

Pengaruh medan elektromagnetik pada prestasi mesin motor bakar empat langkah dengan bahan bakar gas

Achmad Rifqi In'Amullah¹, Nasrul Ilminnafik^{2*}, Gaguk Jatisukamto²

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37 Jember, Jawa Timur, Indonesia

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37 Jember, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding author: nasrul.teknik@unej.ac.id

Abstract

The high level of fuel oil consumption in Indonesia caused by increases number of vehicles. Fuel oil consumption has switched into gas fuel as one of the secure alternative fuels and obtained more little gas emissions if compared with fuel oil. LPG (Liquified Petroleum Gas) is one of the alternative fuel was environmentally friendly. This research is purposed for compared performance of four-step engine with premium fuel and LPG fuel with a variety of additional electromagnetic field 600, 800, and 1000 total of copper wire windings. Using LPG fuel can increase torque generated by engine, but the result of engine power to be lower. Based on research data 800 copper wire windings can increase the number of torque and generated power compared to LPG fuel standard. LPG fuel can save fuel consumption compared to premium fuel. The most optimum decrease in fuel consumption is generated by using 1000 copper wire windings. Using LPG fuel can also reduce CO, CO₂, and HC emissions levels. The best CO, CO₂, and HC emissions levels are obtained from 1000 copper wire windings.

Keywords: torque, power, fuel consumption, emissions, and LPG.

Abstrak

Jumlah kendaraan yang semakin tinggi menyebabkan naiknya tingkat konsumsi bahan bakar minyak di Indonesia. Perpindahan penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) menjadi Bahan Bakar Gas sebagai salah satu bahan bakar alternatif yang aman dan menghasilkan emisi gas buang yang lebih sedikit dibandingkan bahan bakar minyak. LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa motor bakar empat langkah berbahan bakar premium dengan bahan bakar LPG menggunakan variasi medan elektromagnetik dengan jumlah lilitan kawat tembaga sebanyak 600, 800, dan 1000 lilitan. Penggunaan bahan bakar LPG meningkatkan torsi yang dihasilkan oleh mesin, tetapi daya yang dihasilkan lebih rendah. Berdasarkan data penelitian penggunaan 800 lilitan dapat meningkatkan daya dan torsi yang dihasilkan jika dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar LPG tanpa lilitan. Bahan bakar LPG mampu menghemat konsumsi bahan bakar dibandingkan dengan bahan bakar premium. Penurunan konsumsi paling optimum dihasilkan pada variasi 1000 lilitan. Penggunaan bahan bakar LPG juga dapat mengurangi tingkat emisi gas buang CO, CO₂, dan HC. Penurunan emisi gas CO, CO₂, dan HC terbaik didapatkan dengan variasi 1000 lilitan.

Kata Kunci: torsi, daya, konsumsi bahan bakar, emisi, dan LPG.

Pendahuluan

Pertumbuhan jumlah penduduk mempengaruhi peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia. Peningkatan jumlah kendaraan yang tinggi

menyebabkan jumlah polusi udara yang tinggi dan menyebabkan terjadinya gangguan kesehatan pada manusia. Perpindahan penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) menjadi Bahan Bakar Gas

(BBG) sebagai salah satu bahan bakar alternatif yang aman, bersih, murah, dan menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah dibandingkan bensin serta untuk meningkatkan ketahanan energi nasional baik jangka pendek maupun jangka panjang [1]. LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) merupakan bahan bakar gas memiliki efek gas rumah kaca terkecil jika dibandingkan dengan bahan bakar minyak maupun gas lainnya [2]. LPG memiliki nilai oktan yang lebih tinggi yaitu 112, angka ini memungkinkan LPG untuk diterapkan pada mesin dengan perbandingan kompresi yang lebih tinggi sehingga memberikan efisiensi termal yang lebih tinggi [3].

Penggunaan LPG sebagai bahan bakar alternatif berdampak pada turunnya performa mesin [4]. Nilai daya dan torsi motor dengan bahan bakar LPG menunjukkan perbedaan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar pertalite pada motor bakar [5].

Pemanfaatan medan elektromagnetik terhadap unjuk kerja motor bakar mampu untuk menaikkan daya dan torsi yang dihasilkan kerja motor bakar [6]. Medan elektromagnet akan menyebabkan peningkatan aktivitas molekuler bahan bakar sehingga pengelompokan molekul bahan bakar menjadi terpecah menjadi semakin aktif dan arahnya terajar rapi sesuai dengan arah medan magnet [7]. Penambahan medan elektromagnetik juga dapat menurunkan konsumsi bahan bakar pada kendaraan bermotor apabila dibandingkan dengan kendaraan tanpa menggunakan medan elektromagnet [8].

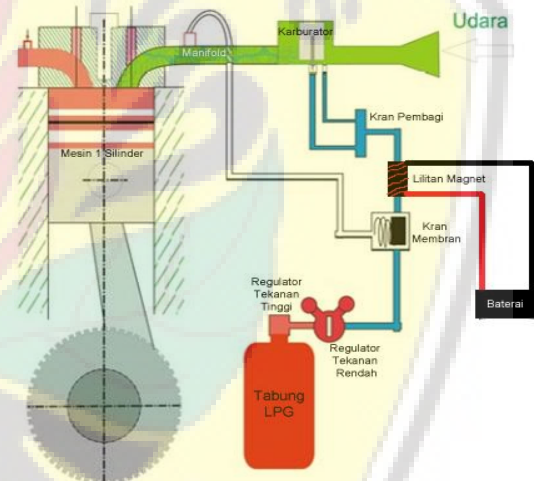
Penambahan medan elektromagnet juga mampu untuk menurunkan kadar emisi gas buang HC yang dihasilkan dari proses pembakaran [9]. Selain itu, persentase kadar emisi gas buang O₂ juga dapat meningkat dari 21,2% menjadi 23,9% [10].

Pada penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh medan elektromagnetik dengan perbedaan jumlah lilitan kawat tembaga pada motor bakar

empat langkah dengan penggunaan bahan bakar gas LPG.

Metode Penelitian

Penelitian tentang *performance* mesin dengan penambahan magnet ini dilakukan dengan modifikasi mesin sepeda motor Astrea Prima 100 cc 4 Langkah tahun pembuatan 1990 dengan sistem pencampuran bahan bakar karburator. Modifikasi dilakukan untuk konversi bahan bakar dari cair (bensin) menjadi gas (LPG) dengan menambahkan *converter kit* yang terdiri dari regulator tekanan tinggi dan regulator tekanan rendah untuk mengalirkan gas LPG ke saluran bahan bakar, kran membran dan kran pembagi untuk mengalirkan gas menuju pilot jet dan main jet pada karburator, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



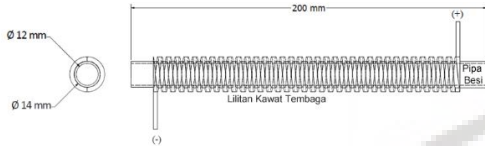
Gambar 1. Skema instalasi *converter kit*

Bahan bakar di dalam tabung LPG akan melewati regulator tekanan tinggi kemudian melewati regulator tekanan rendah agar dapat melalui saluran bahan bakar. LPG dialirkan pada saluran bahan bakar yang telah dipasang lilitan elektromagnet, menuju kran pembagi dan masuk ke dalam karburator melalui pilot jet dan main jet yang berikutnya menuju ke ruang bakar mesin.

Magnet berupa kumparan lilitan kawat tembaga berdiameter 0,6 mm dengan variasi 600, 800, dan 1000 lilitan dipasang pada saluran bahan bakar dan dihubungkan

ke daya dari baterai 12 Volt 3 Ampere, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.

Penelitian dilakukan pada variasi putaran mesin 3000 rpm, 4000 rpm, 5000 rpm, 6000 rpm, dan 7000 rpm sesuai dengan spesifikasi putaran maksimum motor dan rentan minimum dari alat uji.



Gambar 2. Lilitan kawat elektromagnetik

Performance mesin diuji dengan menggunakan dynotest Rextor Sportdyno untuk mendapatkan daya dan torsi, serta pengukuran emisi gas buang (CO, CO₂, dan HC) digunakan Gas Analyzer Multi Pegaso dengan menggunakan software Emissions Test Software (ETS).

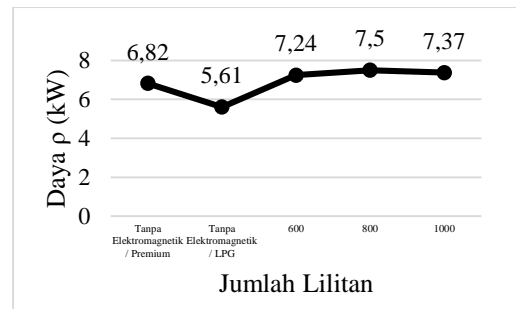
Hasil Dan Pembahasan

1. Daya dan Torsi

Hasil penelitian tentang pengaruh magnet pada daya dan torsi mesin sepeda motor 4 langkah ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 3-4.

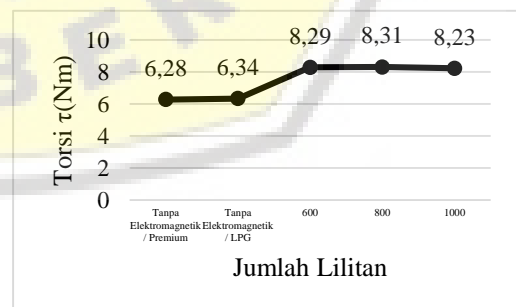
Tabel 1. Hasil pengujian daya dan torsi

Jumlah Lilitan Kawat Tembaga / Bahan Bakar	Daya Maksimum (kW) / Putaran Mesin (rpm)	Torsi Maksimum (Nm) / rpm
Tanpa Lilitan Kawat Tembaga / Premium	6,82 / 10760	6,28 / 4916
Tanpa Lilitan Kawat Tembaga / LPG	5,61 / 8797	6,34 / 4078
600 Lilitan / LPG	7,24 / 9000	8,29 / 4293
800 Lilitan / LPG	7,5 / 9043	8,29 / 4157
1000 Lilitan / LPG	7,37 / 8924	8,23 / 3680



Gambar 3. Korelasi pengaruh jumlah lilitan kawat tembaga terhadap daya mesin

Pada Gambar 3 menunjukkan terjadinya penurunan daya mesin yang dicapai pada saat menggunakan bahan bakar LPG tanpa penggunaan lilitan elektromagnetik, daya yang dihasilkan saat menggunakan bahan bakar premium adalah 6,82 kW sedangkan pada saat penggunaan bahan bakar LPG tanpa penggunaan lilitan elektromagnetik daya yang dihasilkan adalah 5,61 kW. Hal tersebut disebabkan karena bahan bakar premium mempunyai energi persatuan volume dan kepadatan energi lebih tinggi dari bahan bakar LPG. Namun jika membandingkan penggunaan bahan bakar LPG dengan penambahan lilitan elektromagnetik dan penggunaan LPG tanpa lilitan elektromagnetik didapatkan nilai daya mesin yang lebih tinggi dengan penambahan lilitan elektromagnetik pada saluran bahan bakar dengan 800 lilitan menghasilkan daya mesin sebesar 7,5 kW pada putaran mesin 9043 rpm dengan waktu untuk mencapai daya sebesar 3,7 s.



Gambar 4. Korelasi pengaruh jumlah lilitan kawat tembaga terhadap torsi mesin

Pada Gambar 4 menunjukkan torsi maksimum yang telah dihasilkan oleh bahan bakar LPG lebih tinggi dari bahan

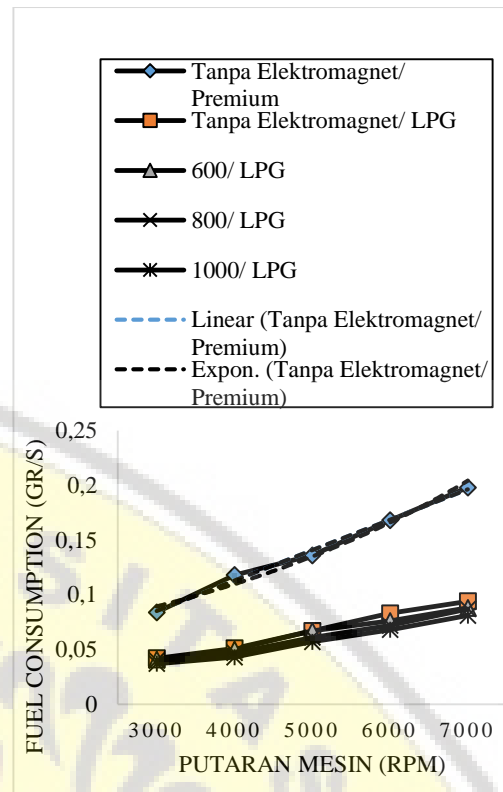
bakar premium. Torsi mesin paling tinggi yang diperoleh pada bahan bakar LPG dengan penambahan lilitan elektromagnetik dengan jumlah lilitan sebanyak 800 lilitan yaitu sebesar 8,31 Nm pada putaran mesin 4157 rpm, sedangkan pada penggunaan bahan bakar premium tanpa penggunaan lilitan elektromagnetik diperoleh nilai torsi sebesar 6,28 Nm pada putaran mesin 4916 rpm. Hal tersebut menunjukkan

bahwa penggunaan bahan bakar LPG dapat menghasilkan akselerasi yang lebih baik pada mesin dari pada menggunakan bahan bakar premium disebabkan karena bahan bakar LPG memiliki nilai oktan dan *heating value* yang lebih tinggi dari bahan bakar premium. Penggunaan lilitan elektromagnetik juga berpengaruh terhadap nilai torsi maksimum yang dihasilkan oleh mesin. Nilai torsi maksimum dengan penggunaan bahan bakar LPG tanpa penambahan lilitan elektromagnet menghasilkan nilai yang paling rendah apabila dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar LPG dengan penambahan lilitan elektromagnet yaitu 6,34 Nm pada putaran mesin 4078 rpm. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan menambahkan lilitan elektromagnetik menghasilkan pencampuran bahan bakar yang lebih baik jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan lilitan elektromagnetik.

2. Konsumsi Bahan Bakar

Tabel 2. Data hasil pengujian konsumsi bahan bakar

Putaran Mesin	Tanpa Lilitan	600 Lilitan	800 Lilitan	1000 Lilitan
3000 rpm	0,042	0,041	0,04	0,037
4000 rpm	0,051	0,05	0,047	0,043
5000 rpm	0,067	0,067	0,061	0,057
6000 rpm	0,083	0,076	0,072	0,068
7000 rpm	0,094	0,088	0,087	0,081
Rata – Rata	0,067	0,064	0,061	0,057



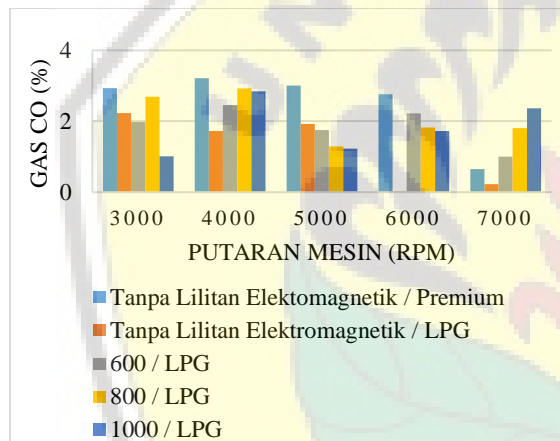
Gambar 5. Korelasi konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin

Pada Gambar 5 menunjukkan korelasi perbandingan konsumsi bahan bakar antara premium dan LPG terhadap putaran mesin. Nilai konsumsi bahan bakar cenderung naik seiring dengan bertambah tingginya putaran mesin. Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai konsumsi penggunaan bahan bakar LPG cenderung lebih kecil jika dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar premium. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar LPG dengan penambahan elektromagnet didapatkan hasil paling hemat yaitu dengan jumlah lilitan elektromagnet sebanyak 1000 lilitan dengan rata – rata nilai konsumsi sebesar 0,0572 gr/s (0,20592 kg/jam). Pada penelitian Pratama dan Setyawan (2014), terhadap konsumsi bahan bakar dengan 1000 lilitan elektromagnet menggunakan bahan bakar premium, menghasilkan konsumsi paling rendah 0,43kg/jam pada putaran 3000 rpm. Hal tersebut disebabkan karena perbedaan angka *stoikiometrik air/fuel* (AFR) yang berbeda antara bahan bakar LPG dengan bahan bakar premium.

3. Emisi Gas Buang
a. Emisi gas CO

Tabel 3. Rata – rata emisi gas CO

Jumlah Lilitan	Putaran Mesin				
	300	400	500	600	700
Elektromagnet / Bahan Bakar	0	0	0	0	0
Tanpa Lilitan Elektromagnet / Premium	2,9 3	3,2 1	3,0 0	2,7 6	0,6 5
Tanpa Lilitan Elektromagnet / LPG	2,2 3	1,7 2	1,9 2	0,0 2	0,2 3
600 / LPG	1,9 8	2,4 5	1,7 5	2,2 2	1,0 0
800 / LPG	2,6 9	2,9 2	1,2 9	1,8 2	1,8 0
1000 / LPG	1,0 1	2,8 4	1,2 3	1,7 2	2,3 6



Gambar 6. Korelasi emisi gas CO pada variasi jumlah lilitan elektromagnet terhadap putaran mesin

Pada Gambar 6 persentase emisi gas CO pada penggunaan bahan bakar premium terbesar didapatkan pada putaran mesin 4000 rpm yaitu sebesar 3,21%, pada penggunaan bahan bakar LPG emisi gas CO terbesar didapatkan pada saat putaran mesin mencapai 3000 rpm yaitu sebesar 2,23%, namun pada saat penggunaan bahan bakar LPG dengan penambahan lilitan elektromagnet emisi gas terbesar pada putaran mesin 4000 rpm yaitu sebesar 2,94% dengan jumlah kawat lilitan elektromagnetik sebanyak 800 lilitan. Pada putaran mesin yang rendah cenderung didapatkan persentase emisi gas buang yang tinggi dan akan menurun pada putaran mesin 6000 rpm sampai

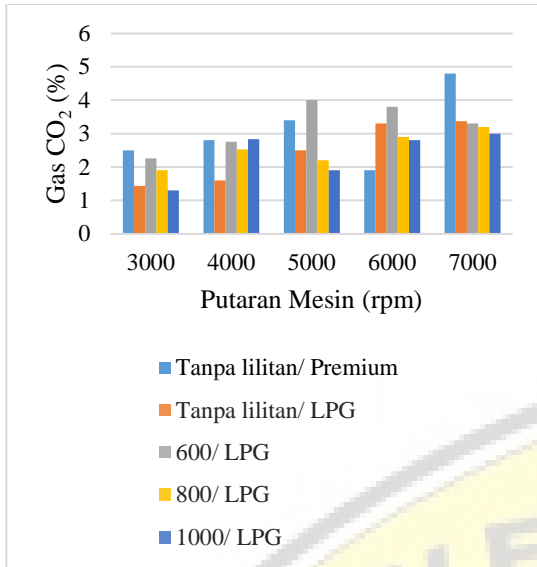
dengan 7000 rpm. Hal tersebut disebabkan karena pada putaran rendah mesin memerlukan bahan bakar yang banyak dari pada udara (terjadi campuran kaya) dan pada putaran tinggi bahan bakar yang digunakan akan semakin berkurang sehingga udara yang tercampur akan semakin banyak (terjadi campuran miskin) sehingga kadar gas CO menurun dikarenakan ada perubahan gas CO menjadi gas CO₂.

Pada Gambar 6 juga menjelaskan bahwa persentase emisi gas CO pada penggunaan bahan bakar premium terendah terjadi pada putaran mesin 7000 rpm sebanyak 0,65%, namun pada penggunaan bahan bakar LPG emisi gas CO terendah didapatkan pada saat tanpa menggunakan lilitan elektromagnet pada saluran bahan bakar dengan persentase 0,02% dan putaran mesin 6000 rpm.

b. Emisi gas CO₂

Tabel 4. Rata – rata emisi gas CO₂

Jumlah Lilitan	Putaran Mesin				
	300	400	500	600	700
Elektromagnet / Bahan Bakar	0	0	0	0	0
Tanpa Lilitan Elektromagnet / Premium	2,5 7	2,8	3,4	1,9 7	4,8
Tanpa Lilitan Elektromagnet / LPG	1,4 3	1,6	2,5	3,3	3,3 7
600 / LPG	2,2 6	2,7 6	4,0	2,8	3,3
800 / LPG	1,9	2,5 3	2,2	2,9	3,2
1000 / LPG	1,3	2,8 3	1,9	2,8	3,0



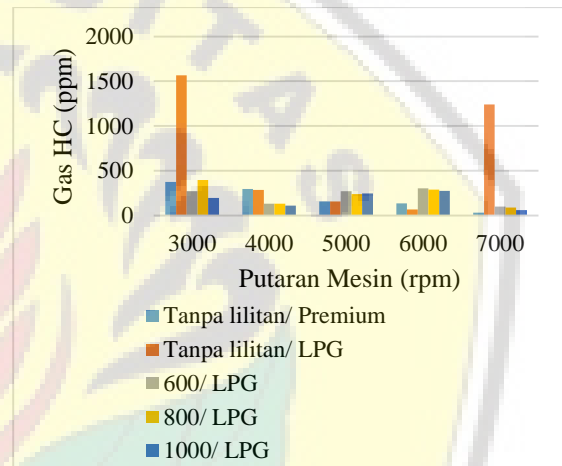
Gambar 7. Korelasi emisi gas CO₂ pada variasi jumlah lilitan elektromagnet terhadap putaran mesin

Pada Gambar 7 nilai gas CO₂ tertinggi dihasilkan pada saat menggunakan bahan bakar premium tanpa lilitan kawat elektromagnet dengan putaran mesin 7000 rpm dengan nilai 4,8%. Untuk penggunaan bahan bakar LPG nilai gas CO₂ terbesar dihasilkan pada saat menggunakan medan elektromagnet dengan jumlah 600 lilitan yaitu 4,0%. Pada penelitian Mahmud dan Sungkono (2015) dengan bahan bakar premium dan tanpa adanya penambahan lilitan elektromagnetik menghasilkan nilai emisi gas buang CO₂ sebesar 48,95%. Jika dibandingkan pada penggunaan bahan bakar LPG variasi jumlah lilitan berpengaruh pada besar nilai persentase emisi gas CO₂. Hal ini disebabkan karena penambahan medan elektromagnet membantu untuk mempercepat pemecahan molekul gas hidrogen dan pada saat memasuki ruang bakar molekul hidrogen dari bahan bakar mampu mengikat molekul oksigen dari udara dengan lebih optimal. Persentase emisi gas CO₂ meningkat seiring dengan bertambahnya putaran mesin. Hal tersebut disebabkan karena pada saat putaran mesin yang tinggi, campuran antara bahan bakar dengan udara mendekati angka ideal.

c. Emisi gas HC

Tabel 5. Rata – rata emisi gas HC

Jumlah Lilitan	Putaran Mesin				
	3000	4000	5000	6000	7000
Elektromagnet / Bahan Bakar					
Tanpa Lilitan Elektromagnet / Premium	373	296	156	134	31
Tanpa Lilitan Elektromagnet / LPG	1566	285	158	66	1242
600 / LPG	272	130	270	302	101
800 / LPG	397	130	240	289	90
1000 / LPG	197	109	246	273	60



Gambar 8. Korelasi emisi gas HC pada variasi jumlah lilitan elektromagnet terhadap putaran mesin

Pada Gambar 8 dapat diketahui kadar emisi gas HC terendah pada bahan bakar premium terdapat pada putaran mesin 7000 rpm yaitu 31 ppm dan kadar emisi gas HC terendah pada penggunaan bahan bakar LPG pada putaran mesin 7000 rpm sebesar 60 ppm dengan penggunaan medan elektromagnetik sebanyak 1000 lilitan. Pada penelitian Suriansyah (2011), menyimpulkan bahwa emisi gas buang HC pada kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin dan memanfaatkan pengaruh medan elektromagnet, menghasilkan kadar gas HC tertinggi sebesar 297,4 ppm pada putaran mesin 2000 rpm. Kadar gas HC yang tinggi pada bahan bakar LPG disebabkan karena kecepatan pembakaran pada bahan bakar LPG lebih tinggi apabila

dibandingkan dengan bahan bakar premium. Namun, dengan menambahkan medan elektromagnet dapat meningkatkan pencampuran bahan bakar dan udara sehingga dapat meningkatkan kualitas pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar dan menurunkan kadar gas HC dari proses pembakaran.

Kesimpulan

Daya maksimum yang dihasilkan pada penggunaan bahan bakar LPG dengan penambahan lilitan kawat elektromagnet sebanyak 800 lilitan sebesar 7,5 kW pada 9043 rpm, sedangkan pada torsi maksimum diperoleh pada penggunaan 800 lilitan elektromagnet sebesar 8,31 Nm pada 4157 rpm. Penggunaan lilitan elektromagnet dengan 1000 lilitan pada saluran bahan bakar pada motor berbahan bakar gas LPG menghasilkan rata - rata nilai konsumsi sebesar 0,0572 gr/s. Hal tersebut dikarenakan adanya bahan bakar yang mampu bercampur dengan udara dengan baik sehingga campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar menjadi lebih padat. Penggunaan lilitan elektromagnetik dengan 1000 lilitan kadar HC optimum (60 ppm) pada putaran mesin 7000 rpm, kadar CO optimum (0,02 %) pada putaran mesin 6000 rpm tanpa menggunakan lilitan elektromagnet, dan kadar CO₂ optimum (1,3 %) pada putaran mesin 3000 rpm dengan menggunakan lilitan elektromagnetik sebesar 1000 lilitan.

Referensi

[1]. Mahmud, R dan D. Sungkono. 2016. *Komparasi Penggunaan bahan Bakar Premium dengan bahan Bakar LPG Sistem Manifold Injeksi Terhadap Kadar Emisi Gas Buang Sepeda Motor 4 Langkah*. Skripsi. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

[2]. Anyon, P. 2013. *LPG – The Clean Transport Alternative: Presenting the Environmental case*. Australian

Liquified Petroleum Gas Association Limited: ISBN: 09750843 2 1. Sydney.

- [3]. Setiyo, M. dan Purnomo B.C. 2014. *Investigasi Penurunan Daya Pada Kendaraan Berbahan Bakar Gas LPG dengan Metode Pengukuran Evisiensi Volumetris*. Laporan Penelitian Dosen. Magelang: Universitas Muhammadiyah Magelang.
- [4]. Arismunandar, W. 1998. *Penggerak Mula Motor Bakar*. ITB Press. Bandung.
- [5]. Arijanto dan T. F. Saputra. 2015. *Pengujian Bahan Bakar Gas pada Mesin Sepeda Motor Karburator Ditinjau dari Aspek Torsi dan Daya*. Rotasi – Vol. 17, No. 2, April 2015: 105–113. Universitas Diponegoro.
- [6]. Arijianto dan M. B. I. Usman. 2015. *Penggunaan Gas Sebagai Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Bermesin Injeksi*. *Pcoceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)*. 7-8 Oktober 2015. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Labung Mangkurat:10
- [7]. Fuhaid, N., A. M. Sahbana, A. Arianto. 2011. *Pengaruh Medan Elektromagnet terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Motor Bensin*. Proton, Vol. 3 No. 1/Hal 1 - 9. Universitas Widyagama Malang.
- [8]. Ferdi, Y. 2012. *Pengaruh Kuat Medan Magnet pada Saluran Bahan Bakar dengan Variasi Tegangan Listrik 3v, 6v, dan 12v terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah*. Skripsi, Universitas Jember: Jurusan Teknik Mesin.
- [9]. Suriansyah. 2011. *Pengaruh Medan Elektromagnet Terhadap Emisi Gas Buang pada Motor Bensin 1 Silinder*. Jurnal PROTON, Vol. 3 No. 1/Hal 19-24. Universitas Widyagama Malang.

- [10]. Pratama, PEP. dan D.L. Setyawan. 2014. *Analisa Variasi Jumlah Lilitan Pada Alat Penghemat Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Motor Bensin 4 Langkah*. Jurnal ROTOR, Volume 7 Nomor 1, April 2014. Hal 1-6. Universitas Jember.

