

Pengaruh Penggunaan Magnet Selenoida Pada Sistem Bahan Bakar Motor Otto 4 Langkah Pada Engine Stasioner Terhadap Unjuk Kerja Motor

Warso¹, Sutarno², Imam Subekti³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin STT Wiworotomo Purwokerto

Abstract

Reduced material supply requires optimizing the combustion process to produce the best engine performance with effective fuel (more economical). The use of selenoids in artificial magnetic fields is one of the right solutions. This test aims to determine the best number of turns on engine performance. This objective uses an experimental study method using an artificial magnetic field selenoids with 1,500 turns (20,28 mT), 3,000 turns (22,90 mT), and 4,500 turns (23,40 mT). The results showed that in standard conditions the torque was 13.66 Nm, Power 21.44 kW, Sfc 0.718 kg/kWh. The use of 1,500 celluloid magnetic field (20.28 mT), produces the best motor performance, torque of 13.85Nm, Power of 21.75 kW, Sfc 0.717 kg/kWh, selenoida magnetic field of 3,000 turns (22.90 mT), produces a torque of 14.23 Nm, Power 22.33 kW, Sfc 0.701 kg/kWh, and a selenoid magnetic field of 4,500 winding (23.40 mT), producing a torque of 14.33 Nm, Power of 22.50 kW, Sfc of 0.691 kg/kWh. The best number of winding of the selenoid magnetic field is 4,500 windings (23.40 mT) which results in an increase in torque of 4.71%, Power of 4.71%, and Sfc of -3.84%.

Keywords: Magnetic Field, Motor Performance, Amount turns

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi otomotif saat ini telah mencapai kemajuan yang sangat pesat. Berbagai inovasi teknologi terus dilakukan guna mengikuti mobilitas manusia yang semakin meningkat, termasuk dibidang transportasi darat. Hal ini dikarenakan kebutuhan masyarakat Indonesia akan transportasi yang nyaman dan praktis meningkat. Perkembangan teknologi ini diikuti dengan peningkatan akan konsumsi energi. Minyak bumi merupakan bahan bakar fosil yang menjadi sumber energi yang paling pokok yang dipakai di banyak negara termasuk Indonesia.

Harga minyak dunia yang bersumber dari fosil saat ini semakin lama semakin meningkat, sementara itu cadangan minyak dunia semakin terbatas terutama cadangan minyak di Indonesia yang diperkirakan ketersediaanya sebanyak 3,6 milyar barel. Jika dengan rata-rata produksi 800.000 barel per hari dan tanpa melakukan apapun maka diperkirakan Indonesia tidak akan lagi dapat memproduksi minyak dalam 12 tahun. Selain karena akan habis, energi fosil juga berdampak negatif terhadap lingkungan. Emisi gas rumah kaca dari pembakaran energi fosil berdampak pada pemanasan global yang menyebabkan perubahan iklim.

Saat ini sumber energi yang paling banyak digunakan di dunia adalah energi fosil yang berupa bahan bakar minyak, diindonesia sendiri saat ini masih sangat tergantung

pada energi fosil mencapai 95% dari kebutuhan energi Indonesia masih disuplai oleh energi fosil, sekitar 50% dari energi fosil tersebut adalah minyak bumi dan sisanya adalah gas dan batu bara. Energi fosil adalah energi yang tak terbarukan dan akan habis pada beberapa tahun yang akan datang. Diprediksi tidak lebih dari 50 tahun lagi energi fosil di dunia akan habis. Selain karena akan habis, energi fosil juga berdampak negatif terhadap lingkungan. Emisi gas rumah kaca dari pembakaran energi fosil berdampak pada pemanasan global yang menyebabkan perubahan iklim. Penyebab utama dari hal ini adalah ketidak sempurnaan pembakaran di ruang bakar, disamping itu juga kerugian gesekan yang ditimbulkan antar komponen mesin. [1]

Pembakaran yang tidak sempurna akan menimbulkan efek yang mengurangi kemampuan kerja mesin[1]. Selain itu juga pembakaran yang tidak sempurna mengakibatkan meningkatnya laju konsumsi bahan bakar dan hal inilah yang harus di hindari. Dengan menekan konsumsi bahan bakar inilah kita dapat menghemat pemakaian bahan bakar.

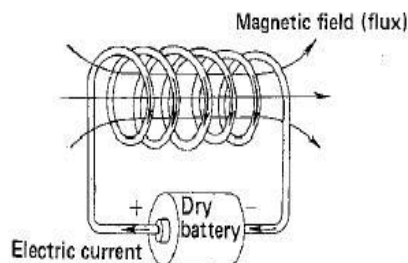
Salah satu metode yang saat ini dikembangkan adalah magnetasi bahan bakar. Cara kerjanya adalah dengan magnetasi bahan bakar yang akan mengalir menuju injektor pada saluran bahan bakar terlebih dahulu menggunakan alat yang mengandung kekuatan magnet. Sebelum dibakar di ruang bakar, bahan bakar sudah termagnetasi.

untuk meningkatkan performa motor adalah dengan mengoptimalkan proses pembakaran, karena proses pembakaran merupakan kunci penting motor. Pembakaran adalah lepasnya ikatan – ikatan atom dalam molekul pada bahan bakar akibat pemberian energi tertentudari luar. Peningkatan performa motor meliputi daya yang dihasilkan besar, output torsi naik, serta konsumsi bahan bakar yang semakin rendah.

Pada umumnya molekul hidrokarbon dalam senyawa bensin akan melakukan aktifitas getaran dalam arah intinya[2]. Selain itu cenderung untuk saling tarik menarik satu sama ain, membentuk molekul-molekul yang bergerombol (clustering). Penggumpalan ini akan terjadi, sehingga menyebabkan molekul molekul hidrokarbon tidak saling berpisah pada saat bereaksi dengan oksigen.

1.1 Magnet Remanen (*electromagnet*)

Solenoida merupakan kawat berbahan konduktor yang disusun sehingga membentuk kumparan (koil) dan dialiri arus listrik. Kuat medan magnet di dalam solenoida jauh lebih besar bila dibanding dengan di luar solenoida. Solenoida disebut ideal bila medan magnet di dalam solenoida bersifat homogen dan diluarnya nol [9] Seperti pada Gambar 1.1.

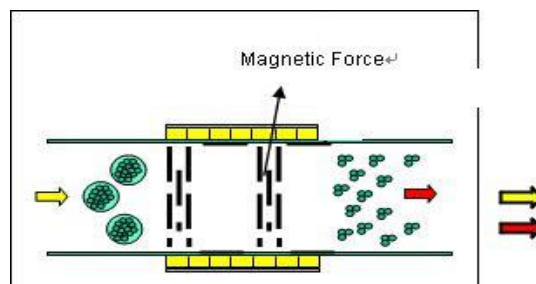


Gambar 1.1. Kumparan solenoida

Solenoida adalah lilitan kawat yang berbentuk pegas. Solenoida dapat dipandang sebagai susunan cincin sejenis yang jumlahnya sangat banyak. Tiap cincin membawa arus. Jika penghantar itu berbentuk lilitan atau kumparan kawat dan dialiri arus listrik maka akan timbul medan magnet. Salah satu ujung menjadi kutup utara (U) sedangkan ujung yang lain menjadi kutup selatan (S) hubungan antara arah arus dan garis gaya magnet dapat ditentukan dengan peraturan tangan kanan.[11]

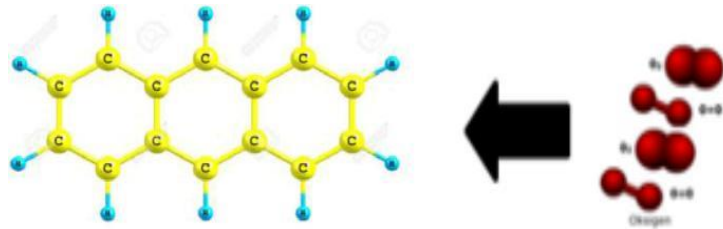
1.2. Pengaruh Penggunaan Magnet Pada Bahan Bakar

Penggunaan magnet dalam proses penghematan bahan bakar dimaksudkan untuk membantu proses ionisasi di dalam bahan bakar. Ionisasi ini diperlukan agar bahan bakar dapat dengan mudah mengikat oksigen selama proses pembakaran. Jika proses ionisasi ini berjalan dengan baik maka konsumsi bahan bakar akan berkurang. Proses magnetisasi ini akan membuat pembakaran lebih sempurna. Visualisasi proses ionisasi dapat pada Gambar 1.2. sebagai berikut



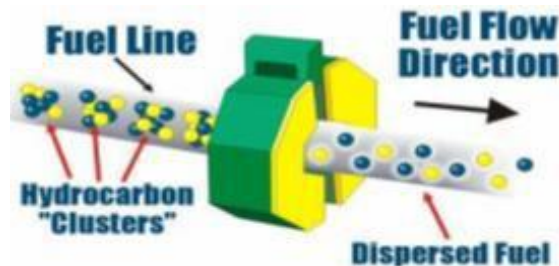
Gambar 1.2. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Bahan Bakar

Bahan bakar masuk ke dalam magnet dari arah kiri IN. Dari gambar tersebut bahan bakar belum terionisasi oleh magnet masih berupa campuran senyawa iso oktan dan normal heptan dalam bentuk molekul besar, setelah bahan bakar melewati magnet menuju OUT. Kekuatan magnetisasi di dalam magnet tersebut menyebabkan terpecahnya ikatan karbon dalam bahan bakar menjadi bagian-bagian kecil ikatan dan terionisasi [13]. Sehingga ikatan iso oktan dan normal heptan setelah melewati magnet akan bersifat ion-ion (positif dan negatif). Reaksi kimia pada pembakaran bensin yang merupakan campuran dari hidrokarbon dengan penambahan belerang dan jat lemas. Medan yang ada di dalam magnet tersebut memperkuat ikatan-ikatan kecil tadi dan memposisikan ikatan tersebut secara beraturan. Sehingga molekul yang tadinya ada yang besar, sedang, kecil, disusun menjadi kecil-kecil dan beraturan, sehingga memberi konsumsi bahan bakar yang maksimal terhadap mesin. Molekul penyusun utama bensin (hidrokarbon) bersifat diamagnetik, dimana memiliki momen spin elektron berpasangan sebagai akibat ikatan C-H. Sepertipada Gambar 1.3.



Gambar 1.3. Clustering Molekul Hidrokarbon

Molekul hidrokarbon cenderung untuk saling tarik menarik satu sama lain, membentuk molekul-molekul yang bergerombol (*clustering*) dan akan sulit beroksidasi dengan oksigen. Ketika pengoksidasian tidak terjadi dengan baik maka tidak akan tercapai pembakaran sempurna yang dapat terukur dari kandungan gas buang. Pemberian induksi medan magnet dapat memberikan efek *de-clustering* pada molekul CH, sehingga memudahkan O₂ memasuki setiap sisi dari molekul CH. Dengan teknik magnetisasi dapat membantu proses reaksi dengan O₂. Penyaluran BBM melalui medan magnet terlebih dahulu sebelum masuk ke nozzle injeksi akan merenggangkan ikatan C dan H dalam BBM sehingga memberikan kekuatan C dan H dan lebih mudah untuk mengikat O₂. Dengan demikian jumlah campuran BBM dan O₂ akan ideal sehingga pembakaran yang berlangsung lebih efisien dan bersih. Seperti pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4. CH melewati medan magnet

2. Metode Penelitian

2.1. Parameter Penelitian dan variable Bebas

Berdasarkan asumsi bahwa perubahan medan magnet remanen dapat meningkatkan daya, torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) data didasarkan pada hasil pengujian motor bensin (*otto*) setasioner yang dipasang medan magnet remanen dengan variasi jumlah lilitan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap perubahan torsi, daya, konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*). Variabel bebas pada penelitian ini adalah *solenoida* dengan jumlah 1.500 lilitan (20.28 mT), 3.000 lilitan (22.90 mT), dan 4.500 lilitan (23.40 mT) seperti pada gambar 2.1. Variabel terkait dalam penelitian ini adalah prestasi mesin bensin (*otto*) stasioner dengan melihat pada besarnya torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*).



1.500 lilitan (20.28mT) 3.000 lilitan (22.90 mT) 4.500 lilitan (23.40 mT)

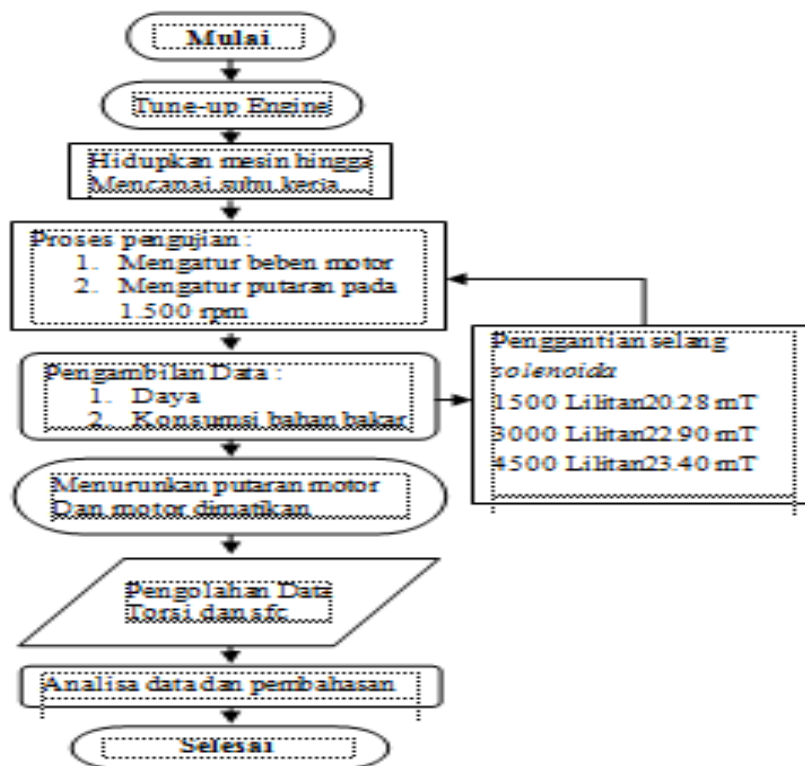
Gambar 2.1 Selenoid elektro magnet

2.2. Teknik Pengumpulan Data dan pengolahan Data

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimental, dimana pengambilan data didasarkan pada hasil pengujian motor bensin (*otto*) setasioner yang dipasang medan magnet remanen dengan variasi jumlah lilitan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap perubahan torsi, daya, konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*).

2.3. Diagram Alir Penelitian

Penjelasan mengenai prosedur penelitian dapat digambarkan bentuk *flow chart* seperti yang terdapat pada Gambar berikut:

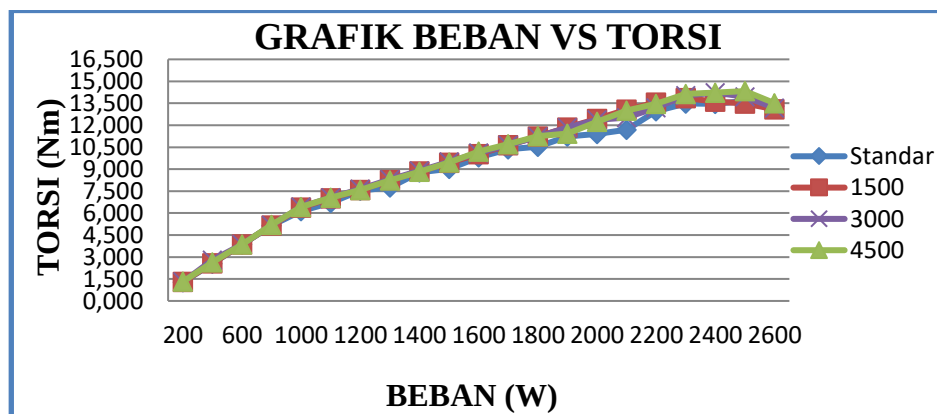


Gambar 2.3. Flow chart penelitian

3. Analisa dan Pembahasan

3.1 Data hasil pengujian Torsi

Data hasil pengujian torsi dibawah ini adalah data hasil pengujian dengan *solenoida* dengan jumlah 1.500 lilitan (20.28 mT), 3.000 lilitan (22.90 mT), dan 4.500 lilitan (23.40 mT). Pengujian dilakukan menggunakan uji prestasi dengan mesin bensin stasioner 4 Langkah dengan dibebani menggunakan lampu. Hubungan antara pembebanan lampu dan Torsi dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini, sebagai berikut :



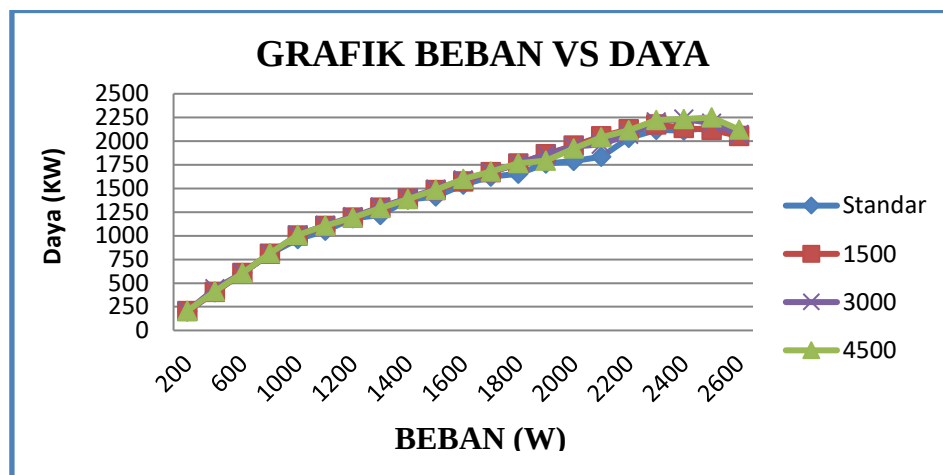
Gambar 4.1 Grafik hubungan pembebanan lampu dan torsi

Grafik di atas diperoleh dari data hasil penelitian uji torsi terhadap pembebanan yang diberikan mulai dari 200 Watt sampai dengan 2.600 Watt dengan interval 100-200 Watt pada setiap pembebanan berdasarkan analisa, grafik dan data hasil penelitian di atas terlihat bahwa torsi yang dihasilkan mengalami kenaikan pada jumlah lilitan yang digunakan. Pada penggunaan medan magnet *solenoida* dengan 1.500 lilitan (20.28mT), kenaikannya mencapai 1,41% terhadap kondisi standar, pada penggunaan medan magnet dengan 3.000 lilitan (22.90mT), torsi yang dihasilkan mengalami kenaikan sebesar 3,99% terhadap kondisi standar, dan pada penggunaan medan magnet *solenoida* dengan 4.500 lilitan (23.40mT) torsi yang dihasilkan mencapai 4,71% terhadap kondisi standar. Bahan bakar petralit yang melewati magnet *solenoida* yang di pasang pada saluran bahan bakar dialiri arus listrik mengalami ionisasi sehingga lebih mudah terbakar dan menghasilkan torsi yang lebih baik, terutama pada penggunaan 4.500 lilitan (23.40mT) mencapai 4,71% dari kondisi standar tanpa menggunakan magnet remanen. Dari ketiga medan magnet *solenoida* yaitu 1.500 lilitan (20.28mT), 3.000 lilitan (22.90mT), dan 4.500 lilitan (23.40mT), torsi yang terbaik adalah menggunakan 4.500 lilitan (23.40mT), yang memiliki medan magnet yang terbaik saat digunakan sebagai magnet *solenoida* di bandingkan dengan jumlah lilitan 1.500 lilitan (20.28mT), 3.000 lilitan (22.90mT), karena semakin banyak jumlah lilitan maka semakin kuat medan magnet yang dihasilkan. Penambahan magnet *solenoida* pada saluran bahan bakar motor bensin menunjukkan bahwa bahan bakar tersebut mengalami perubahan pada susunan hidrokarbon yang terdapat pada bahan bakar menjadi lebih teratur sehingga lebih mudah mengikat oksigen dan lebih mudah terbakar menghasilkan torsi yang lebih baik.

3.2. Data hasil pengujian Daya

Data hasil pengujian daya dibawah ini adalah data hasil pengujian dengan *solenoida* dengan jumlah 1.500 lilitan (20.28 mT), 3.000 lilitan (22.90 mT), dan 4.500 lilitan (23.40 mT). Pengujian dilakukan menggunakan uji prestasi dengan mesin bensin stasioner 4 Langkah dengan dibebani menggunakan lampu. Hubungan antara pembebanan lampu dan daya dapat dilihat pada gambar 3.2. dibawah ini, sebagai berikut :

Hubungan antara pembebanan lampu dan daya dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini



Gambar 3.2 Grafik hubungan pembebanan lampu dan daya

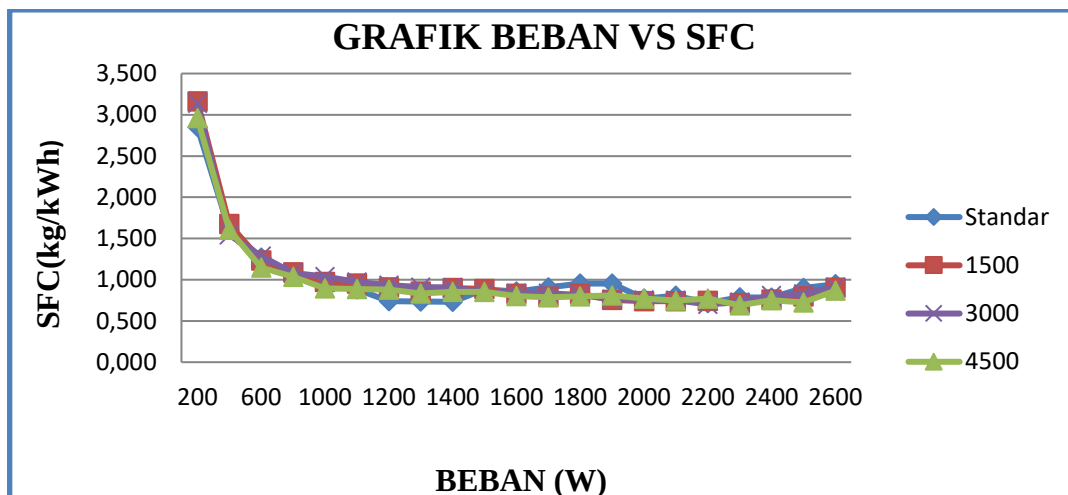
Grafik di atas diperoleh dari data hasil penelitian uji daya terhadap pembebanan yang diberikan mulai dari 200 Watt sampai dengan 2.600 Watt dengan interval 100-200 Watt pada setiap pembebanan. Berdasarkan analisa dan data hasil penelitian di atas terlihat bahwa daya yang dihasilkan mengalami kenaikan pada setiap penambahan jumlah lilitan yang digunakan. Pada penggunaan medan magnet *solenoida* 1.500 lilitan (20.28mT) kenaikannya mencapai 1,41%, pada penggunaan medan magnet *solenoida* 3.000 lilitan (22.90mT), daya yang dihasilkan mengalami kenaikan sebesar 3,99% terhadap kondisi standar, dan pada penggunaan medan magnet *solenoida* dengan 4.500 lilitan (23.40mT) daya yang dihasilkan mencapai 4,71% terhadap kondisi standar.

Bahan bakar bensin yang melewati lilitan yang mengalir selang yang dililit dan dialiri arus listrik mengalami ionisasi sehingga lebih mudah terbakar dan menghasilkan daya yang lebih baik pada setiap penambahan jumlah lilitan. Penggunaan medan magnet *solenoida* 1.500 lilitan (20.28mT) mencapai 1,41% dari kondisi standar tanpa penambahan medan magnet *solenoida*, ini menunjukkan bahwa bahan bakar tersebut mengalami perubahan struktur yang lebih teratur sehingga lebih mudah mengikat oksigen dan lebih mudah terbakar menghasilkan daya yang lebih baik. Begitu pula dengan penambahan medan magnet *solenoida* dengan jumlah lilitan yang lebih banyak yaitu 3.000 lilitan (22.90mT), daya yang dihasilkan pun lebih tinggi dari

penggunaan 1.500 lilitan (20.28mT) yaitu mencapai 3,99% dari kondisi standar ini semakin membuktikan bahwa proses ionisasi lebih baik seiring dengan jumlah lilitan yang semakin banyak. Hasil yang signifikan terjadi pada penggunaan medan magnet *solenoida* 4.500 lilitan (23.40mT) yang mencapai 4,71% dari kondisi standar. Kenaikan tertinggi yang terjadi pada penelitian menggunakan medan magnet 4.500 lilitan (23.40mT) disebabkan karena jumlah lilitan yang lebih banyak sehingga proses ionisasi pada bahan bakar lebih sempurna dibandingkan dengan jumlah lilitan lain.

3.3. Data hasil pengujian Bahan Bakar spesifik (SFC)

Data hasil pengujian Bahan Bakar spesifik (Sfc) dibawah ini adalah data hasil pengujian dengan *solenoida* dengan jumlah 1.500 lilitan (20.28 mT), 3.000 lilitan (22.90 mT), dan 4.500 lilitan (23.40 mT). Pengujian dilakukan menggunakan uji prestasi dengan mesin bensin stasioner 4 Langkah dengan dibebani menggunakan lampu. Data hasil penelitian hubungan antara pembebanan lampu dan konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc) dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar.3.3 Grafik hubungan Pembebanan Lampu dengan konsumsi bahan bakar

Grafik di atas diperoleh dari data hasil penelitian uji konsumsi bahan bakar spesifik terhadap pembebanan yang diberikan mulai dari 200 Watt sampai dengan 2600 Watt dengan interval 200 Watt pada setiap pembebanan. Berdasarkan analisa dan data hasil penelitian di atas terlihat bahwa konsumsi bahan bakar spesifik mengalami penurunan pada setiap penambahan jumlah lilitan yang digunakan. Pada penggunaan medan magnet *solenoida* 1.500 lilitan (20.28mT), penurunan pemakaian bahan bakar spesifik mencapai -0,04%, pada penggunaan medan magnet *solenoida* 3.000 lilitan (22.90mT), konsumsi bahan bakar spesifik mengalami penurunan -2,43% terhadap kondisi standar, dan pada penggunaan medan magnet *solenoida* 4.500 lilitan (23.40mT) dengan pemakaian bahan bakar spesifik mencapai -3,84% terhadap kondisi standar.

Bahan bakar bensin yang melewati lilitan yang mengalir selang yang dililit dan dialiri arus listrik mengalami ionisasi sehingga lebih mudah terbakar sehingga

menurunkan konsumsi bahan bakar spesifik yang lebih baik (hemat) pada setiap penambahan jumlah lilitan. Penggunaan medan magnet *solenoida* 1500 lilitan (20.28mT), menurunkan pemakaian bahan bakar spesifik rata-rata mencapai -0,04%, dari kondisi standar (tanpa penambahan medan magnet remanen), hal ini menunjukkan bahwa bahan bakar tersebut mengalami perubahan struktur yang lebih teratur sehingga lebih mudah mengikat oksigen dan lebih mudah terbakar yang menyebabkan konsumsi bahan bakar spesifik menurun. Begitu pula dengan penambahan medan magnet remanen dengan jumlah lilitan yang lebih banyak yaitu 3.000 lilitan (22.90mT), konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan pun lebih rendah dari penggunaan medan magnet *solenoida* 1.500 lilitan yaitu mencapai -2,43% dari kondisi standar, hal ini semakin membuktikan bahwa proses ionisasi lebih baik seiring dengan jumlah lilitan yang semakin banyak.

Hasil yang signifikan terjadi pada penggunaan medan magnet *solenoida* sejumlah 4500 lilitan (23.40mT) yang menurunkan pemakaian bahan bakar spesifik mencapai -3,84% dari kondisi standar. Penurunan yang paling tinggi pada konsumsi bahan bakar spesifik yang terjadi pada penelitian menggunakan medan magnet *solenoida* 4500 lilitan (23.40mT) disebabkan karena jumlah lilitan yang semakin banyak dan menimbulkan medan magnet yang semakin besar, dibandingkan dengan jumlah lilitan lain.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian, pengolahan data hasil penelitian, dan analisa berdasarkan grafik olah data tersebut di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Data hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan torsi dibandingkan pada kondisi setandar dengan penggunaan medan magnet *solenoida* 1.500 lilitan (20.28mT), kenaikannya mencapai 1,41% (13,85Nm) terhadap kondisi standar, pada penggunaan medan magnet dengan 3.000 lilitan (22.90mT), torsi yang dihasilkan mengalami kenaikan sebesar 3,99% (14,23Nm) terhadap kondisi standar, dan pada penggunaan medan magnet *solenoida* dengan 4.500 lilitan (23.40mT) torsi yang dihasilkan mencapai 4,71% (14,33Nm) terhadap kondisi standar. Dapat disimpulkan bahwa dari penelitian torsi terbesar yaitu pada 4.500 lilitan (23.40mT) dengan torsi 4,71% (14,33Nm)
2. Data hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan Daya dibandingkan pada kondisi setandar. Pada kondisi standar dihasilkan daya maksimum sebesar 2,144 kW dengan daya rata-rata 1,426 kW dengan penggunaan medan magnet *solenoida* 1.500 lilitan (20.28mT) daya maksimal 2,175 kW dengan daya rata-rata 1,475 kW, pada penggunaan medan magnet *solenoida* 3.000 lilitan (22.90mT), dihasilkan daya maksimum 2,233 kW dengan daya rata-rata 1,482 kW, dan pada penggunaan medan magnet *solenoida* 4.500 lilitan (23.40mT) dihasilkan daya maksimum 2,250 kW dengan daya rata-rata 1,482 kW. Dapat disimpulkan bahwa dari penelitian Daya terbesar yaitu pada 4.500 lilitan (23.40mT) dengan Daya 2,250 kW dan daya rata-rata 1,482 kW.
3. Data hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan nilai ekonomis konsumsi bahan bakar spesifik yaitu Pada penggunaan medan magnet *solenoida* 1.500 lilitan

(20.28mT), penurunan pemakaian bahan bakar spesifik mencapai -0,04%, pada penggunaan medan magnet *solenoida* 3.000 lilitan (22.90mT), konsumsi bahan bakar spesifik mengalami penurunan -2,43% terhadap kondisi standar, dan pada penggunaan medan magnet *solenoida* 4.500 lilitan (23.40mT) dengan pemakaian bahan bakar spesifik mencapai -3,84% terhadap kondisi standar. Dapat disimpulkan bahwa dari penelitian *Sfc* yaitu pada 4.500 lilitan (23.40mT) penurunan *sfc* mencapai -3,84% dibandingkan dengan kondisi standar

4. Penggunaan medan magnet *solenoida* pada saluran sistem bahan bakar meningkatkan torsi dan daya bahkan mengurangi konsumsi bahan bakar spesifik pada setiap putaran. Hal ini membuktikan bahwa bahan bakar yang melewati medan magnet mengalami ionisasi perubahan struktur sehingga lebih mudah mengikat oksigen dan menghasilkan pembakaran yang sempurna. Semakin banyak lilitan akan semakin menambah jumlah medan magnet dan semakin menjadikan bahan bakar lebih terbakar sempurna. Dapat disimpulkan bahwa medan magnet *solenoida* terbaik pada penelitian tersebut yaitu jumlah lilitan 4.500 lilitan (23.40mT) dengan hasil Torsi terbesar 14,33Nm, Daya terbaik 22,50 kW dan penurunan *Sfc* mencapai -3,84%.

4.2. Saran

Setelah penelitian dilakukan diharapkan hasil penelitian dapat digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya. Dari hasil penelitian ini maka penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Pada penelitian penggunaan magnet *solenoida* 4.500 lilitan (23.40mT) terjadi peningkatan yang baik dalam pengujian daya, torsi maupun bahan bakar spesifik. Selain karena pengaruh lilitan yang semakin banyak kondisi udara dan temperatur lingkungan juga kemungkinan mempengaruhinya. Dalam hal ini pengaruh kondisi udara dan temperatur perlu diuji secara data untuk mengetahui peningkatan secara akurat dan spesifik.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan jumlah lilitan lebih dari 4.500 lilitan (23.40mT) karena hasil penggunaan medan magnet remanen 4.500 lilitan (23.40mT) menghasilkan output terbaik dari parameter yang dihitung.
3. Selanjutnya diperlukan penelitian terhadap efek emisi gas buang untuk mengetahui perubahannya terhadap kondisi standar.

Daftar Pustaka

- [1] Sanjaya Baroar Sakti Nasution, Mulfi Hazwi (2016) *studi Eksperimental Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kinerja Mesin Otto 108 cc Menggunakan Variasi Jarak Antar Medan*, Universitas Sumatera Utara
- [2] Pujiyanto, Selamat, (2016) *Pengaruh Variasi Kuat Medan Magnet Pada Saluran Bahan Bakar Terhadap Performa Dan Emisi Gas Buang Honda Mega Pro 2008*, Universitas Negri Semarang.
- [3] Syarifudin, Bambang Sudarmanta (2013) *Lab. TPBB Jurusan Teknik Mesin, FTI-ITS Surabaya. Pengujian FTIR pada mesin Sinjai 2 silinder 650 cc*

- [4] Suharmi Arikunto Prof. Dr. Suharsimi Arikunto, Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik, (Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2006), hlm. 118)
- [5] Winarno Surakhmad, Pengantar Penelitian Ilmiah, (Bandung: Tarsito, 1994), hal. 131
- [6] Nikolaus August Otto (14 Juni 1832 – 28 Januari 1891) Penemu mesin pembakaran dalam asal Jerman.
- [7] Heywood, John B., 1988, *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York : McGraw- Hill. Book Inc
- [8] Pulkrabek, Willard W., 1977, *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*. New Jersey : Prentice Hall.
- [9] Priyambodo, K. T dan Jati, B. M. J. 2009. *Fisika dasar untuk mahasiswa ilmu komputer & informatika*. Yogyakarta. Penerbit C.V ANDI OFFSET
- [10] Giancoli, D. C Dan Hanum, Y. 2001. *FISIKA Edisi Kelima Jilid 2*. Jakarta. Penerbit Erlangga
- [11] Suryatmo.F. 2005. *Dasar-Dasar Teknik Listrik*. Jakarta. PT RINNEKA
- [12] senangbelajar461.blogspot.com/2016/05/basic-elektrik-system.htm May 7, 2016 basic elektrik, diakses 12 april 2018 pukul 00.25 wib
- [13] Imran purba (2017), *Pengaruh Medan Magnet Pada Pipa Saluran Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan bakar Dan Emisi Gas Buang Mesin 1800cc*, STT Immanuel Munthe Medan, Sumatera Utara.