

PERFORMA DAN EMISI MESIN EMPAT LANGKAH BERBAHAN BAKAR CAMPURAN *BIOETHANOL* DAN PERTALITE DENGAN VARIASI *TIMING IGNITION*

Ayuk Rima Dhani¹, Farid Majedi²

^{1,2}Politeknik Negeri Madiun
Email: ¹ayukrima14@gmail.com, ²farid@pnm.ac.id

Abstrak

Jumlah kendaraan bermotor yang meningkat menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar dan pencemaran udara. Solusinya dengan memakai campuran *bioethanol* pada bahan bakar pertalite. Penambahan *bioethanol* dapat meningkatkan angka oktan sehingga membutuhkan beberapa perubahan pada mesin. Salah satunya dengan memajukan *timing ignition*. Metode yang digunakan adalah dengan memajukan *timing ignition* sebesar 21° BTDC, dan 30° BTDC dari kondisi standar yaitu 12° BTDC. Pengujian dilakukan dengan *dyno test* untuk mengetahui daya dan torsi. Pengujian emisi gas buang menggunakan alat *gas analyzer*. Berdasarkan hasil pengujian, penambahan *bioethanol* dapat meningkatkan daya, torsi, serta dapat menurunkan emisi gas buang. Daya tertinggi dicapai oleh variasi *timing ignition* 30° BTDC dengan E10 yaitu sebesar 6,7 Hp pada putaran mesin 6750 rpm. Torsi tertinggi dicapai oleh variasi *timing ignition* 30° BTDC dengan E10 sebesar 9 Nm pada putaran mesin 4000 rpm. Emisi gas buang, konsentrasi CO rata-rata terbaik dicapai oleh variasi *timing ignition* 21° BTDC dengan E10 sebesar 0,2%. Konsentrasi HC terendah pada variasi *timing ignition* 30° BTDC dengan E10 sebesar 74 ppm. Nilai rata-rata konsentrasi CO₂ tertinggi pada *timing ignition* 30° BTDC dengan E10 sebesar 13,6%. Konsentrasi O₂ terendah pada variasi *timing ignition* 30° BTDC dengan E10 sebesar 3% pada putaran mesin 7000 rpm.

Kata Kunci: *timing ignition, daya, torsi, emisi gas buang*

Abstract

The increasing number of motorized vehicles has led to increased fuel consumption and air pollution. The solution is to use a bioethanol mixture on pertalite fuel. The addition of bioethanol can increase octane numbers so that it requires some changes to the engine. One of them is by advancing timing ignition. The method used is to advance the timing ignition at 21 ° BTDC, and 30 ° BTDC from the standard condition of 12 ° BTDC. Testing is done with dyno test to determine power and torque. Exhaust gas testing uses a gas analyzer. Based on the results of testing, the addition of bioethanol can increase power, torque, and can reduce exhaust emissions. The highest power is achieved by variations of the timing ignition 30 ° BTDC with E10 which is 6.7 hp at 6750 rpm. The highest torque is achieved by variations of the timing ignition 30 ° BTDC with E10 of 9 Nm at 4000 rpm engine speed. Exhaust gas emissions, the best average CO concentration is achieved by variations of the timing ignition 21 ° BTDC with E10 by 0,2%. The lowest HC concentration in the variation of timing ignition 30 ° BTDC with E10 is 74 ppm. The highest average CO₂ concentration at the timing ignition 30 ° BTDC with E10 is 13.6%. The lowest O₂ concentration in timing variations ignition 30 ° BTDC with E10 at 3% at 7000 rpm engine speed.

Keywords: *ignition time, power, torque, exhaust emissions*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomotif semakin tahun semakin mengalami peningkatan. Perkembangan teknologi tersebut membawa dampak terjadinya peningkatan jumlah polusi udara dan peningkatan kebutuhan bahan bakar (Gurnito dkk, 2016) Bahan bakar pertalite yang berasal dari minyak bumi adalah bahan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, sehingga dengan kebutuhan bahan bakar yang meningkat mengakibatkan terjadinya krisis energi bahan bakar (Farid dkk, 2017). Untuk mengurangi penggunaan bahan bakar pertalite adalah dengan cara mengurangi pemakaian pertalite dengan cara mencampur dengan *bio-ethanol*. Keuntungan dari pencampuran ini adalah bahwa ethanol cenderung akan menaikkan bilangan oktan dan mengurangi emisi CO₂ [Sri Utami, 2007]. Torsi mesin yang dihasilkan dengan bahan bakar bio-ethanol lebih kecil daripada bahan bakar pertalite. Hal ini disebabkan Nilai *Lower Heating Value (LHV)* etanol lebih rendah jika dibandingkan dengan bensin (Farid dkk, 2018).

Dengan variasi *Ignition Timing Mapping* (10°, 13°,16°, 19°, dan 21°BTDC) menghasilkan kenaikan rata - rata torsi, daya, dan bmep sebesar 6.393% relatif terhadap pengapian standar, efisiensi termal mengalami kenaikan sebesar 5.409%, sfc mengalami penurunan rata-rata sebesar 1.97%, serta emisi CO dan HC mengalami penurunan, masing masing sebesar 5.405% dan 7.443% (Gurnito dkk, 2016),

Atok, 2007 dalam penelitian tentang *Ignition mapping* dan rasio kompresi bahan bakar campuran E85, didapat kesimpulan *Ignition timing* terbaik dicapai pada 30 BTDC sedangkan *compression ratio* tercapai pada kondisi maksimum, yaitu 10,2:1

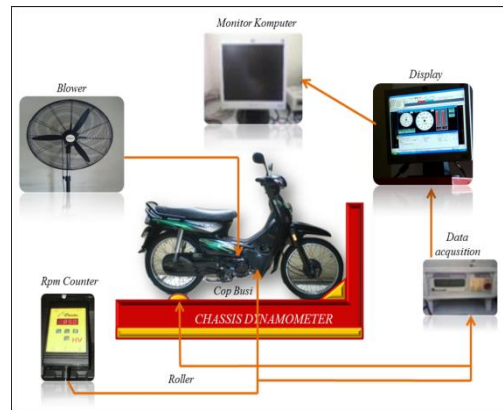
Dengan E0, E10, E20, E40 dan E60, *ignition timing* dan *compression ratio* dapat meningkatkan torsi pada semua penambahan etanol terjadi pada *compression ratio* 10:1, penurunan CO terbesar (32%) terjadi ada E40 dan *compression ratio* 9:1 sedangkan penurunan HC terbesar (31%) terjadi pada E60 dan *compression ratio* 10:1 (Topgul dkk, 2006).

Dari beberapa penelitian sebelumnya maka peneliti tertarik untuk meneliti pengaruh variasi *ignition timing* terhadap performa dan emisi gas buang motor yang biasa dipakai masyarakat sehingga masyarakat dapat mengurangi pemakaian bahan bakar pertalite. Dalam penelitian ini menggunakan variasi *timing ignition* standar (12° BTDC), *timing ignition* 21° BTDC, dan *timing ignition* 30° BTDC. Tujuan penelitian ini adalah

mengetahui pengaruh variasi *ignition timing* terhadap performa dan emisi gas buang motor. Hasil yang diharapkan adalah terjadi peningkatan performa dan penurunan emisi gas buang.

II. METODE

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen (*experimental research*) yang menyelidiki kemungkinan pengaruh variabel Independen (variasi *timing ignition*) terhadap variasi dependen (Torsi, daya dan emisi gas buang) dalam kelompok eksperimental.



Gambar 1. Rancangan instrumen pengujian daya dan torsi

Penelitian ini dilakukan dengan meelakukan variasi *timing ignition* standar (12° BTDC), *timing ignition* 21° BTDC, dan *timing ignition* 30° BTDC. Penelitian dilakukan dengan menguji langsung daya dan torsi dengan menggunakan *chasis Dynamometer* dengan variasi *timing ignition* (Gambar 1). Dengan variasi *timing ignition* yang sama diuji untuk emisi gas buang dengan *gas analyzer* (Gambar 2).



Gambar 2. Rancangan instrumen pengujian analisa gas buang

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian

Dengan variasi *timing ignition* standar (12° BTDC), *timing ignition* 21° BTDC, dan *timing ignition* 30° BTDC di set, maka dilakukan pengujian dengan *dynamometer* untuk mengetahui daya dan torsi. Juga dilakukan pengujian emisi gas buang dengan *gas analyzer*. Dari pengujian tersebut memperoleh data-data sebagai berikut:

Tabel I. Hasil Pengujian Daya

RPM Daya	STD Pertalite (Hp)	STD E10 (Hp)	21° BTDC E10 (Hp)	30° BTDC E10 (Hp)
4000	4,3	4,6	5,3	5,3
4250	4,1	4,1	5,2	5,3
4500	4,1	4	5,2	5,3
4750	4,4	4	5,5	5,6
5000	4,4	3,8	5,4	5,8
5250	4,5	3,7	5,8	5,8
5500	4,8	4	5,6	5,3
5750	4,8	4	6	5,7
6000	4,7	3,7	5,7	6
6250	4,7	3,7	6,2	6,3
6500	4,6	3,8	6,4	6,5
6750	4,5	3,7	6,5	6,7
7000	4,2	3,3	5,6	6,6
7250	4,3	2,1	5,7	6,3
7500	3,9	1,9	5,4	5,8
7750	4	1,5	5,4	5,7
8000	3,8	0,9	5,3	6

Hasil Pengujian Torsi

Tabel II. Hasil Pengujian Torsi

RPM Torsi	STD Pertalite (Nm)	STD E10 (Nm)	21° BTDC E10 (Nm)	30° BTDC E10 (Nm)
4000	7,4	7,7	8,9	9
4250	6,9	7,7	8,7	8,7
4500	6,6	7,3	8,2	8,3
4750	6,6	6,4	8,3	8,2
5000	6,3	6,2	7,4	8,2
5250	6,1	5,7	7,8	7,7
5500	6	5	7	6,8
5750	6,1	5,2	7,2	6,9
6000	5,7	5	6,8	6,9
6250	5,4	4,7	6,9	7
6500	5,2	4,3	7,1	7
6750	4,9	4,2	6,9	6,8
7000	4,5	4,1	5,8	6,6
7250	4,3	3,4	5,8	6

7500	3,8	2,2	5,3	5,7
7750	3,6	2	5	5,4
8000	3,6	1,4	4,5	5,4

Tabel III Hasil Pengujian Emisi Das Buag Karbon Monoksida

RPM (CO)	STD Pertalite (%)	STD E10 (%)	21° BTDC E10 (%)	30° BTDC E10 (%)
4000	0,1	0,2	0,2	4,4
5000	0,1	0,1	0,2	4,9
6000	0,1	0,1	0,2	5,3
7000	0,1	0,1	0,2	4,4
8000	0,1	0,1	0,2	1

Tabel IV Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Hidrokarbon

RPM (HC)	STD Pertalite (ppm)	STD E10 (ppm)	21° BTDC E10 (ppm)	30° BTDC E10 (ppm)
4000	212	268	1248	243
5000	353	227	1264	176
6000	235	154	1287	154
7000	192	140	679	123
8000	185	139	612	74

Tabel V Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Karbondioksida

RPM (CO ₂)	STD Pertalit e (%)	STD E10 (%)	21° BTDC E10 (%)	30° BTDC E10 (%)
4000	11	11	7	13
5000	10	11	16	13
6000	11	12	7	13
7000	12	13	11	14
8000	11	13	8	15

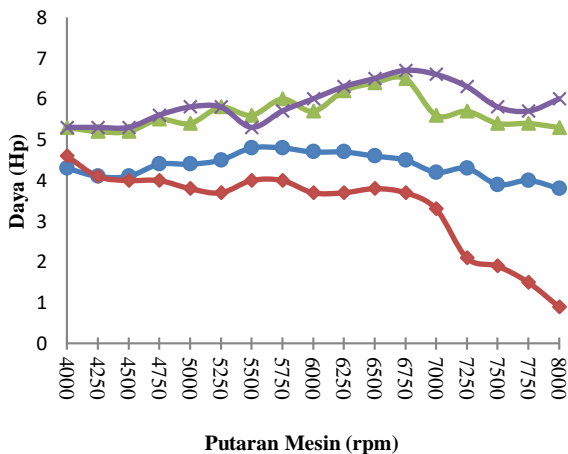
Tabel VI Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Oksigen

RPM (O ₂)	STD Pertalit e (%)	STD E10 (%)	21° BTDC E10 (%)	30° BTDC E10 (%)
4000	9	10	16	5
5000	11	8	16	4
6000	8	8	16	4
7000	7	7	11	3
8000	8	7	7	4

Pembahasan

Analisa Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Daya Dengan Variasi Timing Ignition

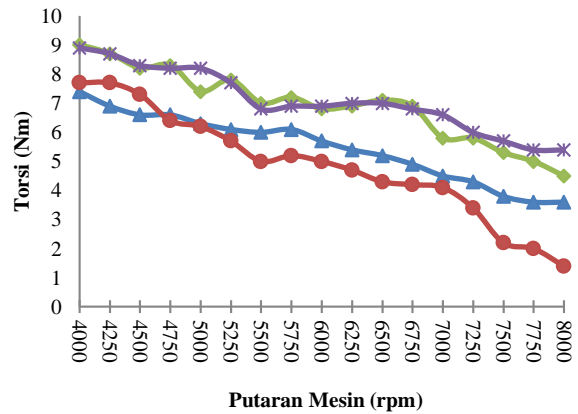
Dari Gambar 3 mengenai grafik hubungan daya terhadap putaran mesin daya tertinggi dicapai pada variasi *timing ignition* 30° BTDC dengan E10 sebesar 6,7 Hp pada putaran mesin 6750 rpm, mengalami kenaikan sebesar 40% dibandingkan dengan *timing ignition* standar berbahan bakar pertalite. Pada *timing ignition* standar dengan bahan bakar pertalite daya tertinggi yang dicapai sebesar 4,8 Hp pada putaran mesin 5500 rpm dan 5750 rpm. Pada variasi *timing ignition* 21° BTDC dengan E10 daya tertinggi yang dihasilkan sebesar 6,5 Hp pada putaran mesin 6750 rpm, mengalami kenaikan sebesar 44% dibandingkan *timing ignition* standar berbahan bakar E10 dan mengalami kenaikan 35% dibanding *timing ignition* standar pertalite. Sedangkan pada *timing ignition* 30° dengan bahan bakar E10 daya tertinggi yang dicapai sebesar 6,7 Hp pada putaran mesin 6750 rpm. Bisatya dkk, 2014 melakukan penelitian tentang performa mesin dengan variasi sudut pengapian, didapat kesimpulan dengan *timing ignition* lebih tinggi maka daya juga tinggi.



Gambar 3. Grafik Hubungan Daya Terhadap Putaran Mesin

- = STD Pertalite (%)
- ◆ = STD E10 (%)
- ▲ = 21° BTDC E10 (%)
- × = 30° BTDC E10 (%)

Analisa Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Torsi Dengan Variasi Timing Ignition

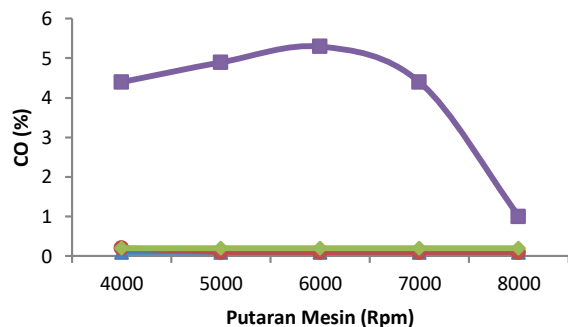


Gambar 4. Grafik hubungan torsi terhadap putaran mesin

- ▲ = STD Pertalite (%)
- = STD E10 (%)
- ◆ = 21° BTDC E10 (%)
- × = 30° BTDC E10 (%)

Pada Gambar 4 dapat terlihat bahwa torsi tertinggi dicapai pada variasi *timing ignition* 30° BTDC dengan E10 sebesar 9 Nm pada putaran mesin 4000 rpm, mengalami kenaikan 22% dari *timing ignition* standar berbahan bakar pertalite, dan mengalami kenaikan 1% dibanding dengan variasi *timing ignition* 21° BTDC dengan E10. Pada variasi *timing ignition* 21° BTDC dengan E10 torsi tertinggi yang dihasilkan sebesar 8,9 Nm, mengalami kenaikan sebesar 20% dibanding dengan *timing ignition* standar pertalite. Pada *timing ignition* standar berbahan bakar pertalite torsi tertinggi yang dicapai sebesar 7,4 Nm, sedangkan *timing ignition* standar dengan bahan bakar E10 sebesar 7,7 Nm mengalami kenaikan 4% dari *timing ignition* standart berbahan bakar pertalite. Dengan E10 mempunyai nilai torsi lebih tinggi dengan bahan bakar pertalite murni

Analisa Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang Dengan Variasi Timing Ignition

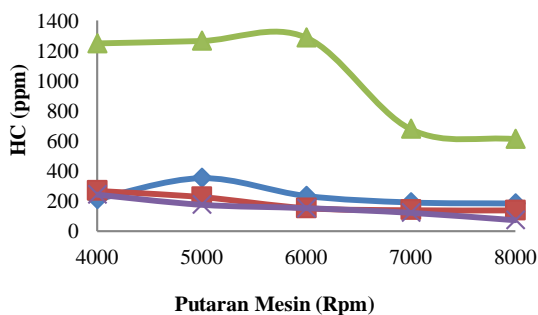


Gambar 5. Grafik Hubungan CO terhadap Putaran Mesin

- = STD Peralite (%)
- = STD E10 (%)
- ◆ = 21° BTDC E10 (%)
- ▲ = 30° BTDC E10 (%)

Pada Gambar 5 grafik hubungan CO terhadap putaran mesin pada masing-masing variasi bahan bakar dan *timing ignition*. Nilai rata-rata yang diperoleh CO hampir stabil yaitu sebesar 0,1% pada putaran 4000 rpm hingga 8000 rpm. Konsentrasi CO yang terlalu rendah atau tinggi disebabkan karena AFR yang tidak sesuai dengan kebutuhan mesin. Berbeda dengan variasi *timing ignition* 30° BTDC dengan E10 nilai rata-rata CO pada masing-masing putaran mesin sebesar 4%. Nababan, dkk, 2013 dalam penelitian tentang performa mesin berbahan bakar bensin dan etanol, didapat kesimpulan kadar karbon monoksida pada 4340 rpm sebesar 0,647%. Jadi yang masuk kriteria adalah dengan *timing ignition* 21° BTDC dengan E10. Ambang batas konsentrasi CO menurut Kementerian Lingkungan Hidup pada mesin 4 langkah tahun kendaraan <2010 adalah sebesar 5% (KLH, 2006).

Pada Gambar 6 diketahui bahwa konsentrasi HC tertinggi dihasilkan oleh *timing ignition* 21° BTDC dengan E10 sebesar 1287 ppm pada putaran mesin 6000 rpm. Sedangkan konsentrasi HC terendah dihasilkan pada variasi *timing ignition* 30° BTDC sebesar 74 ppm pada putaran mesin 8000 rpm atau mengalami penurunan 40% dibanding standar *timing ignition* dengan peralite. Semakin rendah nilai HC maka semakin baik pula emisi gas buang yang dihasilkan. Konsentrasi HC yang terlalu tinggi membuktikan bahwa banyak bahan bakar yang tidak terbakar. Ambang batas konsentrasi HC menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2006), pada mesin 4 langkah tahun kendaraan <2010 adalah sebesar 2400 ppm.

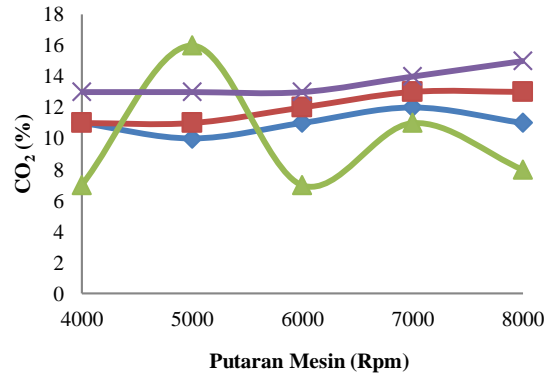


Gambar 6. Grafik hubungan HC terhadap Putaran Mesin

- ◆ = STD Peralite (%)
- = STD E10 (%)

- ▲ = 21° BTDC E10 (%)
- × = 30° BTDC E10 (%)

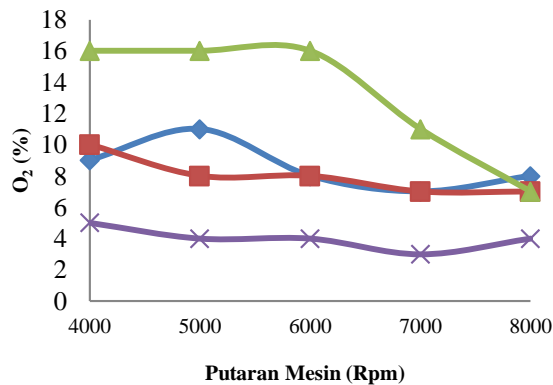
Pada Gambar 7 diketahui bahwa konsentrasi CO₂ terendah pada variasi *timing ignition* 21° BTDC E10 rata-rata sebesar 9,8%. Sedangkan konsentrasi CO₂ tertinggi pada variasi *timing ignition* 30° BTDC E10 rata-rata sebesar 13,6%. Pada *timing ignition* standar peralite konsentrasi CO₂ sebesar 11% dan rata-rata *timing ignition* standar dengan E10 sebesar 12%.



Gambar 7. Grafik hubungan CO₂ terhadap Putaran Mesin

- ◆ = STD Peralite (%)
- = STD E10 (%)
- ▲ = 21° BTDC E10 (%)
- × = 30° BTDC E10 (%)

Berdasarkan gambar 8 diketahui bahwa konsentrasi O₂ terendah dihasilkan oleh variasi *timing ignition* 30° BTDC dengan E10 sebesar 3% pada putaran mesin 7000 rpm. Pada *timing ignition* standar peralite dan E10 diperoleh konsentrasi O₂ yang sama, terendah sebesar 7% pada putaran mesin 7000 rpm. Pada *timing ignition* 21° BTDC dengan E10 konsentrasi O₂ terendah yang dihasilkan sebesar 7% pada putaran mesin 8000 rpm. Dimana nilai konsentrasi O₂ pada emisi gas buang berbanding terbalik dengan CO₂, semakin rendah nilai O₂ maka semakin baik pula emisi gas buang yang dihasilkan. Konsentrasi O₂ yang terlalu tinggi membuktikan bahwa terdapat kegagalan saat pengapian dan menyebabkan *misfire*



Gambar 8 Grafik hubungan O₂ terhadap Putaran Mesin

- ◆— = STD Peralite (%)
- = STD E10 (%)
- ▲— = 21° BTDC E10 (%)
- x— = 30° BTDC E10 (%)

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Dengan bahan bakar E10 dan variasi *timing ignition* 30° mampu menaikkan daya, torsi dibandingkan dengan kondisi standar.

Dengan bahan bakar E10 dan variasi *timing ignition* 21° mempunyai kadar CO terendah dengan kondisi standar

V. DAFTAR PUSTAKA

- Gurnito, A., Sudarmanta, B., 2016, "Pengaruh *Ignition Timing Mapping* Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Engine SINJAI 650 CC Berbahan Bakar Peralite RON 90". Jurnal Teknik ITS. 5 (1), B30-35.
- Majedi, F., & Puspitasari, I., 2017, "Optimasi Daya Dan Torsi Pada Motor 4 Tak Dengan Modifikasi Crankshaft Dan Porting Pada Cylinder Head". Jurnal Teknologi Terpadu. 5(1), 82-9.
- Majedi, F., Susanto, F., Sandy, B.P., Wiratmoko, B., 2018, "Efek Perubahan Kapasitas Mesin dan Penggunaan 2 Busi pada Motor 4 Langkah terhadap BSFC dan Emisi Gas Buang". Jurnal Teknologi Terpadu, Vol. 6, No. 2, pp. 115-120.
- Utami, S. H., 2007, "Pemanfaatan Bioethanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin". *Gema Teknologi*, Vol. 15, No. 2, pp. 99-102
- Setiyawan, A., 2007, "Pengaruh Ignition Timing Dan Compression Ratio Terhadap Unjuk Kerja Dan Emisi Gas Buang Motor Bensin Berbahan Bakar Campuran Ethanol 85% Dan

Premium15%, ". Seminar Nasional Teknologi, pp. B1 – 9.

Topgul, T., Huseyin, S. Y., 2006, "The effects of ethanol-unleaded gasoline blends and ignition timing on engine performance and exhaust emissions". *Journal of Renewable Energy* (31), 2534-42, Elsevier.

Irsan B. P., Sutjahjono, H. Zainul M. A., 2014, "Pengaruh Sudut Pengapian Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 4 Langkah Berbahan Bakar E-10". Hasil Penelitian Mahasiswa ITS.

Nababan, H. M., Ambarita, H., Sitorus, T. B., 2013, "Studi Kinerja Mesin Otto Menggunakan Bahan Bakar Bensin Dan Etanol 96%". *Jurnal e-Dinamis*, Vol. 4, No.4, pp. 251-264

Kementerian Lingkungan Hidup. 2006. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama. http://langitbiru.menlh.go.id/upload/publikasi/pdf/kepmen_052006.pdf?PHPSESSID=10977278c6012bf9a60a5ff279e44d3a. Diakses pada tanggal 7 Januari 2017.