafik sebagai berikut :



Gambar 7. Grafik Beban Watt Terhadap Volt Pada Putaran 2800 Rpm

Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa pada putaran 2800 rpm, motor bensin berputar stabil, pada saat pembebanan 100 watt hingga 600 watt. Sedangkan pada saat pembebanan diatas 700 watt, motor bensin tidak mampu berputar stabil karena volt mengalami penurunan dibawah 220 volt.

**d. Perhitungan Daya Generator**

Berikut adalah data hasil perhitungan daya generator (Pg) pada putaran 2500 rpm , dalam bentuk tabel :

Tabel 4. perhitungan daya generator (Pg) pada putaran 2500 rpm

Beban (Wattt)	tegangan (volt)	Arus (ampere)	Pg (watt)
100	220	0,56	123,2
200	220	1,13	248,6
300	220	1,70	374
400	210	2,38	499,8
500	200	3,12	624
600	190	3,94	748,6
700	180	4,86	874,8
800	170	5,88	999,9
900	160	7,03	1124,8
1000	150	8,34	1251

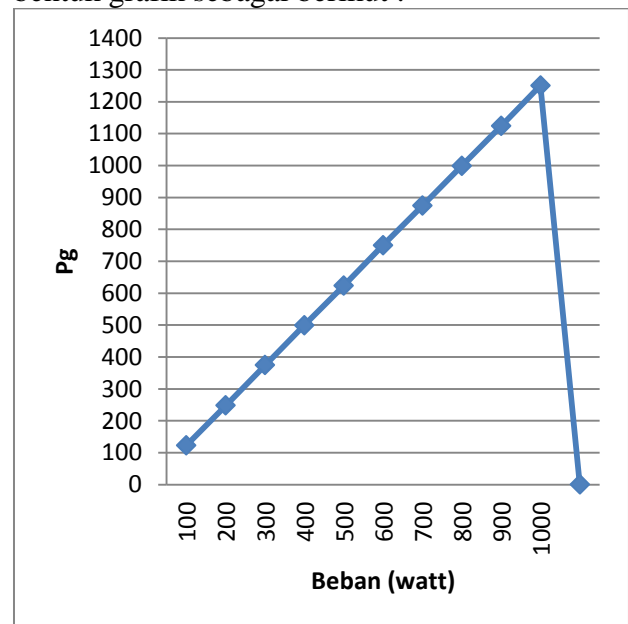
Keterangan : Pg = daya generator (watt).

V = tegangan (volt).

I = arus listrik (ampere)

cos∅ = faktor daya

Untuk mempermudah proses analisa daya generator (Pg), maka dibuat dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik Beban Watt Terhadap Daya Generator (Pg) Pada Putaran 2500 Rpm

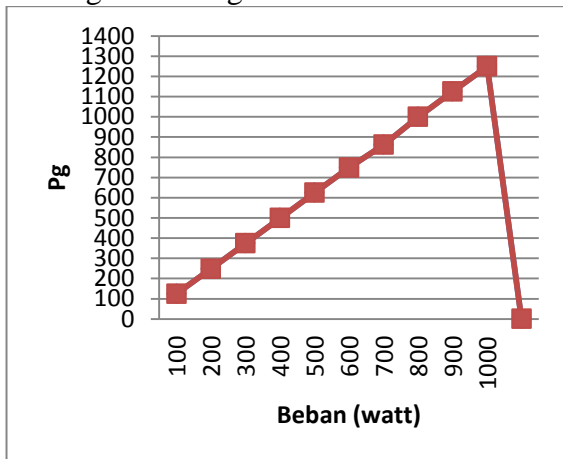
. Berikut adalah data hasil perhitungan daya generator (Pg) pada putaran 2800 rpm , dalam bentuk tabel :



Tabel 5. perhitungan daya generator ( $P_g$ ) pada putaran 2800 rpm

Beban (Wattt)	tegangan (volt)	Arus (ampere)	$P_g$ (watt)
100	230	0,54	124,2
200	230	1,08	248,4
300	230	1,63	374,9
400	220	2,27	499,4
500	210	2,97	623,7
600	210	3,57	749,7
700	190	4,60	874
800	170	5,88	999,6
900	160	7,03	1124,8
1000	150	8,34	1251

Untuk mempermudah proses analisa daya generator ( $P_g$ ), maka dibuat dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 9. Grafik Beban Watt Terhadap Daya Generator ( $P_g$ ) Pada Putaran 2800 Rpm

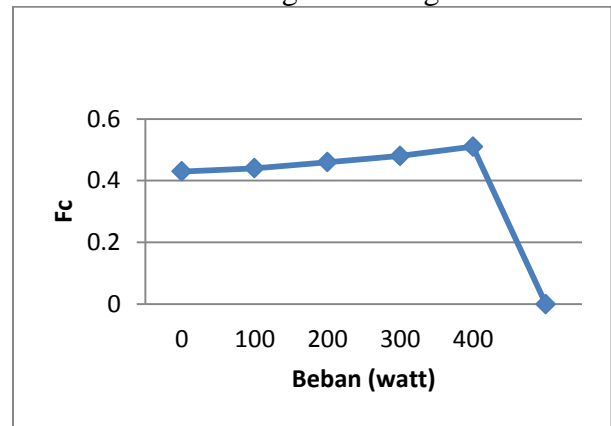
**e). Perhitungan Fuel Consumption Pada Putaran 2500 Rpm**

Pengambilan data konsumsi BBM pada putaran 2500 rpm hanya dilakukan dengan pembebanan hingga 400 watt. Karena pada pembebanan 500 watt, motor bensin tidak mampu berputar stabil. Berikut adalah data hasil percobaan yang dilakukan, dalam bentuk tabel :

Tabel 6. perhitungan *fuel consumption* pada putaran 2500 rpm

Beban (Wattt)	$V_f$ (mL)	t(s)	FC
0	5	41,54	0,43
100	5	40,77	0,44
200	5	38,60	0,46
300	5	37,15	0,48
400	5	35,21	0,51

Untuk mempermudah proses analisa *fuel consumption* pada putaran 2500 rpm, maka dibuat dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 10. Grafik Beban Watt Terhadap Fuel Consumption Pada Putaran 2500 Rpm

**f). Perhitungan Fuel Consumption Pada Putaran 2800 Rpm**

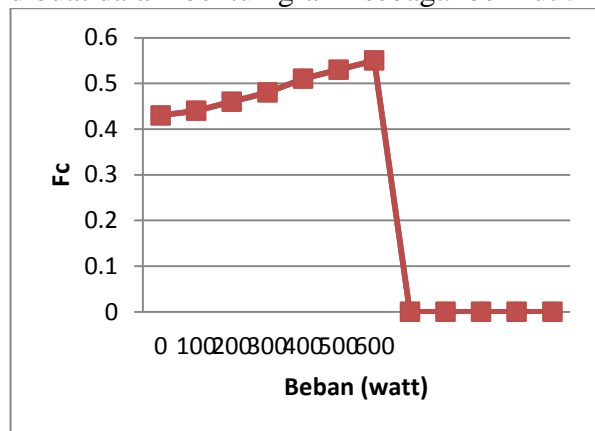
Pengambilan data konsumsi BBM pada putaran 2500 rpm hanya dilakukan dengan pembebanan hingga 600 watt. Karena pada pembebanan 700 watt, motor bensin tidak mampu berputar stabil. Berikut adalah data hasil percobaan yang dilakukan, dalam bentuk tabel :

Tabel 7. perhitungan *fuel consumption* pada putaran 2800 rpm

Beban (Wattt)	$V_f$ (mL)	t (s)	FC (L/h)
0	5	41,54	0,43
100	5	40,77	0,44
200	5	38,60	0,46
300	5	37,15	0,48
400	5	35,21	0,51
500	5	33,55	0,53
600	5	32,68	0,55



Untuk mempermudah proses analisa *fuel consumption* pada putaran 2800 rpm, maka dibuat dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 11. Grafik Beban Watt Terhadap Fuel Consumption Pada Putaran 2800 Rpm

Dari penjelasan grafik *Fuel Consumption* pada putaran 2500 rpm dan 2800 rpm menunjukkan bahwa motor bensin yang diberi pembebanan watt, semakin tinggi putaran dan semakin tinggi pembebanan watt, maka konsumsi bahan bakar semakin banyak .

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Pengujian torsi pada putaran 2200 rpm diperoleh momen torsinya sebesar 2,94 Nm, pada putaran 2500 rpm momen torsinya sebesar 3,43 Nm. Sedangkan pada putaran 2800 rpm momen torsinya sebesar 3,92 Nm.
2. Dari hasil pengolahan data uji pada putaran 2200 rpm diperoleh daya poros efektif sebesar 676,98 Watt, pada putaran 2500 rpm daya poros efektif sebesar 897,51 Watt. Sedangkan pada putaran 2800 rpm daya poros efektif sebesar 1148,82 Watt.
3. Motor bensin dapat berputar dengan stabil pada putaran 2500 rpm, dengan pembebanan tertinggi sebesar 400 watt. Pada putaran 2800 rpm, motor bensin hanya mampu diberi pembebanan sebesar 600 watt. Sedangkan pada putaran 2200 rpm motor bensin tidak mampu untuk diberi pembebanan watt. Karena saat

pembebanan (watt), volt mengalami penurunan dibawah 220 volt.

4. Semakin tinggi pada putaran (rpm) dan semakin tinggi pembebanan watt, maka daya generator semakin naik dan konsumsi bahan bakar semakin banyak, sampai batas pembebanan 600 watt.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nabi, E. Wacholder, and J. Dayan, "Dynamic Model for a Dome-Loaded Pressure Regulator," *J. Dyn. Syst. Meas. Control*, vol. 122, no. 2, pp. 290–297, Jun. 2000, doi: 10.1115/1.482464.
- [2] R. Hadiputranto, "BRAKE UNTUK SARANA PRAKTIKUM PRESTASI MESIN," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 11–18, 2015.
- [3] I. P. P. Kusmanto and Y. A. Winoko, "Pengaruh Suhu Bahan Bakar terhadap Daya dan Konsumsi Bahan Bakar Motor Bensin 1781 CC," *J. Flywheel*, vol. 10, no. 1, pp. 33–44, 2019.
- [4] Rusmono, A. Farid, and A. Suyatno, "PENGARUH JENIS BAHAN BAKAR TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BAKAR INJEKSI," *Widya Tek.*, vol. 24, no. 2, 2016.
- [5] I. M. Mara, I. M. A. Sayoga, I. M. Nuarsa, I. B. Alit, and K. Wiratama, "Analisis unjuk kerja motor bensin 4 langkah 1 silinder 100 cc berbahan bakar etanol," *Din. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 1, p. 10, 2020, doi: 10.29303/dtm.v10i1.300.
- [6] S. Anwar, H. Permana, and I. Susanto, "Analisa Kinerja Motor Bakar Bensin 4 Langkah Menggunakan Bahan Bakar Dari Minyak plastik," *Metr. Ser. Hum. Dan Sains Issn 2774-2377*, vol. 3, no. 2, pp. 16–24, 2022.
- [7] Z. Muhammad, "Modifikasi Motor Bensin 4 Langkah Silinder Tunggal Menjadi Silinder Ganda Type V Block Serta Dampak Yang Ditimbulkan," *Penelit. Mandiri Univ. Bandar ...*,

- 
- 2021.
- [8] A. M. Ahmad Syaifudin, Romy, "Analisis Energi Gas Engine Siklus Otto Kapasitas 835 Kw," *Jom FTEKNIK*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2018.
- [9] R. Agus Nuramal, Angky Puspawan, "Analisa Pengaruh Variasi Profil Camshaft Standar Dan Modifikasi Pada Gerakan Penutupan Katup Masukterhadap Torsi, Daya Dan Spesifik Konsumsi Bahan Bakar Mesin Siklus Otto Dengan Pendekatan Siklus Atkinson," *J. Ilm. Bid. Sains Teknol. Murni Disiplin dan Antar Disiplin*, vol. 2, no. 14, p. 11, 2014.
- [10] Fahrival, 2016. "Pembuatan Alat Uji Prestasi Mesin Motor Bakar Bensin Yamaha Lexam 115 CC" .Universitas Pasir Pengairan.
- [11] Fajar Rozaki, 2012. "Perbaikan dan modifikasi mesin diesel 1 silinder untuk engine test, komposisi bahan bakar BO, B5, B10, Dan B15". Universitas Diponegoro.
- [12] Elfiano,Eddy. 2014. "modul praktikum fenomena dan prestasi mesin". Universitas Riau.
- [13] Arismunandar W. 1988, penggerak mula motor bakar torak, ITB Bandung.
- [14] Drs.daryanto 1997,perawatan sepeda motor bensin,Erlangga,Jakarta