

# PERANCANGAN ALAT MAGNETISASI BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL

Wendy Winarto<sup>1)</sup>, Sutrisno<sup>2)</sup>, Philip Kristanto<sup>3)</sup>

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra<sup>1,2,3)</sup>

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia<sup>1,2,3)</sup>

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658<sup>1,2,3)</sup>

E-mail : [wendy.winarto@gmail.com](mailto:wendy.winarto@gmail.com)<sup>1)</sup>, [tengsutrisno@petra.ac.id](mailto:tengsutrisno@petra.ac.id)<sup>2)</sup>, [philip@peter.petra.ac.id](mailto:philip@peter.petra.ac.id)<sup>3)</sup>

## ABSTRAK

*Salah satu kerugian akibat penggunaan biodiesel adalah penurunan daya dan akselerasi dari motor diesel. Dalam penelitian ini dilakukan pemberian pengaruh medan magnet pada saluran bahan bakar motor diesel yang menggunakan bahan bakar biodiesel agar dapat meningkatkan prestasi kerja dari motor diesel. Penelitian ini menggunakan alat magnetisasi bahan bakar I ( $\varnothing$  0,35 mm ; 3600 & 4000 lilitan) dan alat magnetisasi bahan bakar II ( $\varnothing$  0,5 mm ; 1000, 2000, & 3000 lilitan) yang dipasang pada saluran bahan bakar (sebelum pompa injeksi).*

*Pengujian prestasi kerja motor diesel menggunakan metode putaran motor konstan dengan pengereman berubah dari dinamometer rem air. Emisi gas buang motor diesel diuji dengan metode uji emisi gas buang motor berpengerak penyalaan kompresi pada kondisi akselerasi bebas (sesuai SNI 19-7118.2-2005).*

*Dari hasil pengujian didapatkan alat magnetisasi yang terbaik, yaitu alat magnetisasi dengan diameter 0,5 mm; 1000 lilitan yang dipasang pada jarak 20 cm dari pompa injeksi. Alat magnetisasi ini mampu meningkatkan daya motor sebesar 8,54%, torsi 7,64%, efisiensi termal 10,04% dan menurunkan SFC sebesar 12,51%. Selain peningkatan prestasi kerja mesin diesel, pemasangan alat magnetisasi juga menurunkan opasitas (ketebalan asap) gas buang motor diesel sebesar 20,81%.*

*Kata kunci: magnet, elektromagnet, biodiesel, opasitas .*

## 1. Pendahuluan

Berkembangnya mesin-mesin industri dan otomotif yang semakin banyak digunakan, menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar. Konsumsi bahan bakar yang banyak, menyebabkan persediaan minyak bumi menipis dan meningkat harganya di pasaran.

Berbagai upaya pencarian sumber-sumber energi alternatif yang sifatnya terbarukan dan ramah lingkungan/renewable energy (Quan He, Bang)<sup>[5]</sup> telah banyak dilakukan. Produk dari renewable energy ini dapat menjawab permasalahan yang terjadi. Salah satu produk renewable energy yang banyak digunakan dalam dunia industri dan otomotif adalah bahan bakar biodiesel. Bahan pembuatan biodiesel dapat terbuat dari beberapa bahan seperti jatropha, karanja, dan polanga (Sahoo, P.K., dkk.)<sup>[7]</sup>. Bahan bakar biodiesel ini mampu menggantikan minyak solar sebagai bahan bakar mesin diesel. Selain sebagai bahan bakar pengganti, biodiesel juga dipakai karena emisinya lebih ramah lingkungan.

Semenjak diberlakukannya standar kendaraan euro II, kendaraan yang digunakan harus memiliki nilai batas emisi yang lebih ramah lingkungan. Salah satu cara untuk menjawab permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan bahan bakar biodiesel, dimana penggunaan biodiesel dapat mengurangi emisi yang dihasilkan oleh motor diesel (Yang, Po-Ming, dkk)<sup>[9]</sup> dan mengurangi konsumsi bahan bakar (Ibrahim, Amr)<sup>[3]</sup>. Selain memberikan keuntungan, penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar pengganti juga memberikan kerugian. Salah satu kerugian akibat penggunaan

biosolar adalah penurunan daya dan akselerasi dari mesin diesel (Fontaras, G, dkk)<sup>[2]</sup>, (Kristanto, Philip)<sup>[4]</sup>.

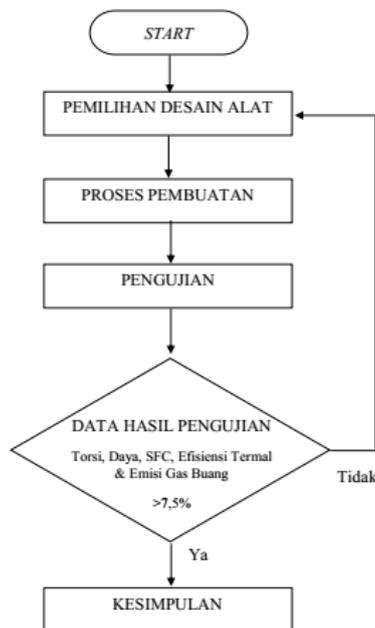
Pemberian medan magnet dapat meningkatkan prestasi motor diesel berbahan bakar minyak konvensional (Safi, A.)<sup>[6]</sup>, (Siregar, Houtman P.)<sup>[8]</sup>. Dalam penelitian ini, penulis akan melakukan penelitian ulang agar dapat meningkatkan prestasi mesin diesel yang menggunakan bahan bakar biodiesel, dan mendesainnya dalam bentuk alat magnetisasi yang dapat digunakan pada kendaraan diesel.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan prestasi kerja motor diesel yang menggunakan bahan bakar biosolar dengan mendesain alat magnetisasi bahan bakar dan mencari jumlah lilitan elektromagnet yang optimal untuk meningkatkan prestasi kerja motor diesel, khususnya terhadap peningkatan daya motor diesel.

Manfaat dari penelitian ini dapat meningkatkan efisiensi motor diesel, prestasi kerja mesin motor diesel yang menggunakan bahan bakar biodiesel dan mengurangi polusi udara sehingga lingkungan menjadi lebih bersih dari emisi.

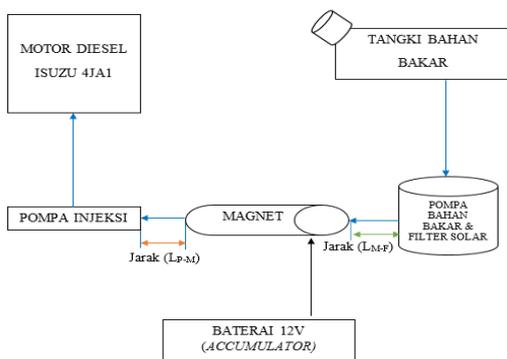
## 2. Metode Penelitian

Metodologi penelitian dimulai dari pencarian referensi, studi literatur dan teori yang berkaitan dengan penelitian. Setelah mendapatkan berbagai referensi dibuatlah alat magnetisasi bahan bakar untuk diuji. Alat magnetisasi tersebut diuji pengaruhnya terhadap prestasi kerja motor diesel & emisi gas buangnya. *Flowchart* metodologi dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Flowchart Metodologi Penelitian

Posisi alat magnetisasi dipasang pada saluran bahan bakar motor diesel, yaitu berada diantara pompa injeksi dan pompa bahan bakar.



Gambar 2.2. Skema Pemasangan Alat Magnetisasi

Alat Magnetisasi yang terbaik (optimal) akan diuji pengaruh jarak peletakkannya (posisi) seperti yang ada pada tabel 2.1.

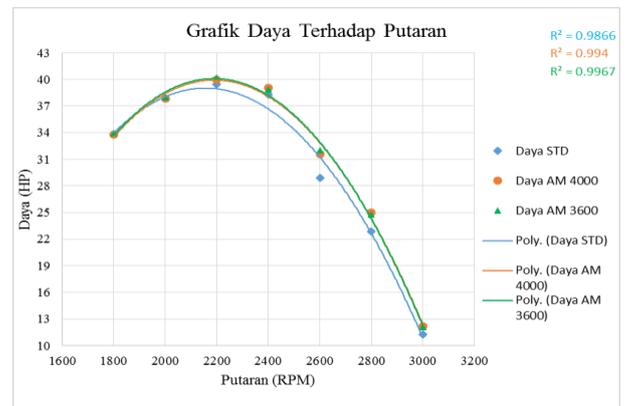
Tabel 2.1 Posisi Pengujian Jarak Alat Magnetisasi

Kondisi	Jarak (CM)	
	LP-M	LM-F
I	20	60
II	20	20
III	60	20

### 3. Hasil dan Pembahasan

Dari grafik daya terhadap putaran (gambar 3.1) dijelaskan pengaruh pemberian medan magnet dari alat magnetisasi bahan bakar  $\varnothing$  0,35 mm. Dijelaskan bahwa terdapat perbedaan daya antara daya motor diesel standar dengan daya motor diesel dengan alat magnetisasi bahan bakar. Penggunaan alat magnetisasi menghasilkan daya

yang lebih baik dibandingkan dengan daya motor diesel standar (tanpa menggunakan alat magnetisasi bahan bakar).

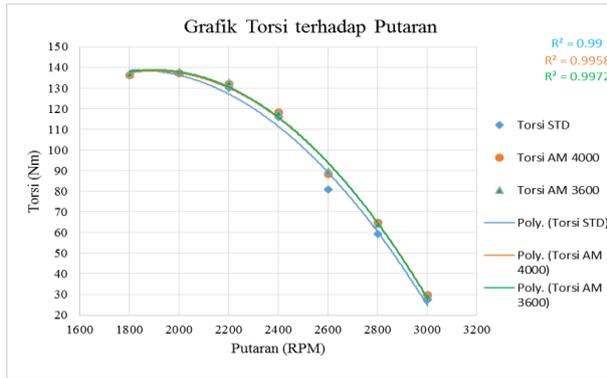


Gambar 3.1. Grafik Daya-Putaran (AM  $\varnothing$  0,35 mm)

Peningkatan daya ini terjadi karena adanya pengaruh medan magnet terhadap molekul bahan bakar. Bahan bakar yang terpengaruh oleh medan magnet mengalami resonansi magnetik sehingga molekul hidrokarbon yang semula cenderung berkelompok menjadi lebih renggang dan lebih mudah mengikat  $O_2$ . Kemudahan untuk mengikat  $O_2$  membuat pembakaran yang terjadi menjadi lebih baik dan menurunkan emisi gas buang (mengingat dalam reaksi pembakaran yang sempurna, unsur C bereaksi dengan  $O_2$  menjadi  $CO_2$  dan unsur H bereaksi dengan  $O_2$  menjadi  $H_2O$ ).

Peningkatan daya puncak dari alat magnetisasi dengan 4000 lilitan adalah sebesar 40,009 HP, pada alat magnetisasi dengan 3600 lilitan sebesar 40,205 HP. Kedua daya yang menggunakan alat magnetisasi ini lebih tinggi dibandingkan dengan daya standar sebesar 39,419 HP pada putaran yang sama, yaitu 2200 RPM. Perbedaan daya yang dihasilkan alat magnetisasi  $\varnothing$  0,35 mm tidak memberikan peningkatan yang signifikan. Hal ini diprediksi karena didalam bahan bakar biosolar terdapat kandungan metanol atau etanol, dimana zat tersebut digunakan dalam proses pembuatan biodiesel melalui proses transesterifikasi. Adanya kandungan metanol atau etanol ini membuat kandungan  $O_2$  lebih banyak daripada bahan bakar di tangki, membuat medan magnet lebih sulit untuk memecah molekul H (hidrogen) dan C (karbon) dalam bahan bakar.

Berdasarkan grafik torsi terhadap putaran (gambar 3.2) dibawah menjelaskan bahwa dengan menggunakan alat magnetisasi dapat meningkatkan torsi dari motor diesel. Pada pembahasan sebelumnya didapatkan peningkatan daya motor. Dengan meningkatnya daya motor, maka secara otomatis torsi motor juga akan meningkat. Torsi merupakan produk perkalian antara gaya reaksi *dynamometer* (beban) dengan lengan *dynamometer*, maka dengan meningkatnya beban pada *dynamometer* akan meningkatkan torsi pula.



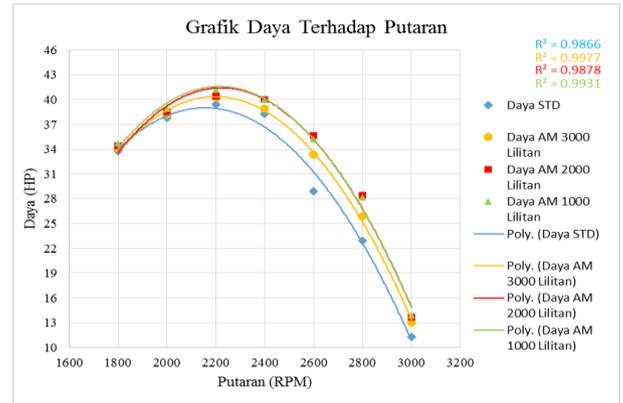
Gambar 3.2. Grafik Torsi-Putaran (AM (Ø 0,35 mm))

Dapat dilihat dari gambar 3.2, torsi puncak mesin standar sebesar 137,31 Nm, alat magnetisasi 4000 lilitan 137,630 Nm dan 137,955 untuk 3600 lilitan. Dari pemasangan alat magnetisasi ini memberikan peningkatan torsi akibat teresonansinya molekul hidrokarbon dalam bahan bakar. Jika diperhatikan pada grafik diatas, torsi maksimum dengan penggunaan alat magnetisasi mengalami pergeseran pada putaran 2000 RPM sedangkan torsi maksimum dalam kondisi standar berada pada putaran 1800 RPM. Namun hal tersebut tidak menjadi masalah karena kurva yang menggunakan alat magnetisasi masih memiliki luasan yang lebih besar, artinya torsi dengan penggunaan alat magnetisasi lebih baik daripada standar.

Dari kedua grafik (gambar 3.1. & 3.2.) diketahui bahwa peningkatan daya dan torsi akibat perlakuan medan magnet kurang signifikan. Hal ini diprediksi karena lebihnya kandungan  $O_2$  dalam bahan bakar di tangki, membuat medan magnet lebih sulit untuk memecah molekul H (hidrogen) dan C (karbon) dalam bahan bakar. Dari situ, dilakukan penelitian ulang dengan memperbesar medan magnet. Metode yang dipilih untuk memperbesar medan magnet adalah dengan mengubah diameter alat magnetisasi menjadi lebih besar (Ø 0,5 mm).

Grafik dibawah ini (gambar 3.3) menunjukkan peningkatan daya yang lebih baik jika dibandingkan dengan grafik daya pada gambar 3.1. Pada gambar 3.3 menunjukkan perbedaan peningkatan daya yang terlihat cukup signifikan. Hal ini berarti alat magnetisasi dengan Ø 0,5 mm berhasil meresonansi molekul hidrokarbon biosolar lebih baik dibandingkan dengan alat magnetisasi Ø 0,35 mm.

Daya puncak dari alat magnetisasi 3000 lilitan adalah sebesar 40,206 HP, alat magnetisasi 2000 lilitan sebesar 41,042 HP, dan 1000 lilitan sebesar 41,189 HP. Ketiga daya dengan alat magnetisasi mengalami peningkatan dibandingkan daya pada kondisi standar sebesar 39,419 HP. Pada alat magnetisasi dengan jumlah lilitan 1000 & 2000 didapatkan kurva yang berdekatan/hampir berhimpit, hal ini diprediksi karena medan magnet yang mempengaruhi bahan bakar berada didaerah maksimalnya, dimana jika medan magnet diperbesar lagi, ada kemungkinan daya motor akan menurun.



Gambar 3.3. Grafik Daya-Putaran (AM (Ø 0,5 mm))

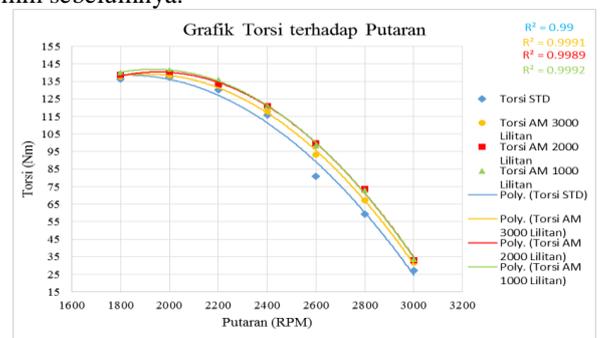
Pada bahan bakar biosolar terdapat kandungan metanol yang membuat biosolar memiliki kandungan  $O_2$ . Kandungan  $O_2$  ini dimiliki oleh bahan bakar biosolar akibat proses transesterifikasi dari minyak jelantah yang dicampurkan dengan metanol.

Banyaknya kandungan  $O_2$  yang banyak inilah yang membuat medan magnet sulit untuk memecah (meresonansi) molekul hidrokarbon pada biosolar. Menurut P.W. Atkins<sup>[1]</sup> dalam bukunya berjudul Kimia Fisika, atom O tidak mempunyai momen magnet.

Adanya atom O yang tidak memiliki momen magnet menghalangi atom C & H agar dapat teresonansi akibat perlakuan medan magnet. Dengan demikian pada bahan bakar biosolar diperlukan medan magnet yang lebih besar agar atom C & H dapat beresonansi meskipun terdapat atom O didalam bahan bakar. Hal ini terbukti dari penelitian penulis dengan berhasilnya memperoleh peningkatan prestasi motor yang signifikan dari penggunaan alat magnetisasi Ø 0,5 mm.

Dengan berhasilnya resonansi, maka motor tidak memerlukan usaha untuk memecah molekul hidrokarbon saat proses pembakaran dan mempermudah pembakaran. Pembakaran yang baik akan memberikan peningkatan daya motor.

Pada gambar 3.4 dapat diketahui bahwa torsi tertinggi didapat dari pemasangan alat magnetisasi bahan bakar dengan 1000 lilitan. Perbedaan torsi ini terlihat lebih signifikan dari penelitian alat magnetisasi Ø 0,35 mm sebelumnya.



Gambar 3.4. Grafik Torsi-Putaran (AM (Ø 0,5 mm))

Torsi puncak motor terdapat pada putaran 2000 RPM, berikut ini adalah masing-masing torsi puncak: standar sebesar 137,31 Nm, alat magnetisasi 3000 lilitan

sebesar 138,604 Nm, alat magnetisasi 2000 lilitan sebesar 139,903 Nm, alat magnetisasi 1000 lilitan sebesar 141,526 Nm. Dari gambar 3.3. menunjukkan adanya peningkatan daya dengan menggunakan alat magnetisasi jika dibandingkan dengan kondisi standar. Dengan meningkatnya daya tersebut maka secara otomatis memberikan peningkatan torsi pula.

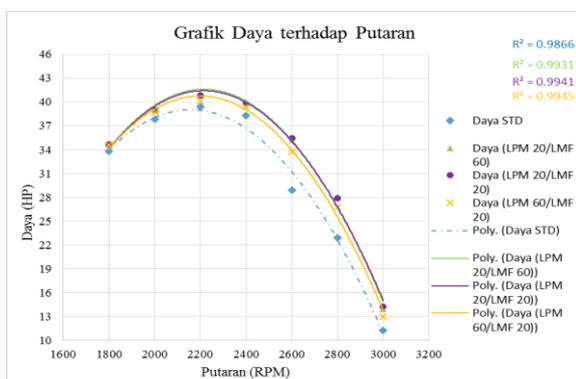
Dari penjelasan diatas, maka alat magnetisasi yang terbaik adalah alat magnetisasi dengan  $\emptyset$  0,5 mm; 1000 lilitan. Alat yang terbaik ini kemudia diteliti pengaruh penempatannya (jarak). Penjelasan tentang posisi penempatan alat magnetisasi ada pada penjelasan berikutnya.

Berdasarkan pengujian alat magnetisasi dengan  $\emptyset$  0,5 mm didapatkan alat magnetisasi yang menghasilkan peningkatan yang paling baik, yaitu alat magnetisasi  $\emptyset$  0,5 mm dengan 1000 lilitan, dari situ penulis melakukan penelitian lagi tentang pengaruh jarak alat magnetisasi tersebut terhadap prestasi motor diesel.

Dari gambar 3.5 dibawah diketahui bahwa jarak ternyata berpengaruh terhadap bahan bakar teresonansi yang masuk kedalam pompa injeksi. Dengan jarak yang diteliti oleh penulis, penggunaan alat magnetisasi tetap memberikan peningkatan prestasi motor jika dibandingkan dengan kondisi standar tanpa pemasangan alat magnetisasi.

Pada jarak LP-M 20/LM-F 60 menghasilkan daya puncak sebesar 41,189 HP, jarak LP-M 20/LM-F 20 menghasilkan daya sebesar 40,795 HP & jarak LP-M 60/LM-F 20 menghasilkan daya maksimal yang paling rendah, yaitu 40,107 HP.

Dari hasil yang diperoleh, ternyata jarak yang berpengaruh adalah jarak antara alat magnetisasi ke pompa injeksi. Sedangkan jarak dari filter solar ke alat magnetisasi tidak memberikan efek yang terlalu signifikan. Jarak dari filter solar ke alat magnetisasi tidak memberikan perubahan yang signifikan karena pada jarak tersebut bahan bakar hanya lewat dan belum teresonansi, sedangkan jarak dari alat magnetisasi ke pompa injeksi memiliki pengaruh yaitu, waktu yang dibutuhkan untuk bahan bakar masuk dari alat magnetisasi ke pompa injeksi.

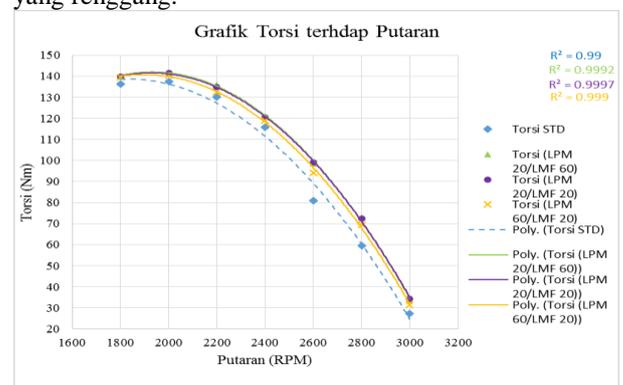


Gambar 3.5. Grafik Daya-Putaran (AM ( $\emptyset$  0,5 mm))

Pada Jarak 20 cm sebelum pompa injeksi masih memberikan waktu yang cukup agar bahan bakar yang masuk ke dalam pompa injeksi masih dalam bentuk

molekul yang renggang (teresonansi). Berbeda dengan jarak 60 cm dari alat magnetisasi menuju pompa injeksi, pada jarak ini bahan bakar yang telah teresonansi membutuhkan waktu yang terlalu lama untuk masuk ke pompa injeksi. Terlalu lamanya waktu yang dibutuhkan menyebabkan bahan bakar yang teresonansi mulai kehilangan pengaruh dari medan magnet dan mulai kembali menjadi bentuk asal molekul bahan bakar yang rapat saat masuk ke pompa injeksi.

Jika dari grafik sebelumnya didapati peningkatan daya motor, maka torsi dari motor pun akan mengalami peningkatan (gambar 3.6). Torsi paling baik didapat pada percobaan dengan jarak 20 cm dari pompa injeksi dan 60 cm dari filter solar (LP-M 20/LM-F 60). Peningkatan ini terjadi karena pada jarak 20 cm masih memberikan waktu yang cukup agar bahan bakar teresonansi yang masuk ke pompa injeksi masih dalam bentuk molekul yang renggang.



Gambar 3.6. Grafik Torsi-Putaran (AM ( $\emptyset$  0,5 mm))

Torsi maksimal dari LP-M 20/LM-F 60 sebesar 141,526 Nm, LP-M 20/LM-F 20 sebesar 141,526 Nm dan LP-M 60/LM-F 20 sebesar 140,552 Nm. Ketiga percobaan ini masih menghasilkan torsi yang lebih tinggi dibandingkan torsi standar sebesar 137,306 Nm.

Pada percobaan LP-M 20/LM-F 60 & LP-M 20/LM-F 20 menghasilkan torsi yang besarnya sama. Dari sini dapat diketahui bahwa jarak yang sama dari alat magnetisasi ke pompa injeksi tetapi berbeda dengan jarak alat magnetisasi dengan filter solar dapat memberikan hasil yang hampir sama. Perbedaan jarak dari filter solar menuju alat magnetisasi tidak memberikan pengaruh, namun jarak dari alat magnetisasi ke pompa injeksi memiliki pengaruh. Pada LP-M 60/LM-F 20 memiliki jarak yang cukup panjang dari alat magnetisasi menuju pompa injeksi, dengan jarak yang panjang ini secara otomatis akan memerlukan waktu lebih agar bahan bakar dapat masuk ke pompa injeksi dalam keadaan yang teresonansi. Jarak yang cukup jauh inilah yang menyebabkan bahan bakar teresonansi menjadi mulai kehilangan pengaruh dari medan magnet dan mulai kembali ke bentuk asal molekulnya.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil peneilitan dan analisa dapat disimpulkan bahwa penggunaan alat magnetisasi memberikan pengaruh sebagai berikut:

- Alat magentisasi dengan  $\emptyset$  0,35 mm yang terbaik ada

pada 3600 lilitan. Peningkatan yang diperoleh sebagai berikut: daya sebesar 3,45%, torsi 3,02%, efisiensi termal 1,35% dan menurunkan SFC sebesar 1,29%.

- Alat magnetisasi  $\varnothing$  0,5 mm menghasilkan peningkatan prestasi kerja mesin yang lebih baik dibanding dengan alat magnetisasi dengan  $\varnothing$  0,35 mm.
- Alat magnetisasi  $\varnothing$  0,5 mm yang terbaik ada pada 1000 lilitan. Peningkatan yang diperoleh sebagai berikut: daya motor sebesar 8,54%, torsi 7,64%, efisiensi termal 10,04% dan menurunkan SFC sebesar 12,51%. Selain itu alat magnetisasi ini dapat menurunkan opasitas asap Isuzu 4JA1 sebesar 20,81%
- Jarak penempatan posisi alat magnetisasi memberikan pengaruh terhadap prestasi kerja mesin diesel. Jarak optimal dari penempatan alat magnetisasi berada pada 20 cm sebelum pompa injeksi .

### Daftar Pustaka

1. Atkins, P.W. (1997). *Kimia Fisika, jilid 2*, edisi 4. Erlangga.
2. Fontaras, G, Gerogios Karavalakis, Marina Kousoulidou, Theodoros Tzamkiozis, Leondias Ntziachristos, Evangelos Bakeas, Stamoulis Stournas & Zisis Samaras. (2009). Effects of Biodiesel On Passenger Car Fuel Consumption, Regulated and Non-Regulated Pollutant Emissions Over Legislated and Real-World Driving Cycles. Science Direct. Retrieved: March 4, 2009.
3. Ibrahim, Amr. (2016). Performance and combustion characteristic of a diesel engine fuelled by butanol-biodiesel-diesel blends. ScienceDirect. Retrieved: April 27, 2016.
4. Kristanto, Philip. (2015). *Motor Bakar Torak (Teori & Aplikasinya)*. Yogyakarta: Andi Publisher.
5. Quan He, Bang. (2016). Advances in Emission Characteristic of Diesel Engines Using Different Biodiesel Fuel. Science Direct. Retrieved: February 6, 2016.
6. Safi, Anang. (2007). *Studi Komparasi Kuat Medan Magnet Dan Posisi Pada Saluran Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel Isuzu 4JA1*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
7. Sahoo, P.K, L.M.Das, M.K.G. Babu, P. Arora, V.P. Singh, N.R. Kumar, & T.S. Vaaryani. (2009). Comparative Evaluation of Performance and Emission Characteristics of Jatropha, Karanja and Polanga Based Biodiesel as Fuel in A Tractor Engine. Science Direct. Retrieved: March 4, 2009.
8. Siregar, Houtman P. (2007). *Pengaruh Diameter Kawat Kumbaran Alat Penghemat Energi yang Berbasis Elektromagnetik Terhadap Kinerja Motor Diesel*. Jakarta: Institut Indonesia.
9. Yang, Po-Ming, Kuang C. Lin, Yuan-Chung Lin, Syu-Rei Chang, & Shang Cyuan, Chen. (2016). Emission evaluation of a diesel engine generator operating with a proportion of isobutanol as a fuel additive in biodiesel blends. Science Direct. Retrieved: February 15, 2016.