

PENGARUH KONFIGURASI MAGNET TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENSIN 4 LANGKAH 1 SILINDER

Lalu Hamzan Wadi, I Made Adi Sayoga*, I Made Mara

*Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram

**Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram

Jln. Majapahit No.62 Mataram Nusa Tenggara Barat Kode Pos; 83125

Telp. (0370) 636087; 636126; ext 128 Fax (0370) 636087,

ABSTRACT

Efforts to improve fuel efficiency and to save the use of fossil fuels are the main focus throughout the world. One of these efforts is to use a permanent magnetic field to improve the quality of the combustion process and reduce fuel consumption.

The effect of the magnetic configuration on the fuel magnetization device studied is torque, effective power and specific fuel consumption on a four-cylinder one-cylinder gasoline engine. The diameter and length of the magnetic configuration used were 19,42 mm and 37,4 mm, respectively, the magnetic field strength produced in each configuration was 4,18 Gauss for configuration A, 3,73 Gauss for configuration B and 4,18 Gauss for configuration C. Effect of magnetic field on engine performance, observed at various engine turns at 1500 rpm, 3000 rpm, 4500 rpm and 6000 rpm.

The results showed that in C configuration there was an increase in torque, an increase in effective power and a better decrease in specific fuel consumption. The percentage increase in torque that occurs is 1,36%, the percentage of effective increase in power is 1,45%, and the percentage decrease in specific fuel consumption is 13,33%. The above values are obtained in testing with a machine speed of 6000 rpm.

Keywords : *magnetic field, magnetic configuration, torque, effective power, fuel consumption.*

PENDAHULUAN

Motor bakar sangat berperan penting dalam kehidupan manusia sebagai salah satu penggerak mula (*prime mover*) dengan berbagai macam aplikasi di berbagai bidang antara lain dalam bidang transportasi, industri dan sebagainya. Motor bakar pada umumnya menggunakan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi. Walaupun sebagian motor bakar telah menggunakan bahan bakar gas, ataupun bahan bakar lainnya, namun demikian bahan bakar minyak masih menjadi bahan bakar utama.

Mengingat persediaan barang tambang tidak dapat diperbaharui sehingga jumlah cadangan di alam terus berkurang, maka manusia berusaha mencari sumber energi lain sebagai bahan bakar alternatif.

Maka dari itu, melakukan penghematan bahan bakar minyak menjadi sesuatu yang sangat penting. Selain penghematan, memperbaiki kualitas bahan bakar minyak juga perlu dilakukan sehingga akan menghasilkan emisi gas buang yang ramah lingkungan. Selain menggunakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, cara lain untuk mengurangi polusi adalah dengan meningkatkan efisiensi motor-motor bakar. Berbagai cara telah diupayakan dan diterapkan untuk meningkatkan efisiensi termal motor bakar, antara lain dengan meningkatkan efisiensi pembakaran, dengan meningkatkan perbandingan kompresi, EFI (*electronics fuel injection*), VVT (*variable valve timing*), dsb. Sedangkan alat dan bahan aditif yang digunakan sebagai

penghemat bahan bakar yaitu bahan aditif berupa tablet, cairan (*XXL Fuel Booster*) dan yang berupa peralatan misalnya difusor yang dipasang di dalam karburator, dan *magnetic fuel saver* (penghemat bahan bakar magnetis) (Abdulkadir dkk, 2013).

Penghemat bahan bakar magnetis adalah sistem penghemat bahan bakar yang berupa magnet. Alat ini dipasang di saluran bahan bakar sebelum masuk ke karburator. Bahan bakar, dalam hal ini bensin, dialirkan lewat medan magnet akan menyebabkan perubahan orientasi kutub magnet dan konfigurasi molekul-molekul bahan bakar. Magnet dimanfaatkan untuk menggetarkan (meresonansi) ion hidrokarbon dalam bahan bakar. Ionisasi diperlukan agar bahan bakar dapat dengan mudah mengikat oksigen selama proses pembakaran, sehingga campuran bahan bakar dan oksigen dapat terbakar dengan sempurna (Abdulkadir dkk, 2013).

Dari semua penelitian di atas, orientasi kutub magnet tidak jelas konfigurasinya sehingga perlu diteliti apakah dengan merubah konfigurasi kutub magnet dapat meningkatkan unjuk kerja pada motor bensin.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Jenis metode penelitian ini dapat dipakai untuk menguji suatu perlakuan atau desain baru dengan membandingkan satu atau lebih kelompok pengujian dengan perlakuan dan tanpa perlakuan.

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi ;

1. Tahap persiapan
2. Tahap pengujian
3. Tahap pengambilan data dan analisa

Dalam tahap persiapan dilakukan studi pustaka, observasi, dan pengadaan bahan dan peralatan. Tahap berikutnya adalah pengujian kinerja dari alat yang telah dibuat

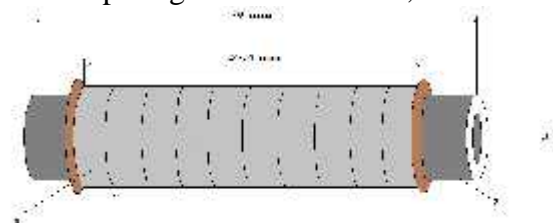
dengan variabel pengujian adalah konfigurasi magnet A : 10 buah magnet disusun dengan urutan kutub US US US sampai magnet ke 10, B : 10 buah magnet disusun dengan urutan kutub US SU US sampai magnet ke 10, C : 10 buah magnet disusun dengan urutan kutub SU SU SU sampai magnet ke 10, Dengan menggunakan diameter magnet 19,42 mm. Variasi putaran mesin 1500 rpm, 3000 rpm, 4500 rpm, dan 6000 rpm. Dalam tahap pengambilan data dilakukan pengukuran-pengukuran unjuk kerja mesin, yang meliputi putaran, torsi, daya dan konsumsi bahan bakar. Dalam tahap analisis dilakukan perhitungan-perhitungan untuk menentukan korelasi matematis antara putaran dengan torsi, daya dan konsumsi bahan bakar, baik pada kondisi tanpa dan terpasang alat magnetisasi bahan bakar.

Peralatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah;

1. Buret
2. Alat ukur Rpm
3. Tesla meter
4. *Stopwatch*
5. *Portable electronic scale.*

Pembuatan alat uji

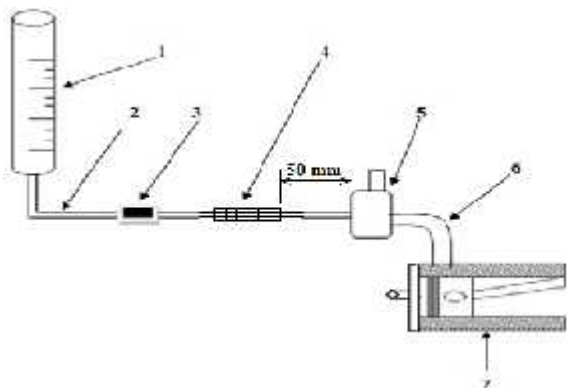
Rancangan alat penghemat bahan bakar dibuat seperti gambar berikut ini;



Gambar 1. Rancangan alat magnetisasi bahan bakar.

Keterangan ;

1. Magnet permanen (*neodymium*)
2. Pipa kapiler *Stainless Steel*
3. Saluran bahan bakar



Gambar 2. Susunan alat uji.

Keterangan ;

1. Buret
2. Selang minyak (Saluran Bahan Bakar)
3. Filter Bensin
4. Konfigurasi magnet
5. Karburator
6. *Intake manifold*
7. Ruang Bakar Bahan Bakar

Langkah pengujian

- a. Mesin dipanaskan selama 3-4 menit sebelum dilakukan pengujian. Hal ini dilakukan untuk menormalkan kerja dari mesin tersebut.
- b. Mencari faktor koreksi.

Mesin kendaraan dikalibrasi untuk meningkatkan keabsahan data yang diperoleh, serta hasil yang didapat diharapkan berupa data yang sesuai dengan standar spesifik pada mesin tersebut. Kalibrasi pada mesin ini untuk membandingkan torsi spesifikasi pabrik dengan torsi hasil pengukuran, sehingga didapatkanlah hasil koreksi yang disebut faktor koreksi (C).

$$C = \frac{T_{\text{spesifikasi}}}{T_{\text{pengukuran}}}$$

$$T_{\text{spesifikasi}} = T_{\text{pengukuran}} \times C$$

- c. Mempersiapkan alat-alat pengujian.
- d. Melakukan pengujian gaya pengereman dan konsumsi bahan bakar tanpa menggunakan alat magnetisasi bahan bakar sebagai perbandingan unjuk kerja.

- e. Mematikan mesin, kemudian memasang alat magnetisasi diantara filter bahan bakar dan inlet karburator.
- f. Menghubungkan putaran mesin menuju *sprocket* depan pada persneling yang ditentukan yakni persneling 4.
- g. Menaikkan putaran mesin sampai tercapainya putaran yang diinginkan yakni 1500 rpm, 3500 rpm 4500, dan 6000 rpm (± 100 rpm).
- h. Sebelum melakukan pengambilan data torsi pada kendaraan uji motor bensin Honda Astrea Grand 100 cc terlebih dahulu dilakukan kalibrasi terhadap alat ukur torsi dengan cara mengalikan gaya pengereman terhadap panjang lengan alat ukur torsi tersebut sehingga didapat torsi pengukuran.
- i. Pengambilan data torsi menggunakan metode *rope break* seperti pada gambar 2.5 dimana Q (Indikasi massa (kg)) akan memberikan gaya tarik pada G (indikasi *Portable electronic scale* (kg)) bersamaan dengan variasi putaran mesin.
- j. Pengujian gaya pengereman dan konsumsi bahan bakar yang merupakan bagian dari variabel penelitian dilakukan sebanyak lima kali pengulangan.
- k. Untuk setiap variasi konfigurasi alat magnetisasi bahan bakar diaplikasikan ke semua variasi putaran mesin.
- l. Mencatat besarnya gaya pengereman dan konsumsi bahan bakar yang didapat.
- m. Tahap perhitungan dan analisa data berdasarkan data gaya pengereman dan konsumsi bahan bakar maka dilakukan pengolahan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil perhitungan Torsi

Nilai torsi dapat dihitung dengan mengalikan besarnya gaya yang didapatkan dikalikan dengan jari-jari tenaga yang bekerja (Job, 2018).

$$T = F \times r \text{ (N.m)} \dots \dots \dots (1)$$

dengan :

T : Torsi (N.m)

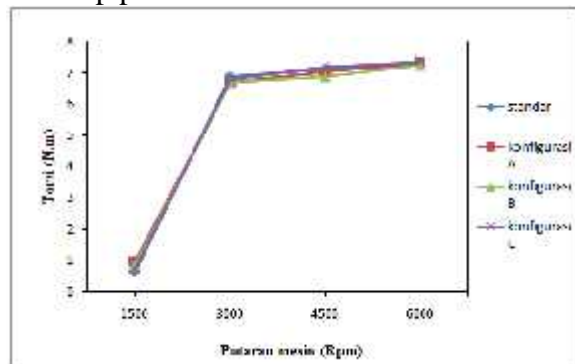
F : gaya tangensial stator (N)

r : radius tenaga yang bekerja (m)

Tabel 1. Data hasil perhitungan torsi (N.m).

No	Putaran (rpm)	Iterasi ke	Kondisi	Konfigurasi magnet		
				Konfigurasi A	Konfigurasi D	Konfigurasi C
1	1500	1	0,65	0,92	0,94	0,88
		2	0,87	0,83	0,79	0,89
		3	0,58	1,04	0,83	0,94
		4	0,89	1,12	0,91	0,82
		5	0,73	1,00	0,87	0,80
		Rata-rata	0,66	0,98	0,87	0,75
2	3000	1	6,95	6,68	6,90	7,16
		2	6,96	6,70	6,74	6,64
		3	6,88	6,89	6,69	6,69
		4	6,81	6,72	6,63	6,69
		5	6,89	6,70	6,68	6,85
		Rata-rata	6,89	6,70	6,69	6,81
3	4500	1	7,30	7,19	6,84	7,16
		2	7,12	7,14	6,80	7,22
		3	7,11	7,08	6,88	7,12
		4	7,11	6,88	6,91	7,19
		5	7,10	6,97	6,83	7,21
		Rata-rata	7,14	7,05	6,87	7,18
4	6000	1	7,25	7,35	7,27	7,29
		2	7,27	7,29	7,25	7,34
		3	7,23	7,32	7,23	7,30
		4	7,28	7,38	7,24	7,36
		5	7,28	7,38	7,24	7,35
		Rata-rata	7,25	7,34	7,24	7,35

Dari data hasil perhitungan torsi yang diperoleh dapat dibuat grafik hubungan torsi terhadap putaran mesin.



Gambar 3. Grafik hubungan torsi terhadap putaran.

Berdasarkan gambar 3 pengaruh torsi terhadap putaran mesin di atas, dapat diketahui bahwa torsi yang dihasilkan meningkat berbanding lurus dengan meningkatnya putaran mesin. Dari ke empat percobaan yang dilakukan, didapatkan torsi tertinggi pada konfigurasi C dengan torsi sebesar 7,35 N.m, torsi terendah dihasilkan pada mesin tanpa menggunakan alat

magnetisasi bahan bakar dengan torsi sebesar 7,25 N.m pada putaran 6000 rpm dengan peningkatan torsi yang terjadi sebesar 1,36%.

Dengan besar kuat medan magnet konfigurasi A dan C sebesar 4,18 Gauss, itu tidak membuktikan bahwa besar torsi yang di hasilkan sama, bahwa arah garis gaya magnet dapat mempengaruhi besar torsi yang di hasilkan namun tidak signifikan, sedangkan untuk konfigurasi B sebesar 3,73 Gauss tidak terjadi perubahan torsi yg signifikan.

Hal ini dikarenakan ketika bahan bakar melewati medan magnet, yang dihasilkan oleh magnet permanen maupun secara elektromagnetik. Dengan adanya medan magnet tersebut, hidrokarbon akan berubah orientasinya dan berubah dari kondisi *Para* menjadi kondisi *Ortho*. Pada kondisi *Ortho*, *inter molecular force* dianggap menurun dan meningkatnya jarak antara hidrogen. Hidrogen pada bahan bakar ini secara aktif *interlocks* dengan oksigen dan menghasilkan pembakaran yang lebih baik pada ruang bakar (Patel, 2014).

2. Hasil Perhitungan Daya Efektif

Besarnya daya efektif (Ne) akan tergantung dari besarnya torsi dan putaran yang terjadi. Hal ini dapat dilihat dari persamaan berikut : (Heywood, 1988).

$$Ne = \frac{2\pi n_s T}{1} \text{ (kW)} \dots \dots \dots (2)$$

Dengan :

Ne : Daya efektif (kW)

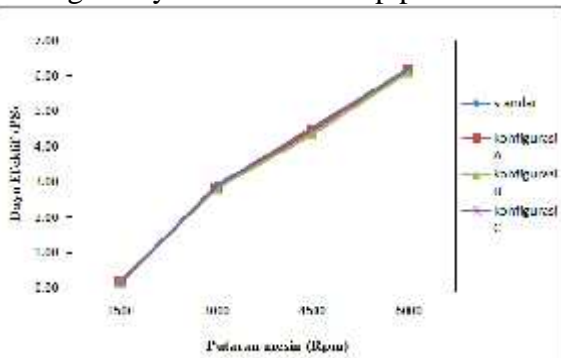
T : Torsi (Nm)

n_s : putaran mesin (rps)

Tabel 2. Daya efektif hasil perhitungan.

No	Putaran (rpm)	Iterasi ke	standar	Konfigurasi magnet		
				Konfigurasi A	Konfigurasi B	Konfigurasi C
1	1300	1	0,14	0,19	0,20	0,12
		2	0,14	0,17	0,17	0,18
		3	0,12	0,22	0,17	0,19
		4	0,14	0,25	0,19	0,14
		5	0,15	0,21	0,18	0,17
		Rata-rata	0,14	0,21	0,18	0,16
2	4000	1	2,92	2,81	2,81	2,61
		2	2,92	2,82	2,83	2,80
		3	2,89	2,81	2,81	2,81
		4	2,87	2,85	2,80	2,83
		5	2,90	2,82	2,81	2,88
		Rata-rata	2,90	2,82	2,82	2,87
3	4300	1	1,53	1,31	1,31	1,32
		2	4,50	4,51	4,39	4,56
		3	1,51	1,15	1,11	1,30
		4	1,51	1,31	1,36	1,51
		5	1,18	1,10	1,33	1,36
		Rata-rata	4,51	4,45	4,34	4,59
4	5000	1	6,11	6,18	6,13	6,14
		2	6,12	6,14	6,10	6,18
		3	6,09	6,16	6,09	6,23
		4	6,08	6,21	6,08	6,18
		5	6,12	6,20	6,09	6,19
		Rata-rata	6,10	6,18	6,10	6,19

Dari tabel 2 dapat dibuat grafik hubungan daya efektif terhadap putaran.



Gambar 4. Grafik hubungan daya efektif terhadap putaran.

Berdasarkan gambar 4 di atas terlihat bahwa daya efektif yang dihasilkan meningkat seiring dengan meningkatnya putaran mesin. Hal ini dikarenakan meningkatnya putaran mesin berbanding lurus dengan jumlah pembakaran bahan bakar yang terjadi pada ruang bakar.

Dari grafik diatas daya efektif tertinggi dihasilkan pada konfigurasi C yaitu sebesar 6,19 PS, daya efektif terendah dihasilkan pada percobaan tanpa alat magnetisasi bahan bakar sebesar 6,10 PS pada putaran 6000 rpm, dengan selisih penurunan daya efektif yang terjadi sebesar 1,45%.

3. Hasil perhitungan *Specific Fuel Consumption Effective* (SFCe)

Fuel consumption merupakan ukuran pemakaian bahan bakar yang digunakan untuk menjalankan suatu mesin selama periode waktu tertentu, dan biasanya diukur dalam satuan berat bahan bakar per satuan waktu. Besarnya *fuel consumption* (FC) bensin dapat dihitung dengan persamaan (Hamid, 2015) :

$$F_c = \frac{V_f}{t} \times \frac{3}{1} \text{ (liter/jam)} \dots \dots \dots (3)$$

Dengan :

FC : Fuel Consumption (Liter/jam)

V_f : Volume pemakaian bahan bakar bensin (ml)

t : Waktu yang digunakan untuk mengkonsumsi bahan bakar (detik)

Tabel 3. Hasil perhitungan Fuel Consumption (liter/Jam).

No	Putaran (rpm)	Iterasi ke	standar	Konfigurasi magnet		
				Konfigurasi A	Konfigurasi B	Konfigurasi C
1	1300	1	0,26	0,25	0,21	0,10
		2	0,22	0,21	0,25	0,10
		3	0,23	0,22	0,22	0,13
		4	0,26	0,23	0,20	0,11
		5	0,28	0,23	0,21	0,11
		Rata-rata	0,27	0,23	0,21	0,12
2	4000	1	0,31	0,31	0,31	0,34
		2	0,32	0,31	0,30	0,30
		3	0,31	0,33	0,36	0,31
		4	0,36	0,33	0,39	0,33
		5	0,34	0,33	0,37	0,36
		Rata-rata	0,33	0,33	0,36	0,34
3	4300	1	0,53	0,31	0,36	0,36
		2	0,25	0,39	0,36	0,39
		3	1,01	1,01	0,91	0,81
		4	1,05	0,93	0,92	0,90
		5	1,07	1,01	0,87	0,81
		Rata-rata	1,00	0,98	0,93	0,87
4	5000	1	1,37	1,27	1,28	1,10
		2	1,32	1,31	1,18	1,12
		3	1,28	1,24	1,19	1,11
		4	1,13	1,21	1,09	1,16
		5	1,11	1,17	1,18	1,23
		Rata-rata	1,27	1,24	1,16	1,14

Konsumsi bahan bakar efektif atau *specific fuel consumption effective* (SFCe) ditentukan dengan persamaan : (Arismunandar, 1988).

$$SFC_e = \frac{F}{N} \dots \dots \dots (4)$$

Dengan :

FC : Penggunaan bahan bakar pada kondisi tertentu, (Kg / jam)

N_e : Daya efektif, (PS)

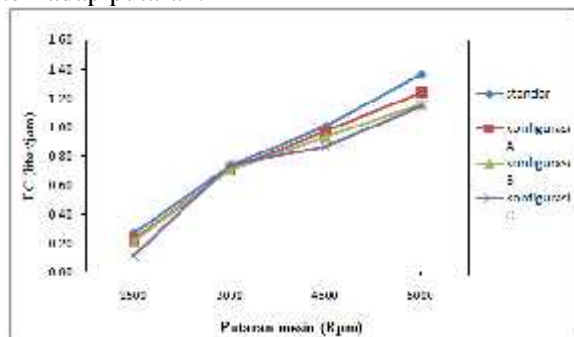
SFCe sebagai parameter yang biasa dipakai sebagai ukuran ekonomi pemakaian

bahan bakar yang dipakai perjam untuk setiap daya yang dihasilkan. Harga SFCE yang lebih rendah menyatakan efisiensi yang lebih tinggi.

Tabel 4.5 Hasil perhitungan *Specific Fuel Consumption effective* (SFCE) dalam (kg/jam.PS).

No	Putaran (rpm)	Itemasi ke	standar	Konfigurasi magnet		
				Konfigurasi A	Konfigurasi B	Konfigurasi C
1	1500	1	1,28	0,89	0,72	0,58
		2	1,30	0,81	0,93	0,47
		3	1,40	0,69	0,86	0,47
		4	1,24	0,68	0,69	0,36
		5	1,28	0,71	0,76	0,58
		Rata-rata	1,30	0,76	0,80	0,51
2	3000	1	0,17	0,17	0,17	0,17
		2	0,17	0,17	0,17	0,21
		3	0,17	0,18	0,18	0,20
		4	0,18	0,18	0,17	0,16
		5	0,17	0,16	0,16	0,15
		Rata-rata	0,17	0,17	0,17	0,18
3	4500	1	0,14	0,14	0,16	0,14
		2	0,14	0,15	0,15	0,12
		3	0,15	0,15	0,15	0,14
		4	0,16	0,14	0,14	0,13
		5	0,16	0,16	0,14	0,15
		Rata-rata	0,15	0,15	0,15	0,13
4	6000	1	0,15	0,14	0,14	0,13
		2	0,13	0,13	0,13	0,12
		3	0,14	0,11	0,12	0,12
		4	0,18	0,13	0,12	0,13
		5	0,18	0,13	0,13	0,11
		Rata-rata	0,15	0,14	0,13	0,13

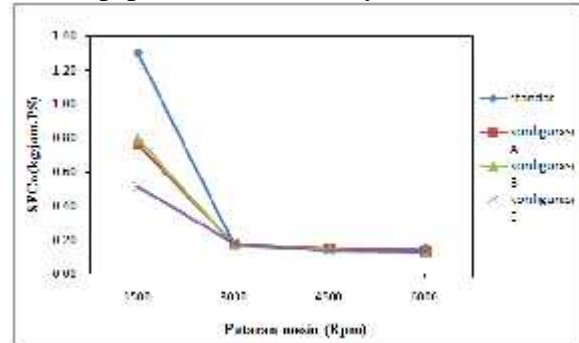
Dari data hasil perhitungan *Fuel Consumption* (FC) dan *Specific Fuel Consumption effective* (SFCE), dapat di buat grafik hubungan konsumsi bahan bakar spesifik terhadap putaran.



Gambar 5. Grafik hubungan konsumsi bahan bakar (FC) terhadap putaran.

Pada penggunaan alat magnetisasi bahan bakar pada putaran mesin 6000 rpm yang mengalami penurunan konsumsi bahan bakar tertinggi yaitu pada konfigurasi C sebesar 16,78% dengan kecepatan konsumsi bahan bakar sebesar 1,14 liter/jam. Hal ini menunjukkan bahwa pemasangan magnet

dapat menurunkan konsumsi bahan bakar yang masuk pada ruang bakar. Hal ini juga mengidentifikasi bahwa pemberian medan magnet pada bahan bakar tersebut berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar di setiap putaran mesin (Eryadi dkk, 2012).



Gambar 6. Grafik hubungan SFCE terhadap putaran mesin.

Pada gambar 6 menunjukkan nilai SFCE yang tertinggi dihasilkan pada percobaan tanpa penggunaan alat magnetisasi yaitu sebesar 0,15 kg/jam.PS, sedangkan SFCE terendah dihasilkan pada penggunaan konfigurasi B dan C yaitu sebesar 0,13 kg/jam.PS pada putaran mesin 6000 rpm. Persentase penurunan nilai SFCE yaitu sebesar 13,33% pada putaran 6000 rpm.

Semakin tinggi putaran mesin maka SFCE yang dihasilkan semakin rendah, ini menunjukkan semakin rendahnya nilai SFCE yang dihasilkan maka tingkat efisiensi penggunaan bahan bakar yang semakin baik.

KESIMPULAN

1. Torsi tertinggi dihasilkan dari penggunaan variasi konfigurasi C dengan besar torsi yang diperoleh sebesar 7,35 N.m dan torsi yang terendah dihasilkan pada percobaan tanpa penggunaan alat magnetisasi bahan bakar yaitu sebesar 7,25 N.m pada putaran 6000 rpm sehingga persentase kenaikannya sebesar 1,36%, tidak dinyatakan signifikan karena persentase kenaikannya di bawah taraf signifikan.

2. Daya efektif tertinggi dihasilkan pada penggunaan variasi konfigurasi C yaitu sebesar 6,19 PS dan daya efektif terendah dihasilkan pada pengujian tanpa penggunaan alat magnetasi bahan bakar yaitu sebesar 6,10 PS pada putaran mesin sebesar 6000 rpm sehingga persentase kenaikannya sebesar 1,45%, tidak dinyatakan signifikan karena persentase kenaikannya di bawah taraf signifikan.
3. Konsumsi bahan bakar terendah terjadi pada penggunaan konfigurasi C yaitu sebesar 1,14 liter/jam pada putaran mesin sebesar 6000 rpm. Sedangkan konsumsi bahan bakar tertinggi pada saat tanpa penggunaan alat magnetisasi bahan bakar dengan konsumsi bahan bakar sebesar 1,37 liter/jam pada putaran 6000 rpm, sehingga Persentase penurunan konsumsi bahan bakar yang sangat signifikan terjadi pada penggunaan konfigurasi C sebesar 16,78%.
4. SFCE terendah terjadi pada penggunaan alat magnetisasi bahan bakar konfigurasi B dan C yaitu sebesar 0,13 kg/jam.PS dan SFCE tertinggi diperoleh dari pengujian tanpa penggunaan alat magnetisasi bahan bakar yaitu sebesar 0,15 kg/jam.PS pada putaran yang sama yaitu pada putaran 6000 rpm.
5. Maka dari penelitian ini dapat disimpulkan pula bahwa penggunaan konfigurasi C sering mengalami kenaikan persentase terhadap Torsi dan Daya Efektif, tetapi kenaikan persentasenya tidak signifikan dikarenakan persentase kenaikannya dibawah taraf signifikan. Pada *Fuel Consumption, Specific Fuel Consumption effective* mengalami penurunan persentase yang signifikan. dibandingkan dengan konfigurasi lainnya.

SARAN

Dengan didapatkan hasil seperti di atas maka diharapkan pada penelitian selanjutnya diharapkan motor yang digunakan menggunakan produksi terbaru yaitu pada kendaraan dengan penggunaan sistem injeksi agar dapat membandingkan dengan penggunaan alat magnetisasi bahan bakar pada motor sistem karburator dan pada sistem injeksi. Serta pada penelitian selanjutnya diharapkan juga untuk bervariasi jarak permagnetnya dan jarak alat magnetisasi dengan karburator sehingga bisa diketahui pengaruh dari variasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkadir, M., Harianto., 2013, *Pengaruh Pemasangan Alat Penghemat Bahan Bakar Magnetis Terhadap Efisiensi Dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Motor Bensin*, Jurnal Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi, STTNAS Yogyakarta.
- Anton., 2013, *Perbandingan Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Bensin Dan LPG Dengan Konverter Kit Dual Fuel Sebagai Pengatur LPG Pada Motor Bermesin 150 cc*, Pendidikan Teknik Mesin, niversitas Negeri Semarang.
- Ansyari, Arie., 2014, *Pengaruh Tekanan Isi Tabung Lpg 3 Kg Terhadap Kosumsi Bahan Bakar (Fc) Dan Emisi Gas Buang Pada Motor Bensi Empat Langkah Satu Silinder*, Universitas Mataram.
- Arismunandar., Wiranto., 1988, *Motor Bakar Torak*, Bandung; ITB Bandung.
- Attar, R.A., Tipole, pralhard., Bhojwani, Virendra., Deshmukh, Suhas., 2013, *Effect of Magnetic Field Strength on Hydrocarbon Fuel Viscosity and Engine Performance*, International Journal of Mechanical Engineering and Computer Applications, Pune university, Vol 01, Issue 07
- Chaware, K., 2015, *Review on Effect of Fuel Magnetism by Varying Intensity on*

Performance and Emission of Single Cylinder Four Stroke Diesel Engine, International Journal of Engineering Research and General Science, Vol. 3, Issue 1, p. 1174-1178.

Departemen Pendidikan Nasional, 2008, *Fisika Untuk Universitas*, halaman 117, Jakarta.

Eryadi, Didi., Putra, T.D., Endayani, I.D., 2012, *Pengaruh Penggunaan Alat Penghemat Bahan Bakar Berbasis Elektromagnetik Terhadap Unjuk Kerja Mesin Diesel*, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Widyagama Malang, Vol.4, No. 2, p. 5-9

Hamid, Nirwan., 2015, *Pengaruh Variasi Derajat Durasi Camshaft Terhadap Unjuk Kerja Mesin Bensin Empat Langkah Satu Silinder*, Universitas Mataram.

Hariadi., 2009, *Menggunakan Alat Electric Fuel Treatment Bisa Hemat BBM*, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Tangerang.

Heywood, J.B., 1988, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill, United States of America (USA).

Ismawan, A.K., Wiyono, S., Aklis, N., 2010, *Pengaruh Pemasangan Alat Peningkat Kualitas Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Motor Bensin*, Jurnal Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Vol.11, No. 1, p. 30-36.

Job, M., 2018, *Measurements of energy Quantities*, Lecture and Laboratory, IMIUE. Mara, I. Made., 2007, *Diktat Motor Bakar*. Universitas Mataram.

Nugroho, Agung., 2012, *Pengaruh Saat Pengapian Terhadap Daya Dan Emisi Gas Buang Pada Motor 4k 4 Silinder 1300 cc*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gajayana Malang.

Suriansyah., 2011, *Pengaruh Medan Elektromagnet Terhadap Emisi Gas Buang*

Pada Motor Bensin 4 Tak 1 Silinder, Proton, Vol. 3 No. 1/Hal 19 - 24

Patel, M.P., Rathod, P.G., Patel, M.T., 2014, *Effect of Magnetic Field on Performance and Emission of Single Cylinder Four Stroke Diesel Engine*, International Organization of Scientific Research, Pune university, Vol. 04, Issue 05

Pertamina, 2017, *Spesifikasi Premium*, tersedia di www.pertamina.com, diakses 29 april 2018

Prabowo, I.S., 2015, *Perbedaan Unjuk Kerja Motor 4 Langkah Dengan Variasi Perbandingan Kompresi Yang Menggunakan Bahan Bakar Premium Dan Pertamax*, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.

Siregar, H.P., 2007, *Pengaruh Diameter Kawat Kumbaran Alat Penghemat Energi Yang Berbasis Elektromagnetik Terhadap Kinerja Motor Diesel*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Indonesia, Jakarta, Vol.9, No. 1, p. 1-8.

Ugare, Vivek., Bhave, Nikhil., Lutade, Sandeep., 2013, *Performance of Spark Ignition Engine Under the Influence of Magnetic Field*, International Journal of Research in Aeronautical and Mechanical Engineering, Pune university, Vol. 01, Issue 03

Umaternate, A.R., Sulistiyo, E.J., Mailuhu, Matheis., Muntha, Ridho., Prabowo, Y.D, 2007, *Penghematan Bahan Bakar Dengan Penggunaan Magnet*, Maluku.

Wie, Sartika., 2013, *Konversi Satuan Daya*, diakses 24 Mei 2016.

