

## PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP PRESTASI MESIN DIESEL STASIONER SATU SILINDER

Nugraha Munthe<sup>1</sup>, Syahril Gultom<sup>2</sup>, Tulus B. Sitorus<sup>3</sup>, Dian M. Nasution<sup>4</sup>, Zulkifli Lubis<sup>5</sup>  
<sup>1,2,3,4,5</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara  
E-mail : nugraha\_munthe@yahoo.com

### ABSTRAK

Objek dalam penelitian ini adalah mesin diesel stasioner satu silinder, *Smart Engine Test Bed* TD 111 MK II dengan pengaruh medan magnet, dimana magnet dipasangkan disalurkan pompa minyak. Adapun variasi medan magnet yang digunakan dalam pengujian ini adalah magnet X (2500 Gauss), magnet Y (2000 Gauss) dan magnet Z (350 Gauss). Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk mengetahui pengaruh besar medan magnet terhadap prestasi mesin diesel stasioner satu silinder. Penelitian ini menggunakan serangkaian pengujian prestasi mesin diesel satu silinder dengan pembacaan instrumentasi secara langsung dan perhitungan menurut Willard Pulkrabek. Variasi beban yang digunakan adalah 3,5 kg dan 4,5 kg dengan kombinasi variasi putaran 1600 rpm, 1800 rpm, 2000 rpm, 2200 rpm, 2400 rpm dan 2600 rpm dengan menggunakan bahan bakar solar. Dari hasil pengujian diperoleh dengan menggunakan magnet X pada pembebanan 4,5 kg putaran 2600 rpm didapat daya poros yaitu : 3,28 kW, nilai SFC terendah yaitu : 93 g/kWh, nilai AFR tertinggi diperoleh yaitu : 52,80, nilai efisiensi termal tertinggi yaitu : 21,72 % dan *heat loss* tertinggi yaitu 24,98%.

Kata kunci : prestasi mesin, magnet, medan magnet, putaran, beban statik, Gauss

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini sangatlah pesat ditandai dengan munculnya berbagai teknologi tepat guna yang mempermudah manusia melakukan berbagai kegiatan. Perkembangan teknologi ini diikuti pula akan konsumsi energi. Minyak bumi adalah salah satu sumber energi yang paling pokok yang dipakai di banyak negara. Harga minyak dunia yang bersumber dari fosil saat ini semakin meningkat, sementara cadangan minyak dunia terbatas terutama cadangan minyak Indonesia yang diperkirakan ketersediaannya sebesar 86,9 milyar barel. Jumlah tersebut diperkirakan hanya dapat memenuhi kebutuhan energi dalam negeri selama 23 tahun ke depan (Anonim, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2005) [1].

Keterbatasan bahan bakar yang terjadi ini dengan sendirinya menjadikan para akademisi serta ilmuawan mencari solusi dengan yang efektif dan ringkas, mengingat sumber bahan bakar minyak kita berasal dari fosil sudah sangat terbatas. Beberapa upaya dilakukan dalam penelitian guna mendapatkan bahan bakar alternatif yang mudah di dapatkan dan ekonomis tetapi hal itu juga mengalami banyak kekurangan karena penambahan bahan - bahan additif tersebut belum tentu tidak mempengaruhi struktur bahan bakar dan berakibat pada proses pembakaran di dalam ruang bakar yang kurang sempurna dan efisien. Sebab itu banyak juga perubahan yang dilakukan pada mesin guna pemakaian bahan bakar yang mengalami perubahan struktur. Hal ini juga bersifat tidak ekonomis dan praktis, sehingga perlu dilakukan upaya yang lain seperti menemukan cara

menekan konsumsi bahan bakar tanpa menambah atau mengurangi struktur molekul yang ada pada bahan bakar.

Salah satu cara alternatif yang dapat digunakan dalam menekan konsumsi bahan bakar tanpa mengesampingkan prestasi mesin tersebut dengan proses "ionisasi medan magnet" dimana pemasangan magnet pada saluran minyak dapat mempengaruhi struktur atom-atom dari bahan bakar sehingga struktur atomnya lebih rapi pada saat proses pembakaran. Pemakaian dari magnet untuk penghemat bahan bakar ini lebih praktis ketimbang pergantian atau pun penambahan bahan-bahan adiktif pada bahan bakar. Pemakaian dari magnet untuk menghemat bahan bakar ini menunjukkan ada tidaknya pengaruh terhadap konsumsi bahan bakar dan tanpa mengesampingkan prestasi mesin perlu dilakukan suatu pengujian yang dapat menganalisa pengaruhnya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Magnet

Magnet merupakan benda yang dapat menarik benda-benda lain di sekitarnya seperti besi, baja, dan kobalt. Seluruh material yang mempunyai sifat magnet seperti besi, nikel, dan kobalt, mempunyai kutub utara (N, north) dan kutub selatan (S, south). Kutub yang sejenis akan tolak-menolak dan kutub yang tidak sejenis akan tarik menarik,

### Medan Magnet

Medan magnet adalah daerah disekitar magnet yang dipengaruhi oleh gaya magnet. Area medan magnet itu biasa ditunjukkan dengan garis-garis gaya magnet. Karakteristik yang dimiliki oleh medan magnet diantaranya adalah :

1. Fluks/medan magnet dimulai dari kutub U dan berakhir di kutub S suatu magnet atau magnet-magnet.
2. Arah dari fluks/medan magnet adalah sesuai dengan arah kutub U jarum magnet bila jarum berada dalam fluks.

### *Magnetic Flux Density*

*Magnetic Flux Density (magnetic field strength)* adalah jumlah fluks magnet yg keluar dari kutub magnet tiap satuan luas. Dapat dinyatakan dalam satuan Tesla atau Gauss ( $1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$ ). Kuat medan magnet ini menunjukkan energi magnet yang dapat diberikan oleh suatu sumber magnet.

### **Prinsip Kerja Magnet pada Saluran Bahan Bakar.**

Proses magnetisasi diperlukan agar bahan bakar lebih mudah mengikat oksigen selama proses pembakaran dan mengurangi produk unburned hydrocarbon hasil proses pembakaran bahan bakar. Hal ini disebabkan ukuran struktur molekul bahan bakar akan berubah menjadi ikatan yang lebih kecil akibat magnetisasi. Ukuran molekul yang lebih kecil ini secara langsung akan berakibat pada semakin mudahnya proses pembakaran dalam ruang bakar. Dengan kata lain proses

magnetisasi pada bahan bakar akan membuat pembakaran menjadi lebih sempurna. [2]

### Mesin Diesel

Motor diesel adalah sejenis mesin pembakaran dalam, lebih spesifik lagi sebuah mesin kompresi dimana bahan bakar dinyalakan oleh suhu tinggi gas yang dikompresi dan bukan oleh alat lain (seperti busi). Mesin diesel dikategorikan dalam motor torak dan mesin pembakaran dalam (internal combustion engine). Prinsip kerja mesin diesel adalah merubah energi kimia menjadi energi mekanis. Energi kimia di dapat melalui proses reaksi kimia (pembakaran) dari bahan bakar (solar) dan oksider (udara) di dalam silinder (ruang bakar). Pembakaran pada mesin diesel terjadi karena kenaikan temperatur campuran udara dan bahan bakar akibat kompresi tinggi torak hingga mencapai temperatur nyala.

Pembakaran ini dapat terjadi karena udara dikompresi pada ruangan dengan perbandingan kompresi jauh lebih besar daripada motor bensin, yaitu antara 14-22. Akibatnya, udara akan mempunyai tekanan dan temperatur melebihi suhu dan tekanan penyalaan bahan bakar [3].

### Prestasi Mesin Diesel

#### Torsi

Torsi didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada jarak momen dan memiliki satuan N-m atau lbf-ft.

$$T = \frac{P_B \cdot 60}{2\pi \cdot n} \dots \dots \dots [4]$$

#### Daya Poros

Semakin tinggi frekuensi putar motor makin tinggi daya yang diberikan hal ini disebabkan oleh semakin besarnya frekuensi semakin banyak langkah kerja yang dialami pada waktu yang sama. Dengan demikian besar daya poros itu adalah :

$$P_B = \frac{2\pi \cdot (n \cdot T)}{60} \dots \dots \dots [4]$$

Dimana :

$P_B$  = daya ( W )

T = torsi ( Nm )

n = putaran mesin (Rpm)

**Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)**

Parameter ini biasa dipakai sebagai ukuran ekonomi pemakaian bahan bakar yang terpakai per jam untuk setiap daya kuda yang dihasilkan.

$$SFC = \frac{\dot{m}_f \times 10^3}{P_B} \dots \dots \dots [4]$$

$$m_f = \frac{S_{gf} \cdot V_f \cdot 10^{-6}}{t_f} \times 3600 \dots \dots [4]$$

Dimana :

- SFC = konsumsi bahan bakar spesifik(kg/kw.h)
- P<sub>B</sub> = daya (W)
- m<sub>f</sub> = konsumsi bahan bakar
- S<sub>gf</sub> = spesifik grafiti
- T = waktu (jam)

**Air Flow Ratio (AFR)**

Air Flow Ratio/AFR merupakan ratio aliran massa udara dengan aliran massa bahan bakar yang terjadi di ruang bakar.

$$AFR = \frac{m_a}{m_f} = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_f} \dots \dots \dots [4]$$

Dimana :

- m<sub>a</sub> = Laju aliran massa udara ( kg/jam )
- m<sub>f</sub> = Laju aliran masa bahan bakar ( kg/jam )

Rentang AFR yang normal untuk mesin berpenyalaan kompresi (mesin diesel) dengan bahan bakar diesel adalah  $18 \leq AFR \leq 70$ (Pulkrabek, 1997) <sup>[5]</sup>

**Efisiensi Thermal**

Efisiensi termal merupakan perbandingan daya keluaran P<sub>B</sub> dalam satuan KW, terhadap laju aliran bahan bakar m<sub>f</sub> dalam satuan kg/jam.

$$\eta_b = \frac{P_B}{m_f \cdot CV} \times 3600 \dots \dots \dots [4]$$

Dimana :

- P<sub>B</sub> = daya (W)

$\dot{m}_f$  = konsumsi bahan bakar

$C_v$  = kalor pembakaran

### Efisiensi Volumetris

Besarnya dari nilai efisiensi volumetris yang terjadi pada motor diesel ini pada masing-masing pengujian dengan menggunakan variasi beban, variasi putaran dan variasi magnet ditung dengan menggunakan persamaan berikut :

Efisiensi Volumetris

$$(\eta_v) = \frac{1}{60 N} \frac{2\dot{m}_a}{\rho_a V_s} \dots \dots \dots [4]$$

Dimana :

$\dot{m}_a$  = Laju aliran massa udara (kg/jam)

$N$  = Putaran mesin (rpm)

$\rho_a$  = Densitas udara (kg/m<sup>3</sup>)

$V_s$  = Volume langkah torak (m<sup>3</sup> = 0,00023 m<sup>3</sup> [berdasarkan spesifikasi mesin])

### Heat Loss

Heat loss pada saluran buang atau dapat dikatakan sebagai besar kehilangan energi yang terjadi akibat adanya aliran gas panas buang dari exhaust manifold ke lingkungan. Gas buang ini berupa aliran gas panas.

Besarnya Heat Loss dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\% \text{ Heat Loss} = (m_a \times m_f) \times (T_e - T_a) \dots \dots \dots [4]$$

Dimana:

$T_e$  = suhu gas keluar exhaust manifold

$T_a$  = Suhu lingkungan (27°C)

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### Metode pengumpulan data

Data yang dipergunakan dalam pengujian ini meliputi :

- a. Data primer, merupakan data yang diperoleh langsung dari pengukuran dan pembacaan pada unit instrumentasi serta alat ukur pada masing-masing pengujian.
- b. Data sekunder, merupakan data yang diperoleh dari hasil penelitian bahan bakar solar dan dengan menggunakan magnet pada saluran minyak.

**Metode Pengolahan Data**

Data yang diperoleh dari data primer dan data sekunder diolah data dari perhitungan disajikan dalam bentuk tabulasi dan grafik

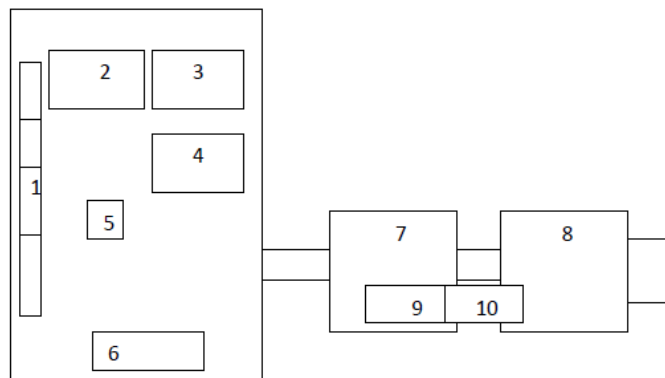
**Pengamatan dan Tahap Pengujian**

Parameter yang akan ditinjau dalam pengujian ini adalah :

1. Daya ( P )
2. Konsumsi bahan bakar spesifik ( sfc )
3. Efisiensi thermal ( $\eta_b$ )
4. Air Flow Ratio (AFR)

**Skema pengujian performansi**

Adapun skema pada pengujian performansi ini dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3.1 Skema pengujian performansi

Keterangan gambar :

1. Flow Meter Bahan Bakar
2. *Tachometer (rpm)*
3. Torsi meter (Nm)
4. Exhaust temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )
5. Tombol ON/OFF
6. Manometer ( $\text{mmH}_2\text{O}$ )
7. Mesin TD-111

8. Dynamometer
9. Exhaust Muffler
10. Udara keluaran.

### Prosedur Pengujian Prestasi Mesin Diesel

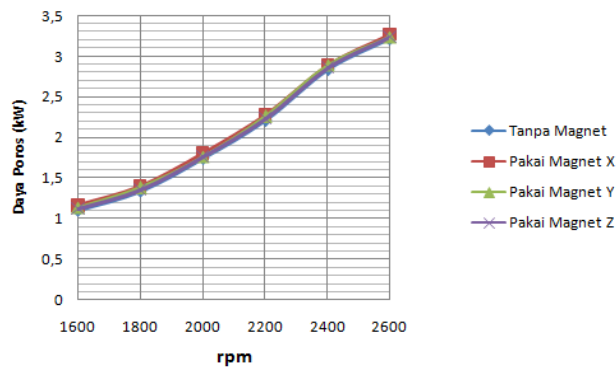
Pengujian dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Pengujian dengan bahan bakar solar tanpa menggunakan magnet.
  1. Mengoperasikan mesin dengan cara memutar engkol dan memanaskan mesin selama 5 menit. Mengatur kecepatan aliran air yang masuk ke dalam *dynamometer*.
  2. Mengatur putaran mesin pada 1600 rpm dengan menggunakan tuas kecepatan dan memastikan mesin dengan melihat data analog pada instrumen tachometer.
  3. Meletakkan beban statis pada dynamometer, kemudian menggoyangkan beban statis dynamometer untuk memastikan nilai torsi stabil.
  4. Mengamati konsumsi bahan bakar yang akan diuji pada tabung kuantitas 56 ml dan dihitung dengan stopwatch.
  5. Mencatat hasil pengujian yang meliputi Torsi, tekanan udara pada manometer, temperature gas buang, dan waktu menghabiskan 56 ml bahan bakar solar.
  6. Mengulangi pengujian menggunakan variasi beban statis (3,5 kg dan 4,5 kg) dengan variasi magnet (1600 rpm, 1800 rpm, 2000 rpm, 2200 rpm, 2400 rpm dan 2600 rpm)
- b. Pengujian prestasi mesin diesel + penggunaan magnet pada saluran injeksi minyak.
  1. Mengoperasikan mesin dengan menarik poros engkol mesin, kemudian memanaskan mesin selama 5menit, dan mengalirkan air ke dalam mesin.
  2. Memasang Magnet X (2500 Gauss) / Magnet Y(2000 Gauss) / Magnet Z(350 Gass) pada saluran injeksi bahan bakar solar pada mesin diesel.
  3. Mengatur putaran mesin pada 1600 rpm dengan menggunakan tuas kecepatan dan memastikan putaran mesin dengan melihat data analog pada *instrumentachometer*.
  4. Meletakkan beban statis pada *dynamometer*, kemudian menggoyang beban statis *dynamometer* untuk memastikan nilai torsi stabil
  5. Mengamati konsumsi bahan bakar yang akan diuji pada tabung kuantitas 56 ml dan dihitung dengan stopwatch.
  6. Mencatat hasil pengujian yang meliputi Torsi, tekanan udara pada manometer, temperatur gas buang, waktu menghabiskan 56 ml bahan bakar.
  7. Mengulangi pengujian menggunakan variasi beban statis (3,5 kg dan 4,5 kg), variasi magnet, dan putaran mesin yang berbeda (1600 rpm, 1800 rpm, 2000 rpm, 2200 rpm, 2400 rpm dan 2600 rpm).
  - 8.

4. ANALISA & PEMBAHASAN

Daya

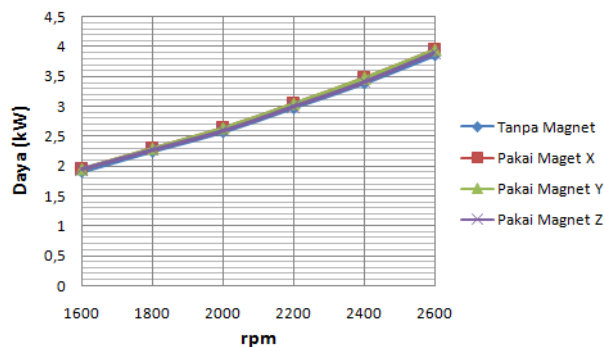
Daya Poros pada pembebanan 3,5 kg



Gambar 2 Grafik daya vs putaran pada beban 3,5 kg

Berdasarkan gambar 2 diatas dibandingkan pada bahan bakar solar tanpa menggunakan magnet, menggunakan magnet X, magnet Y dan magnet Z daya mesin cendrung mengalami meningkat. Pada pembebanan statis 3,5 kg daya tertinggi diperoleh dari pengaruh penggunaan Magnet X pada putaran 2600 yaitu sebesar : 3,266 kW, sedangkan daya terendah diperoleh pada putaran 1600 yaitu : 1,122 kW dengan menggunakan magnet Z.

Daya poros pada pembebanan 4,5 kg



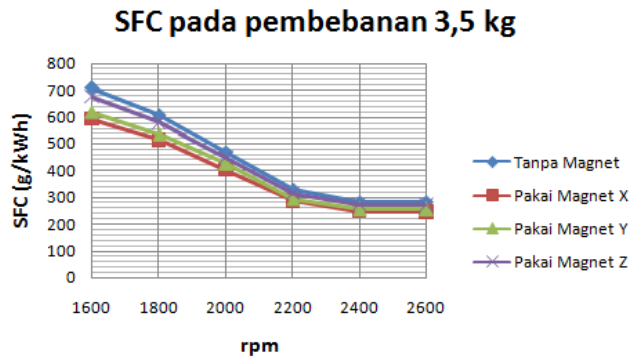
Gambar 3 Grafik daya vs putaran pada beban 4,5 kg

Berdasarkan gambar 3 diatas dibandingkan pada bahan bakar solar tanpa menggunakan magnet, menggunakan magnet X, magnet Y dan magnet Z daya mesin cendrung mengalami meningkat.

Pada pembebanan statis 4,5 kg daya tertinggi diperoleh dari pengaruh penggunaan Magnet X pada putaran 2600 yaitu sebesar : 3.946 kW, sedangkan daya terendah diperoleh pada putaran 1600 yaitu sebesar : 1.926 kW dengan menggunakan Magnet Z.

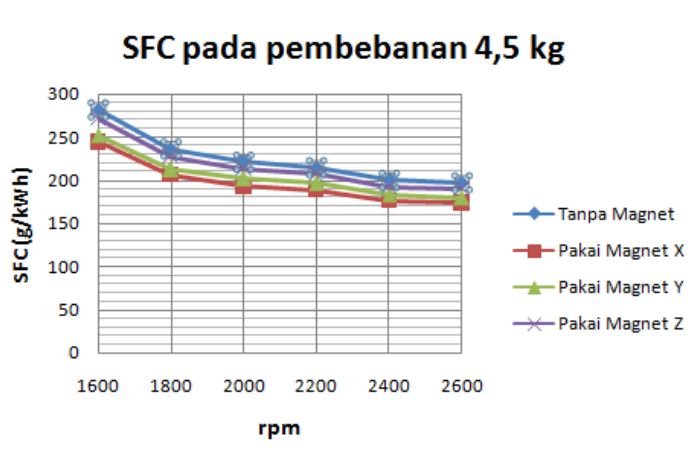


**Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)**



Gambar 4 Grafik SFC vs putaran pada beban 3,5 kg

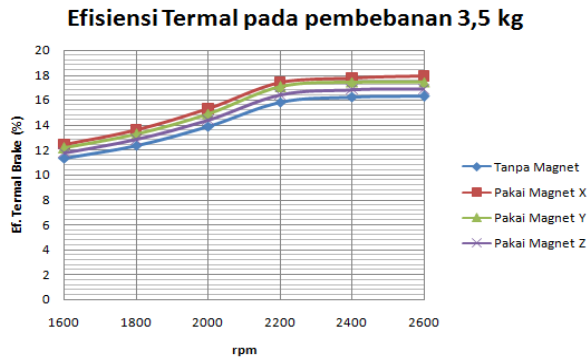
Berdasarkan gambar 4 diatas, SFC menurun bila dibandingkan prestasi mesin tanpa menggunakan magnet X, magnet Y dan magnet Z. Pada pembebanan statis 3,5 kg sfc tertinggi diperoleh dari pengaruh penggunaan Magnet z pada putaran 1600 yaitu sebesar :172 g/kWh, sedangkan sfc terendah diperoleh pada putaran 2600 yaitu :120g/kWh dengan menggunakan Magnet X.



Gambar 5 Grafik SFC vs putaran pada beban 4,5 kg

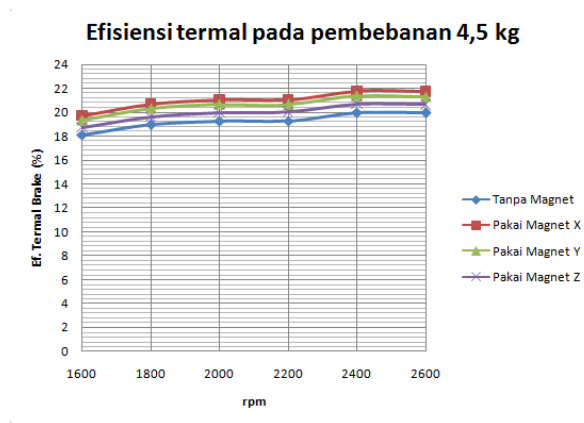
Berdasarkan gambar gambar 5 diatas, SFC menurun bila dibandingkan prestasi mesin tanpa menggunakan magnet X, magnet Y dan magnet Z. Pada pembebanan statis 4,5 kg sfc tertinggi diperoleh dari pengaruh penggunaan Magnet Z pada putaran 1600 yaitu sebesar :108 g/kWh, sedangkan sfc terendah diperoleh pada putaran 2600 yaitu : 93 g/kWh dengan menggunakan Magnet X.

**Efisiensi Thermal( $\eta_b$ )**



Gambar 6 Grafik Efisiensi thermal vs putaran pada beban 3,5 kg

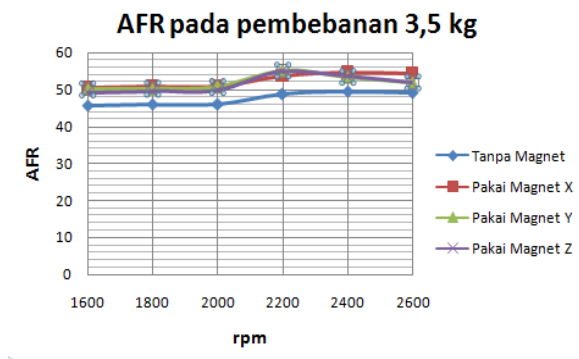
Berdasarkan gambar 6 diatas, efisiensi thermal cenderung meningkat. Pada pembebanan statis 3,5 kg efisiensi thermal tertinggi diperoleh dari pengaruh penggunaan Magnet X pada putaran 2600 yaitu sebesar :17,90 % ; sedangkan efisiensi thermal terendah diperoleh pada putaran 1600 yaitu : 11,76 % menggunakan Magnet Z.



Gambar 7 Grafik efisiensi thermal vs putaran pada beban 4,5 kg

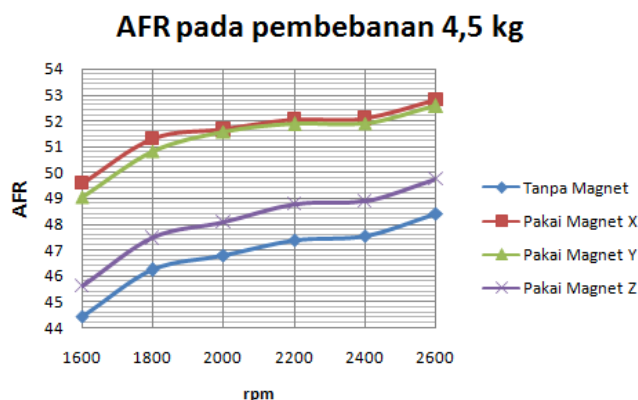
Berdasarkan gambar 7 diatas, efisiensi thermal cenderung meningkat. Pada pembebanan statis 4,5 kg efisiensi thermal tertinggi diperoleh dari pengaruh penggunaan Magnet X pada putaran 2400 yaitu sebesar : 21,77 % ; sedangkan efisiensi thermal terendah diperoleh pada putaran 1600 yaitu : 18,72 % menggunakan Magnet Z.

**Air Flow Ratio (AFR)**



Gambar 8 Grafik Air Flow Ratio vs putaran pada beban 3,5 kg.

Berdasarkan gambar 8 diatas *Air Flow Ratio* cenderung meningkat. Pada pembebanan statis 3,5 kg AFR tertinggi diperoleh dari pengaruh penggunaan Magnet X pada putaran 2400 yaitu sebesar :54,28; sedangkan AFR terendah diperoleh pada putaran 1600 yaitu :49,19 dengan menggunakan Magnet Z



Gambar 9 Grafik Air Flow Ratio vs putaran pada beban 4,5 kg.

Berdasarkan gambar 9 diatas *Air Flow Ratio* cenderung meningkat. Pada pembebanan statis 4,5 kg AFR tertinggi diperoleh dari pengaruh penggunaan Magnet X pada putaran 2600 yaitu sebesar :52,80, sedangkan AFR terendah diperoleh pada putaran 1600 yaitu : 45,61 dengan menggunakan Magnet Z.

**KESIMPULAN**

1. Rata – rata daya mesin (*power brake*) yang tertinggi dihasilkan dari besar pengaruh medan magnet terhadap mesin diesel ini adalah 3,238 kW pada putaran 2600 pada beban 4,5 kg dengan menggunakan Magnet X (2500 Gauss). Daya yang terendah dihasilkan dari pengaruh medan magnet terhadap mesin diesel ini adalah 1,122 kW pada putaran 1600 rpm dengan beban 3,5 kg menggunakan magnet Z (350 Gauss).
2. Konsumsi bahan bakar (*sfc*) tertinggi diperoleh dari pengaruh penggunaan Magnet Z (350 Gauss) pada putaran 1600 yaitu sebesar : 172 g/kWh pada pembebanan statis 3,5 kg, sedangkan *sfc* terendah diperoleh pada putaran

- 1600 yaitu : 113 g/kWh dengan menggunakan Magnet X (2500 Gauss) pada pembebanan statis 3,5 kg.
3. Efisiensi termal tertinggi diperoleh dari pengaruh penggunaan Magnet X (2500 Gauss) pada putaran 2400 yaitu sebesar : 21,77 % pada pembebanan statis 4,5 kg, sedangkan efisiensi termal terendah diperoleh pada putaran 1600 yaitu : 11,76 % dengan menggunakan Magnet Z (350 Gauss)
  4. AFR tertinggi diperoleh dari pengaruh penggunaan Magnet X (2500 Gauss) pada putaran 2400 yaitu sebesar : 54,58 pada pembebanan statis 3,5 kg, sedangkan AFR terendah diperoleh pada putaran 1600 yaitu : 45,61 dengan menggunakan Magnet Z (350 Gauss) pada pembebanan 4,5 kg.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Ariani et al 2017 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 277 012045
- [2] Irvan et al 2017 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 206 012028
- [3] Arismunandar, Wiranto. 1988. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Penerbit : ITB Bandung
- [4] Pulkrabek, Willard W.1997. *Engineering Fundamentals Of The Internal Combustion Engine*. Prentice Hall, New Jersey