

## KAJIAN PEMANFAATAN MEDAN ELEKTROMAGNET TERHADAP ENERGI PEMBAKARAN PADA MESIN BENSIN

Tatun H Nufus<sup>1)</sup>, Isnanda Nuriskasari<sup>1)</sup>, Andi Ulfiana<sup>1)</sup>, Sri Kusumastuti<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jalan. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Jawa Barat 16242, Indonesia.

<sup>2)</sup>Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jalan. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Jawa Barat 16242, Indonesia.

email: isnanda.nuriskasari@mesin.pnj.ac.id

### Abstract

*Research related to electromagnetic fields as one of the methods to improve the quality of combustion has been carried out by researchers, most researchers focus on the issue of exhaust emissions and fuel consumption. The discussion related to combustion energy and energy to produce electromagnetic fields has not been touched. Therefore this study aims to analyze the effect of the electromagnetic field on combustion energy in gasoline engines. The independent variable of the study is the electromagnetic field strength and the variation of the fuel composition while the dependent variable is the exhaust gas emissions and combustion energy. The magnetic field strength used was 647 Gauss, 847 Gauss, 1068 Gauss and 1419 gauss. While the fuel used is E0, E10, E20, and E30. The result is the use of electromagnetic fields in the channel material can increase combustion energy, the indicator is the increased CO<sub>2</sub> value. The more magnetic field is given the greater the combustion energy. The increase ranges from 10-21%. The use of bioetanol fuel can also improve the quality of combustion.*

**Keyword:** energy, combustion, electromagnet, emisi

### Abstrak

Penelitian terkait medan elektromagnet sebagai salah satu metoda untuk meningkatkan kualitas pembakaran sudah banyak dilakukan oleh para peneliti, sebagian besar peneliti fokusnya terkait dengan emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar. Pembahasan terkait dengan energi pembakaran dan energi untuk menghasilkan medan elektromagnet belum tersentuh. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh medan elektromagnet terhadap energi pembakaran pada mesin bensin. Variabel bebas penelitian adalah kuat medan elektromagnet dan variasi komposisi bahan bakar, sedangkan variabel terikatnya adalah emisi gas buang dan energi pembakaran. Kuat medan magnet yang digunakan 647 Gauss, 847 Gauss, 1068 Gauss dan 1419 gauss. Sedangkan, bahan bakar yang digunakan adalah E0, E10, E20, dan E30. Hasilnya penggunaan medan elektromagnet pada saluran bahan dapat meningkatkan energi pembakaran, indikatornya adalah nilai CO<sub>2</sub> yang meningkat. Makin besar medan magnet yang diberikan, maka makin besar pula energi pembakarannya. Kenaikannya berkisar antara 10-21%. Penggunaan bahan bakar bioetanol juga dapat meningkatkan kualitas pembakaran.

**Kata kunci:** energi, pembakaran, elektromagnet, gas buang.

## PENDAHULUAN

Tidak sempurnanya proses pembakaran merupakan masalah yang dijumpai dalam usaha peningkatan kinerja mesin bensin. Kualitas bahan bakar yang kurang baik menjadi salah satu faktor penyebab ketidaksempurnaan atau efektivitas pembakaran. Berbagai cara dilakukan untuk mengatasi permasalahan diatas, salah satunya dengan

menggunakan bahan bakar nabati yang ramah lingkungan seperti bioetanol. Pencampuran bahan bakar antara premium dan bioetanol dengan komposisi tertentu mampu menciptakan pembakaran yang lebih sempurna, karena bioetanol bersifat *oxygenating agent* atau mengandung oksigen. Kekurangannya bioetanol memiliki temperatur pembakaran sendiri /flash point tinggi sehingga pembakaran yang homogen akan sulit tercapai pada tekanan kompresi di ruang bakar (Syarifuddin, Tony, & Utomo, 2016). Untuk mengatasi kekurangan penggunaan bioetanol dicoba dengan menggunakan medan elektromagnet. Medan elektromagnet dibangkitkan dengan mengalirkan arus listrik pada koil yang meliliti inti kumparan,

Medan elektromagnetik yang dipasang pada pipa bahan bakar sebelum injektor, dapat meningkatkan kualitas pembakaran yang diindikasikan dengan menurunnya kadar emisi gas buang CO, NO dan HC (Nufus, Praeko, Setiawan, & Hermawan, 2017; Kolhe, Shelke, & Khandare, 2014). Medan elektromagnet 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. Hal ini mengakibatkan peningkatan kualitas pembakaran (Chaware, 2015). Kualitas pembakaran yang baik diindikasikan dengan pembakaran sempurna yang tidak menghasilkan gas berbahaya dan akan menghasilkan energi pembakaran yang besar.

Pembahasan terkait dengan energi pembakaran yang dihasilkan dari penggunaan medan elektromagnet pada mesin bensin dengan bahan bakar campuran antara bensin dan bioetanol belum dijelaskan pada penelitian di atas. Oleh karena itu, tujuan penelitian adalah membuktikan bahwa penggunaan medan elektromagnet dapat meningkatkan energi pembakaran. Penelitian ini hanya membahas gas buang yang biasa terjadi di dalam proses pembakaran mesin bensin diantaranya CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO dan N<sub>2</sub>.

## **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian dilakukan secara eksperimental dan didukung teori stoikiometri dan termodinamika. Data diperoleh dengan pengamatan langsung dan pengukuran di lapangan dengan alat ukur yang tersedia. Mesin yang digunakan untuk penelitian adalah sepeda motor bensin 4 langkah sistem injeksi kapasitas silinder 125 cc dengan spesifikasi mesin terlihat pada Tabel 1. Kuat medan magnet yang digunakan 647 Gauss,

847 Gauss, 1068 Gauss dan 1419 Gauss. Medan magnet diukur menggunakan alat ukur teslameter. Sedangkan bahan bakar yang digunakan adalah E0 (100% bensin), E10 (10% bioetanol dan 90% premium), E20 (20% bioetanol dan 80% premium) dan E30 (30% bioetanol dan 70% premium). Spesifikasi bahan bakar yang digunakan disajikan pada tabel 2.

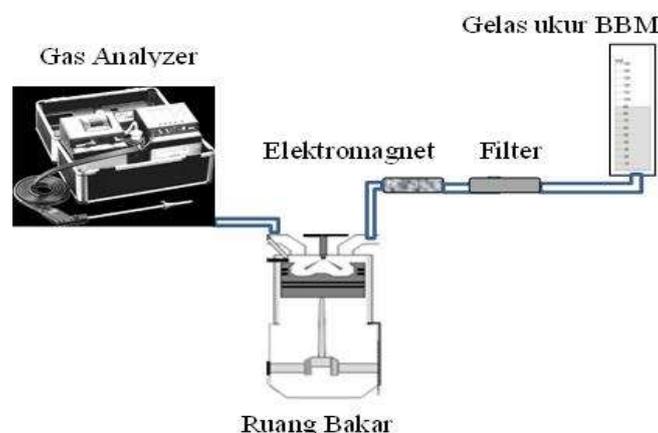
Tabel 1. Spesifikasi mesin bensin (Yamaha, 2020)

Tipe mesin	4 Langkah SOHC, berpendingin udara
Diameter x langkah	52.4 x 57.9 mm
Volume silinder	125 cc
Perbandingan kompresi	9.5 : 1
Power Maksimum	7 kW / 8000 rpm
Torsi Maksimum	9.6 Nm / 5500 rpm
Sistem pengapian	TCI/ Fuel Injection

Tabel 2. Spesifikasi bahan bakar (Agathou & Kyritsis, 2012)

Property	Bensin	Bioetanol
Formula (liquid)	$C_8H_{18}$	$C_2H_5OH$
Molecular weight (g/mol)	11.15	46.07
Density (kg/m <sup>3</sup> )	765	785
Heat of vaporization (kJ/kg)	305	840
Stoichiometric air-fuel ratio by mass	14.6	9
Research octane number	92	108.6
Motor octane number	85	89.7

Penelitian dimulai dengan mengkalibrasi peralatan yang dibutuhkan, memeriksa komponen mesin bensin seperti minyak pelumas, filter oli pelumas dan filter bahan. Selanjutnya, semua instrumen dirangkai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Instalasi alat pengujian

### Prosedur Pengukuran emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar

Nyalakan mesin selama 1 menit untuk memastikan tidak ada udara terperangkap di saluran bensin. Untuk uji Magnet: nyalakan magnet yang telah terisi BBM, tunggu selama 20 menit. Setelah 20 menit maka dilakukan pengukuran konsumsi bahan bakar dengan cara membuka keran BBM yang melalui magnet, dan tutup keran yang tidak melalui magnet. Dalam kondisi mesin hidup dengan putaran konstan 2000 rpm, lakukan pengukuran volume BBM awal di gelas ukur tersebut. Kemudian hidupkan timer untuk 10 menit. Pada exhaust dipasang gas analyzer untuk mengamati efek gas buangnya. Prosedur yang sama untuk sampel berikutnya. Gas yang diperhitungkan hanya CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO, dan N<sub>2</sub>. selanjutnya dari nilai CO<sub>2</sub> dan CO dihitung energi pembakaran untuk menghasilkan energi potensial yang dapat digunakan untuk menggerakkan piston.

### Perhitungan Energi Pembakaran

Prosedur penentuan nilai energi pembakaran adalah sebagai berikut: Tentukan perbandingan emisi gas buang CO dan CO<sub>2</sub> berdasarkan hasil uji emisi gas buang CO dan CO<sub>2</sub> (Tabel 4). Buat persamaan reaksi stokiometri pembakaran tak sempurna dan setarakan reaksi tersebut dengan bantuan data perbandingan CO dan CO<sub>2</sub>. Energi reaksi pembakaran:  $\Delta H^\circ \text{reaksi pembakaran} = \sum \Delta H^\circ f \text{ Produk} - \sum \Delta H^\circ f \text{ Reaktan}$

Data nilai entalpi pembentukan molekul pada Tabel 3 diperlukan untuk menghitung Energi pembakaran.

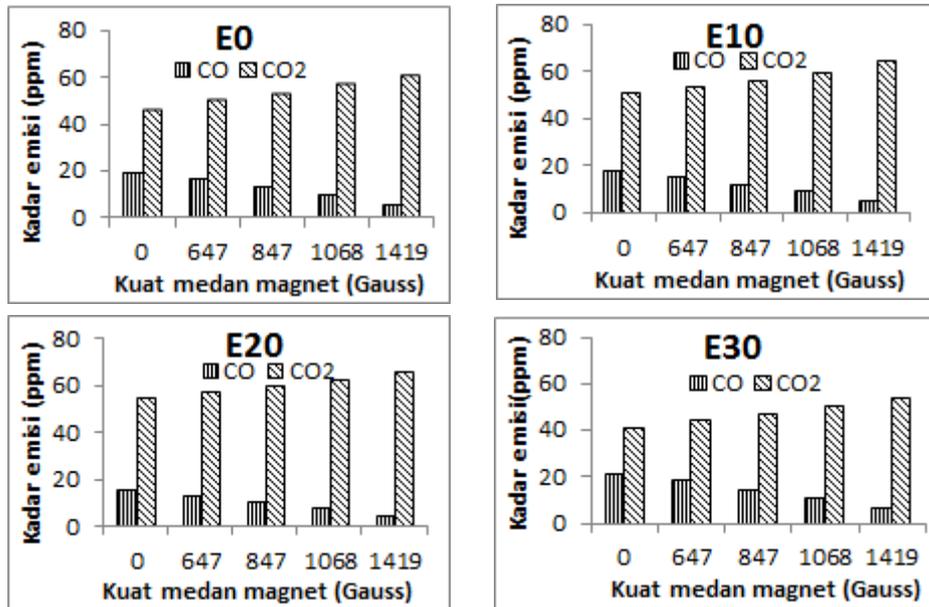
Tabel 3.

Nilai entalpi pembentukan standar molekul ( $\Delta H^\circ f$ )	
Molekul	Entalpi Pembentukan Standar ( $\Delta H^\circ f$ ) (kJ/mol)
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	-249.73
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	-277.7
O <sub>2</sub>	0
N <sub>2</sub>	0
CO <sub>2</sub>	-393.52
CO	-110.53
H <sub>2</sub> O	-285.82

Selanjutnya hasilnya dibandingkan antara energi pembakaran hasil perhitungan teori, pengukuran di laboratorium termodinamika BPPT, dan energi untuk menghasilkan medan elektromagnet. Apakah penggunaan elektromagnet pada mesin bensin mengakibatkan energi yang dihasilkannya menjadi tekor?

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan besarnya energi pembakaran dibutuhkan data pengujian emisi gas buang dan persamaan stokiometri reaksi pembakaran sempurna. Adapun hasil uji emisi gas buang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan antara karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pdan kuat medan magnet pada berbagai komposisi bahan bakar

Gambar 3 yaitu grafik hubungan antara kadar CO<sub>2</sub> dan CO untuk semua komposisi bahan bakar baik yang dimagnetisasi maupun yang tidak. Tampak bahwa semua bahan bakar uji (E0, E10, E20 dan E30) yang dimagnetisasi kadar CO<sub>2</sub> meningkat sedang CO menurun. Makin besar medan elektromagnet yang diberikan pada bahan bakar maka makin tinggi kenaikan kadar CO<sub>2</sub> yaitu berkisar 20%-35%) dan makin turun kadar CO (71%). hal ini disebabkan medan elektromagnet mampu 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 mendekati sempurna.

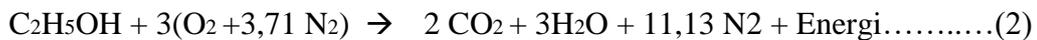
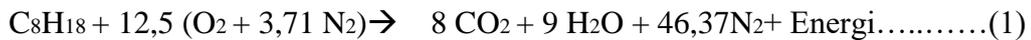
Gambar 3. Menginformasikan bahwa kadar bioetanol yang meningkat memberi kontribusi terhadap penurunan CO dan peningkatan CO<sub>2</sub>, hal ini disebabkan karena bioetanol mempunyai unsur oksigen sedangkan premium tidak sehingga kandungan bioetanol dapat membantu proses pembakaran menjadi lebih mendekati sempurna. Untuk bahan bakar E30 nilai CO meningkat dan CO<sub>2</sub> turun dibandingkan dengan E10 dan E20. Ini disebabkan penggunaan campuran bioetanol dalam bensin > 25%

menimbulkan temperatur pembakaran sendiri/flash point tinggi sehingga pembakaran yang homogen akan sulit tercapai pada tekanan kompresi di ruang bakar, sehingga kinerja mesin turun. Untuk konsentrasi bioetanol yang lebih besar harus menggunakan mesin yang sudah dimodifikasi atau mesin yang khusus untuk pemakaian bioetanol. Walaupun demikian kadar CO yang dihasilkan masih di bawah batas ambang yaitu 22 ppm (Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2017)

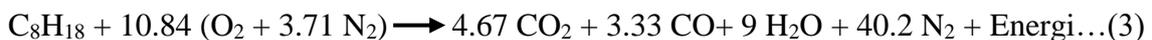
Tabel 4. Perbandingan emisi gas buang CO/CO<sub>2</sub> (%)

Bahan Bakar	0 Gauss	647 Gauss	847 Gauss	1068 Gauss	1419 Gauss
E0	41.60	33.08	25.15	17.12	9.11
E10	33.66	27.96	21.44	14.69	7.75
E20	28.32	23.52	17.96	12.57	6.81
E30	52.00	41.34	31.44	21.40	11.39

Tabel 5 memperlihatkan persentase CO dan CO<sub>2</sub> tampak bahwa medan elektromagnet dapat memperkecil perbandingan tersebut. Persamaan reaksi pembakaran sempurna:



Berdasarkan Tabel 4 dan persamaan stokiometri untuk pembakaran sempurna persamaan (1) dan (2) dapat ditentukan persamaan stokiometri untuk pembakaran tak sempurna. Misalnya untuk bahan bakar E0 (100% bensin) tanpa magnetisasi diperoleh perbandingan kadar CO dan CO<sub>2</sub> = 41.6%, data tersebut menjadi dasar untuk penyetaraan reaksi stokiometri pembakaran tak sempurna. Koefisien CO<sub>2</sub> yang pada pembakaran sempurna persamaan (1) adalah 8, berubah menjadi 4.67 karena pada pembakaran tak sempurna menghasilkan 41.6% CO, maka persamaan reaksi pembakaran tak sempurna E0 tanpa magnetisasi adalah sebagai berikut :



Berdasarkan persamaan 3 dapat dihitung Energi pembakaran menggunakan persamaan (4) hasilnya terlihat pada Tabel 5 :

$$\Delta H^\circ \text{ reaksi pembakaran} = \sum \Delta H^\circ f \text{ Produk} - \sum \Delta H^\circ f \text{ Reaktan}.....(4)$$

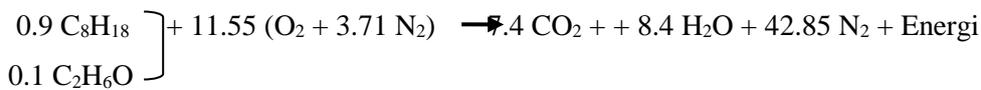
Tabel 5 Perhitungan energi pembakaran E0 tanpa magnetisasi

Molekul	Entalpi dasar (kJ/mol)	Entalpi reaktan (kJ/mol)	Entalpi produk (kJ/mol)
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	-249.73	-249.73	
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	-277.70		

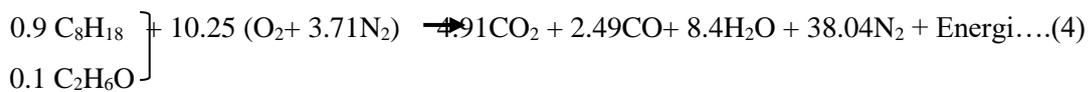
Molekul	Entalpi dasar (kJ/mol)	Entalpi reaktan (kJ/mol)	Entalpi produk (kJ/mol)
O <sub>2</sub>	0	0	
N <sub>2</sub>	0	0	
CO <sub>2</sub>	-393.52		-1838.48
CO	-110.53		-3.67.86
H <sub>2</sub> O	-285.82		-2572.38
N <sub>2</sub>	0		0
Total		-249.73	-4778.72

$$\Delta H^\circ \text{ reaksi pembakaran} = \sum \Delta H^\circ f \text{ Produk} - \sum \Delta H^\circ f \text{ Reaktan} = -4528.99 \text{ kJ}$$

Prosedur penentuan energi pembakaran diatas diulang untuk menghitung energi pembakaran bahan bakar (E10, E20 & E30). Persamaan reaksi untuk E10:



Data perbandingan CO/CO<sub>2</sub> = 33.66% (Tabel 5) untuk bahan bakar E10 tanpa magnetisasi, sehingga koefisien CO<sub>2</sub> yang pada pembakaran sempurna E10 adalah 7.4, berubah menjadi 4.91 karena pada pembakaran tak sempurna menghasilkan 33.7% CO, maka persamaan reaksi pembakaran tak sempurna E10 tanpa magnetisasi adalah sebagai berikut :



Tabel 6. Energi pembakaran

Bahan Bakar	Elektromagnet (Gauss)	Energi pembakaran Teori (kJ)	Energi Pembakaran Lab BPPT (kJ)	Kelebihan energi (kJ)	Energi elektromagnet (kJ)
E0	0	-4528.99	-5639.98	0	0
	647	-4722.03	-5646.19	-193.04	19.64
	847	-4901.42	-5650.97	-372.43	20.53
	1068	-5083.18	-5657.65	-554.19	21.13
	1419	-5264.47	-5656.22	-735.48	23.35
E10	0	-4355.54	-5124.48	0	0
	647	-4474.91	-5148.17	-119.37	19.64
	847	-4611.49	5152.76	-255.95	20.53
	1068	-4752.74	-5158.14	-397.20	21.13
	1419	-4898.23	-5166.67	-542.69	23.35
E20	0	-4105.10	-4591.33	0	0
	647	-4197.41	-4608.57	-92.31	19.64
	847	-4304.42	-4612.35	-199.32	20.53
	1068	-4408.12	-4618.66	-303.02	21.13
	1419	-4518.95	-4621.60	-413.85	23.35
E30	0	-3327.22	-3875.14	0	0
	647	-3514.22	-3878.27	-187.00	19.64
	847	-3688.01	-3880.63	-360.79	20.53
	1068	-3864.08	-3887.29	-536.86	21.13
	1419	-4039.72	-3893.95	-712.50	23.35

Tabel 6 Energi menyajikan energi pembakaran yang diukur secara teori maupun di laboratorium menunjukkan hasil yang hampir sama yaitu bahwa seluruh bahan bakar bila dilalui medan elektromagnet menyebabkan energi pembakarannya meningkat. Makin besar medan elektromagnet yang diberikan makin besar pula energi pembakarannya atau kualitas pembakaran makin baik. Hal ini disebabkan medan elektromagnet mampu menggetarkan (meresonansi) ion hidrokarbon dalam bahan bakar. sehingga makin mudah bahan bakar untuk mengikat oksigen selama proses pembakaran yang pada akhirnya akan terbentuk pembakaran yang mendekati sempurna. Selanjutnya kelebihan energi yang dihasilkan dari proses magnetisasi bahan bakar lebih besar dibanding dengan energi untuk menghasilkan medan elektromagnet selama 20 menit. Tanda minus menunjukkan reaksi eksoterm.

## KESIMPULAN

Penggunaan medan elektromagnet pada bahan bakar dapat meningkatkan kualitas pembakaran, hal ini terbukti dengan meningkatnya kadar CO<sub>2</sub> hingga 35% dan menurunkan kadar CO hingga 71%. Selain itu penggunaan medan electromagnet dapat meningkatkan energi pembakaran berkisar 13-21%. Makin besar medan elektromagnet yang diberikan, maka energi pembakaran makin besar. Energi untuk menghasilkan medan elektromagnet jauh lebih kecil dibandingkan dengan energi hasil pembakaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agathou, M. S., & Kyritsis, D. C. (2012). Electrostatic atomization of hydrocarbon fuels and bio-alcohols for engine applications. *Energy Conversion and Management*, 60, 10–17. <http://doi.org/10.1016/j.enconman.2012.01.019>
- 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 and General Science*, 3(1), 1174–1178.
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia. Nomor P.20/MENLHK/Setjen/Kum.1/3/2017 Tentang Baku Mutu Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor (2017).
- Kolhe, A. V, Shelke, R. E., & Khandare, S. S. (2014). Performance , Emission and Combustion Characteristics of a Variable Compression Ratio Diesel Engine Fueled with Karanj Biodiesel and Its Blends. *Jordan Journal of Mechanical and INdustrial Engineering*, 8(4), 806–813.
- Nufus, T. H., Praeko, R., Setiawan, A., & Hermawan, W. (2017). Characterization of biodiesel fuel and its blend after electromagnetic exposure. *Cogent Engineering*, 75, 1–12. <http://doi.org/10.1080/23311916.2017.1362839>

Syarifuddin, A., Tony, M. S. K., & Utomo, S. (2016). Performa Dan Emisi Gas Buang Mesin Bensin Dengan Sistem Egr Panas Pada Campuran Bahan Bakar Premium Dan High Purity Methanol. *Jurnal Mekanikal*, 7(1), 652–661.

Yamaha, (2020). Spesifikasi sepeda motor 4 langkah. Retrieved from <https://www.yamaha-motor.co.id/product/mio-m3-125/>