

OPTIMALISASI *IGNITION TIMING* PADA PENGGUNAAN E-100 DAN PISTON MODIFIKASI GM.1-54/50/13

Gunawan¹⁾, Agus Wibowo²⁾, M. Agus Shidiq³⁾

¹⁾ Mahasiswa Teknik Mesin S1 Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal

^{2,3)} Pengajar Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal

Desa Krasak Rt.09 Rw.03, Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah
Telp : 087730841652, E-mail: gunawanbinmustohid@gmail.com

ABSTRAK

Beberapa tahun yang akan datang dunia akan mengalami krisis bahan bakar minyak, dan salah satu alternatif bahan bakar yang dapat digunakan adalah alkohol *fuel grade*/etanol (Billah, 2009 : 24). Alkohol memiliki keunggulan bila dibandingkan dengan bensin karena angka oktan Alkohol sebesar 108 dan dapat bekerja pada rasio kompresi yang lebih tinggi (Muku & Sukadana, 2009 : 26). Pada umumnya penggunaan bahan bakar alkohol masih membutuhkan campuran bensin. Pada penelitian kali ini digunakan bahan bakar alkohol tanpa campuran bensin, bahan bakar ini disebut E – 100 (100 % alkohol). Karena E-100 (etanol/alkohol) memiliki nilai oktan yang lebih tinggi dari bensin, maka perbandingan kompresi dan *ignition timing* mesin empat langkah harus disesuaikan (karena pada umumnya mesin sepeda motor empat langkah dirancang menggunakan bensin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan kompresi dan *ignition timing* terhadap torsi, daya dan *Specific Fuel Consumption (Sfc)* Honda Vario 110 cc pada saat menggunakan E-100. Variabel bebas pada penelitian ini adalah *ignition timing*, dan variabel terikatnya adalah torsi, daya dan *Specific Fuel Consumption (Sfc)*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dimana terdapat perlakuan berupa : modifikasi pada tonjolan sensor pengapian (*Pick Up - Pulser/Triger*) sehingga *ignition timing* dapat divariasikan. Terdapat 8 (delapan) sampel ujicoba yaitu : sampel – 1 (bahan bakar Pertamina 92, kompresi 10 : 1 dan *ignition timing* 15° BTDC), sedangkan pada saat menggunakan E – 100 perbandingan kompresi disetel 13 : 1 dan *timing* pengapian disetel 10° BTDC (sampel – 2), 15° BTDC (sampel – 3), 20° BTDC (sampel – 4), 25° BTDC (sampel – 5), 30° BTDC (sampel – 6), 35° BTDC (sampel – 7) dan 40° BTDC (sampel – 8). Perbandingan kompresi 13 : 1 dicapai dengan modifikasi pada kepala piston sehingga volume kepala piston menjadi 3,5 cm³ (piston GM.1-54/50/13), dengan menggunakan piston ini tekanan silinder dapat mencapai 170 psi (11.95 kg/cm²). Berdasarkan pengujian dan perhitungan, daya optimal diperoleh dengan *ignition timing* disetel 37,65° BTDC, sedangkan *Sfc* optimal diperoleh dengan *ignition timing* disetel 25,5° BTDC.

Kata kunci : etanol, kompresi, piston, *ignition timing*, torsi, daya.

PENDAHULUAN

Flash Point Etanol berada pada 55°F sedangkan *Flash Point* bensin berada pada – 45°F (Wiratmaja, 2010 :147–49). Maka, pada saat akan menggunakan etanol mesin empat langkah yang semula menggunakan bahan bakar bensin harus disertai dengan perubahan / penyesuaian *Ignition Timing*. Pada penelitian ini, penyesuaian pengapian

dilakukan dengan modifikasi pada *Pick – Up Pulser/Triger* (supaya bisa digeser untuk penyetelan *Ignition Timing*).

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Pada posisi *Ignition Timing* berapa yang memberikan daya optimal ketika Honda Vario menggunakan bahan bakar E – 100 ?

2. Pada posisi *Ignition Timing* berapa yang memberikan *Spesific Fuel Consumption* optimal ketika Honda Vario menggunakan bahan bakar E – 100 ?

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mendapatkan posisi *Ignition Timing* yang memberikan daya optimal ketika Honda Vario menggunakan bahan bakar E – 100.
2. Mendapatkan posisi *Ignition Timing* yang memberikan *Spesific Fuel Consumption* optimal ketika Honda Vario menggunakan bahan bakar E – 100.

LANDASAN TEORI

Etanol

Etanol dari pati sebagian besar digunakan dalam minuman. Reaksinya adalah :



glukosa etanol

(Keenan, 1980 : 379 – 384).

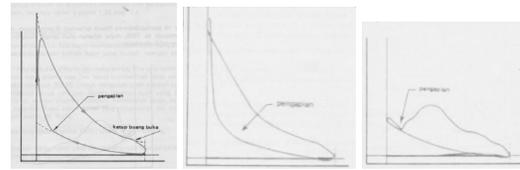
E-100

Gasohol merupakan bahan bakar hasil pencampuran bensin dengan alcohol, apabila kandungan alcohol sebanyak 10 persen, maka bisa disebut gasohol E-100 (Piarah dkk, 2011 : 140).

Namun, di Brazil bahan bakar alkohol sudah dapat digunakan tanpa menggunakan campuran bensin (E – 100). Pada tahun 2003, pabrik mobil di Brazil telah memproduksi kendaraan yang dapat beroperasi menggunakan bahan bakar E – 20, E – 25 sampai dengan E – 100 (Anonim, 2015). E – 100 dapat diperoleh secara luas pada stasiun pengisian bahan bakar umum di Brazil (Anonim, 2015).

Pembakaran

Penghentian pembakaran gas sebaiknya terjadi pada TMA atau sedikit sesudahnya. Pada gambar 1. diperlihatkan sebuah bentuk diagram bila pengapiannya disetel tepat, terlalu dini dan terlalu lambat.



(a) (b) (c)

Gambar 1. Diagram indikator bila pengapian tepat (a) terlalu dini (b) terlalu lambat (c)

(Sumber : Arends & Berenschot, 1980 : 11)

Torsi

Torsi atau momen puntir adalah kemampuan motor untuk menghasilkan kerja. Besarnya torsi (T) dapat ditentukan dari persamaan :

$$T = 2\pi fR = w.L \dots \dots (1)$$

$$\text{dan } \rightarrow w = m.g \dots \dots (2)$$

Dimana :

m = massa beban *dynamometer* (kg).

T = Torsi (Nm). W = Gaya berat (N).

R = jari – jari (m). G = gravitasi (m/s²).

Daya

BHP biasanya diukur dengan peralatan pengukur daya yang ditempatkan pada *driveshaft* mesin.

$$BHP = \frac{2\pi nT}{60} \text{ (watt)} \dots \dots (3)$$

Dimana:

n = Putaran per menit *driveshaft* (putaran/menit)

f = Gaya gesek (N)

R = Momen Arm (m/put)

(Wiratmaja, 2010 : 20 – 21)

Sistem Pengapian CDI

CDI mengandalkan *pulser (pick-up coil)* untuk memberikan sinyal berdasarkan putaran magnet, yang kemudian memerintahkan busi menembak (Machmud, 2013 : 59 – 60).

METODOLOGI PENELITIAN

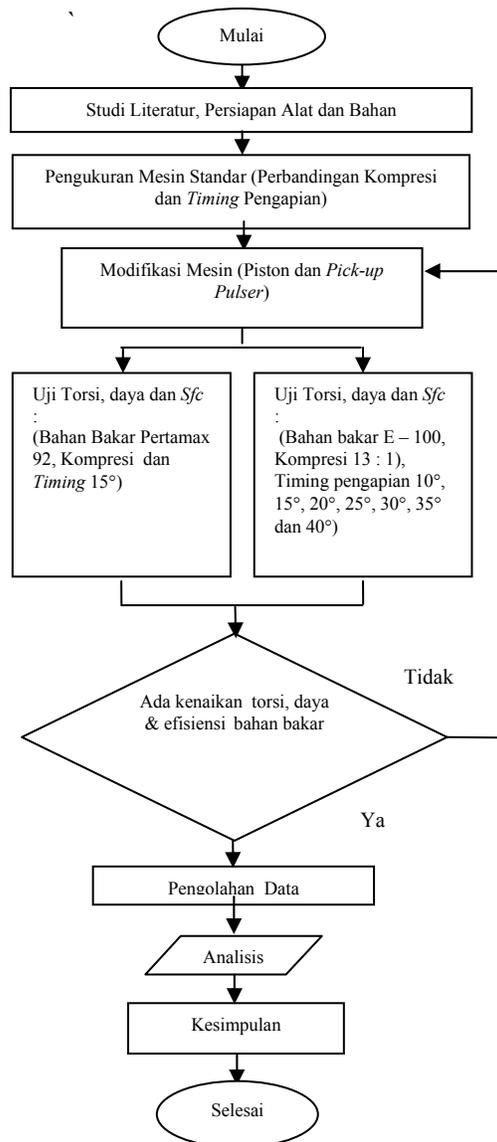
Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen.

Variabel Penelitian

Variabel bebas pada penelitian ini adalah *timing* pengapian. Variabel terikat pada penelitian ini adalah torsi, daya dan *Sfc*.

Flow Chart Penelitian



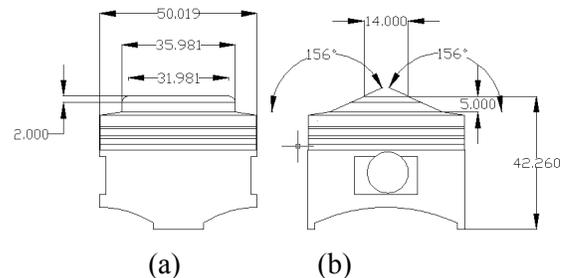
Gambar 2. Flowchart Penelitian

HASIL PENELITIAN

Modifikasi Piston

Tekanan silinder pada kondisi standar (kompresi 10 : 1) adalah 145 *Psi* (10.19 kg/cm^2), setelah modifikasi (kompresi 13 : 1) adalah 170 *Psi* (11.95

kg/cm^2). Piston GM.1-54/50/13 memiliki bentuk kepala piston yang lebih menonjol 5 mm bila dibandingkan dengan ukuran standar.



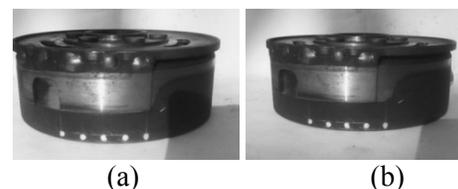
Gambar 3. Ilustrasi piston modifikasi GM.1-54/50/13 tampak (a) depan (b) samping



Gambar 4. (a) Bentuk nyata piston GM.1-54/50/13. (b) Pick Up Pulser modifikasi

Modifikasi Rotor Magnet

Terdapat 3 alur pada *Pick Up Pulser/Trigger* hasil modifikasi yang berfungsi untuk lubang baut pengencang (gambar 4.b).



Gambar 5. *Pick Up Pulser* pada posisi *Timing* pengapian (a) Standar (b) maju 5°

Rata – rata nilai torsi

Tabel 1. Rata – rata nilai hasil uji torsi

Torsi (N.m.m)							
S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8
12.90	9.44	10.10	9.81	11.36	10.95	7.73	8.30

Dengan kata lain *Ignition Timing* sebesar 25° dapat meningkatkan rata – rata torsi sebesar 1.26 N.m.m (12.47 %).

Rata – rata nilai daya

Tabel 2. Rata – rata nilai hasil uji daya

Daya (hp)							
S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8
6.1	4.6	5.0	4.9	5.3	5.2	4.3	4.4
8	3	1	0	9	2	9	7

Dengan kata lain *Ignition Timing* sebesar 25° dapat meningkatkan daya sebesar 0,37 hp (7.43 %).

Specific Fuel Consumption (Sfc)

Sfc diukur bersamaan dengan pada saat pengujian torsi dan daya, pada 4000 rpm, kemudian dilakukan pencatatan waktu yang dibutuhkan (*t_f*) untuk menghabiskan bahan bakar E – 100 sebanyak 50 ml atau 0,05 liter (*v_f*). *Sfc* dihitung dengan rumus :

$$Sfc = \frac{M_f \cdot 10^3}{P_B} \dots \dots (4)$$

dimana:

P_B = Daya Keluaran (kilo Watt)

Sfc = Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (gr/kW.h).

M_f = Laju Aliran Massa Bahan Bakar (kg/jam)

Untuk mengetahui *Sfc* maka harus dilakukan perhitungan laju aliran massa bahan bakar (*M_f*). *M_f* dihitung dengan rumus :

$$M_f = \frac{Sg_f \cdot v_f \cdot 10^{-3}}{t_f} \times 3600 \dots \dots (5)$$

dimana:

Sg_f = Specific Gravity (0,79 kg/liter)

v_f = Volume bahan bakar yang diuji (liter)

t_f = Waktu untuk menghabiskan bahan bakar sebanyak volume uji (detik).

Tabel 3. Nilai hasil uji waktu untuk menghabiskan bahan bakar (*t_f*) dari sampel – 1 sampai dengan sampel – 8

Sa m pe l	1	2 s.d 8						
	<i>Ig-Timing</i>	15°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
Waktu (<i>t_f</i>)	36 5, 89	19 0, 36	19 6, 60	21 2, 50	27 2, 33	32 9, 19	38 1, 16	32 5, 10

Selain laju aliran massa bahan bakar, untuk mengetahui *Sfc* maka harus dilakukan perhitungan daya keluaran (*P_B*). *P_B* dihitung dengan rumus :

$$P_B = \frac{3.14}{60} n T \dots \dots (6)$$

dimana:

n = 3,14

n = Putaran mesin (rpm)

$\frac{3.14}{60}$ = Faktor konversi daya dari detik ke jam

T = Torsi (N,m)

Berdasarkan pengujian, diperoleh data :

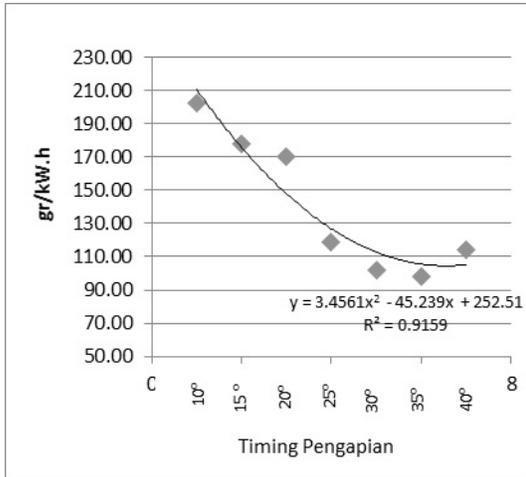
Tabel 4. Nilai hasil uji rata – rata Torsi (*T*) dan rata – rata daya (*P_B*) pada 4000 rpm dari

Sampel	1	1 s.d 8						
<i>Ig-Timing</i>	15°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
torsi (N.m)	13.16	8.80	9.72	9.37	10.47	10.09	9.08	9.14
daya (kW)	5.51	3.68	4.07	3.92	4.38	4.22	3.80	3.83

sampel – 1 sampai dengan sampel – 8

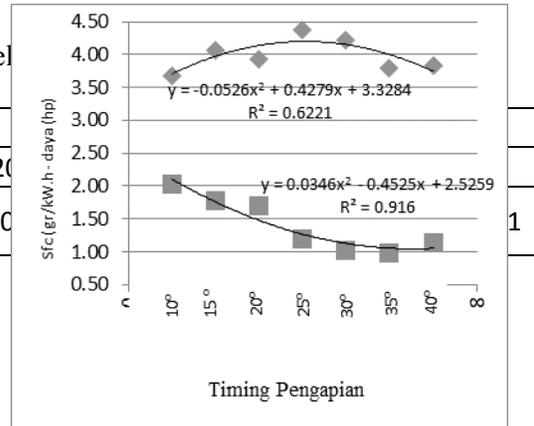
Tabel 5. Nilai hasil uji *Sfc* dari sampel

Sampel	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Ig-Timing</i>	15°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
<i>Sfc</i> (gr/kW.h)	70.54	202.76	177.74	170.00	110.00	100.00	105.00	115.00



Gambar 6. Grafik hubungan antara *Sfc* dengan *Ignition Timing* pada 4000 rpm pada saat menggunakan bahan bakar E – 100

Pada gambar. 7 dapat diketahui bahwa *Ignition Timing* yang menghasilkan *Sfc* ataupun daya optimal dapat diketahui dengan menurunkan persamaan yang muncul berdasarkan *Trendline* (nilai y dari *Sfc* dan nilai y dari daya), sehingga dapat diketahui nilai optimal (x) baik itu *Sfc* ataupun daya.



Gambar 7. Grafik hasil uji rata – rata daya vs *Sfc* pada 4000 rpm pada saat menggunakan bahan bakar E – 100

Sebagai contoh, perhitungan untuk mengetahui nilai nilai *Sfc* optimal adalah sebagai berikut :

$$y (Sfc) = 0,0346 x^2 - 0,452 x + 2,5259$$

$$y (Sfc) = 0,0346 \theta^2 - 0,452 \theta + 2,5259$$

$$\frac{dSfc}{d\theta} = 2 \cdot 0,0346 \theta - 0,452$$

Sfc optimal adalah bila $\frac{dSfc}{d\theta} = 0$, maka :

$$2 \cdot 0,0346 \theta - 0,452 = 0$$

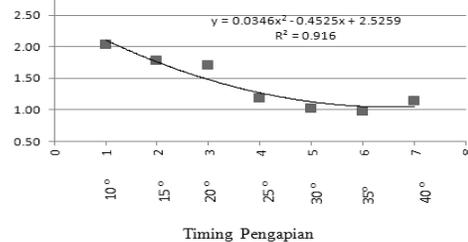
$$2 \cdot 0,0346 \theta = 0,452$$

$$0,0692 \theta = 0,452$$

$$\theta = \frac{0,452}{0,0692}$$

$$\theta = 6,53$$

Pada gambar. 8 dapat dilihat bahwa Nilai 6,53 adalah masih dalam bentuk nilai x, dimana nilai berada diantara 6 (*Ignition Timing* 35°) dan 7 (*Ignition Timing* 40°).



Gambar 8. Hubungan antara nilai x dengan *Ignition Timing*

Dengan menggunakan rumus *Intrapolasi* maka dapat diketahui nilai *Ignition Timing* berdasarkan nilai x = 6,53.

$$y = y_k + \frac{x - x_k}{x_{k+1} - x_k} (y_{k+1} - y_k) \dots \dots$$

(7)

dimana :

X	5	6 (x_k)	7 (x_{k+1})
y	30°	35° (y_k)	40° (y_{k+1})

Maka :

$$y = 35 + \frac{6,65 - 6}{7 - 6} (40 - 35)$$

$$y = 37,65^\circ$$

Jadi dapat diketahui bahwa *Sfc* optimal diperoleh jika *Ignition Timing* disetel 37,65° BTDC. Dengan cara yang sama maka dapat diketahui bahwa daya optimal diperoleh jika *Ignition Timing* disetel 25,5° BTDC.

Pengujian Lapangan

Pada saat pengujian piston yang digunakan adalah piston modifikasi GM.1-54/50/13 dan *ignition timing* disetel 25° BTDC. Pengujian jarak pendek dilakukan dengan cara mengendarai sepeda motor (setiap hari) dengan jarak sekitar 30km, selama satu tahun. Untuk pengujian jarak jauh sepeda motor dikendarai menempuh jarak sejauh 263 km. Karena keterbatasan jumlah bahan bakar E – 100 maka dalam pengujian ini bahan bakar yang digunakan adalah Pertamina 92. Hasil pengujian lapangan menunjukkan dampak positif pada tenaga dan konsumsi bahan bakar. Dan ketahanan mesin tetap terjaga. Dampak negatif yang muncul yaitu suara mesin yang sedikit lebih berisik dari kondisi standar. Hal ini dimungkinkan oleh meningkatnya tekanan pembakaran, konsentrasi bobot piston yang berbeda dari kondisi standar dan celah setelan kebebasan katup yang disetel lebih longgar (mengantisipasi bocornya tekanan kompresi).

KESIMPULAN

Dari pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan :

1. Posisi *Ignition Timing* yang memberikan daya optimal ketika Honda Vario menggunakan bahan bakar E – 100 adalah disetel 37,65° BTDC.

2. Posisi *Ignition Timing* yang memberikan *Specific Fuel Consumption* optimal ketika Honda Vario menggunakan bahan bakar E – 100 adalah disetel 25,5° BTDC.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I,W, B. 2009. Uji Peningkatan Unjuk Kerja Mesin Dengan Menggunakan Sistem Pengapian Pada Kendaraan Bermotor. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin cakra M.* 3 (1): 87.
- Agrariksa, F, A., Bambang, S., Wahyunanto, A, N. 2013. Uji Performa Motor Bakar Bensin (*On Chasis*) Menggunakan Campuran Premium Dan Etanol, *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem.* 1 (3): 203.
- Andrianto, R. 2013. Optimalisasi Daya Pada Motor Mega Pro 156,7 CC dari Perubahan Durasi dan Lift Pada Noken Aa (*Camshaft*). *Jurnal Engineering.* Fakultas Teknik. Universitas Pancasakti, Tegal
- Anisa, N. 2010. Pengaruh Perubahan Na Dan Voor Onsteking Terhadap Kerja Mesin, *Agritek.* 11 (1): 16.
- Anonim, 2006. Surat Keputusan Direktur Jendral Minyak Dan Gas Bumi Nomor : 3674 K24/24/DJM/2006 Mengenai Standar Dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin Yang Dipasarkan Di Dalam Negeri.
- Arends, B,P,M., Berenschot. 1980. *Motor Bensin.* Umar Sukrisno. Erlangga. Jakarta.
- Billah, M. 2009. Produksi Alkohol Fuel Grade dengan Proses Distilasi Ekstraktif. *Jurnal penelitian ilmu teknik.* 9 (1): 24.
- Bell, A, G. 1981. *Performance Tuning In Theory & Parctice Four Storkes.* Haynes Publications Inc. California. USA.

- Butar, H., Mulfi, H. 2014. Pengaruh Variasi Penambahan Alkohol 96% Pada Bensin Terhadap Unjuk Kerja Motor Otto. *Jurnal e – Dinamis*, 10 (2): 128.
- Etanol Fuel in Brazil. <http://www.un-energy.org/stories/38-ethanol-fuel-in-brazil>, diakses 3 agustus 2015, jam 10 : 15.
- E85. <http://www.epure.org/ethanol-for-fuel/fuel-blends/e85>, diakses 3 agustus 2015, jam 10 : 22.
- Hadisiswanto, E, 2012, Analisa pengaruh Bahan Bakar Alternatif Bioethanol E-30, E-50, E100 terhadap Daya dan Torsi Mesin 4 Langkah, *Jurnal Engineering* 2012 (25), Fakultas Teknik. Universitas Pancasakti, Tegal.
- Keenan, C, W., Donald, C, K., Jesse, H, W. 1980. *Ilmu Kimia Untuk Universitas*. Aloysius Hadyana Pudjaatmaka. Erlangga. Jakarta.
- Machmud, S., Untoro, B, S., Leydon, S. 2013. Pengaruh Variasi Unjuk Derajat Pengapian Terhadap Kerja Mesin. *Jurnal Teknik*. 3 (1):58–60.
- Muku, I,D,M,K., Gusti, K, S. 2009. Pengaruh Rasio Kompresi Terhadap Unjuk Kerja Mesin Empat Langkah Menggunakan Arak Bali Sebagai Bahan Bakar. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin cakra M*. 3 (1): 26.
- Nababan, H,M., Himsar, A., Tulus, B, S. 2013. Studi Kinerja Mesin Otto Menggunakan Bahan Bakar Bensin Dan Etanol 96%, *Jurnal e–dinamis*. 4 (4): 255–256.
- Nanlohy, H, Y. 2012. Perbandingan Variasi Derajat Pengapian Terhadap Efisiensi Termal Dan Konsumsi Bahan Bakar Otto Engine BE50. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Dinamika*. 3 (2):214.
- Pardede, S,T., Tulus, B, S. 2013. Kinerja Mesin Sepeda Motor Satu Silinder Dengan Bahan Bakar premium Dan Etanol Dengan Modifikasi Rasio Kompresi, *Jurnal e–dinamis*. 4 (4): 231–238.
- Paridawati. 2014. Optimasi Efisiensi Motor Bakar Sistem Injeksi Menggunakan Metode Simulasi *Artificial Neural Network*, *Prosiding SNATIF*. 1 : 163.
- Piarah,W.H., Zuryati, D., Andi, M. 2011. Analisa penggunaan Gasohol Dari Limbah Kulit Pisang Terhadap Prestasi Mesin Motor Bakar Bensin, *Jurnal Mekanikal*. 2 (1):39.
- Pudjanarso, A., Djati, N. 2006. *Mesin Konversi Energi*. ANDI. Yogyakarta.
- Purnomo, H., Husin, B., Basori. 2012. Analisis penggunaan CDI Digital Hyper Band Dan VARIasi Putaran Mesin Terhadap Torsi Dan Daya Mesin Pada Sepeda Motor Yamaha Jupiter MX Tahun, *Jurnal NOSEL*. 1 (1):10–12.
- Sarjono., Debi, F. 2.12. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Bio Premium E10 dan Premium Terhadap Performance Mesin Pada Motor Yamaha Jupiter Z 2004, *Majalah Ilmiah STTR Cepu*, Nomor 15 : 2.
- Setiyawan, A. 2007. Pengaruh *Ignition Timing* dan *Compression Ratio* Terhadap unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Motor Bensin Berbahan Bakar Campuran Etanol 85% dan Premium 15% (E-85). *Seminar Nasional Teknologi*. :3–8.
- Simanungkalit, R., Tulus, B, S. 2013. Performansi Mesin Sepeda Motor Satu Silinder Berbahan Bakar Premium Dan Pertamina Plus Dengan Modifikasi Rasio Kompresi, *Jurnal e–dinamis*. 5 (1): 34.
- Soedarmo, H. 2008. *Panduan Praktis Merawat & Memperbaiki Sepeda Motor*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sugiarto, B., Setyo, B., Arinal. 2007. Analisa Kinerja Mesin Otto Berbahan Bakar Premium Dengan Penambahan Aditif Oksigenat dan Aditif Pasaran. *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin SNTTM*. : 253–254.

- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R& D*. Alfabeta. Bandung.
- Triatmodjo, R., Willyanto. 2000. Peningkatan Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah Dengan Penggunaan Busi Dua Elektrode Dan Busi Tiga Elektrode, *Jurnal Teknik Mesin*. 2 (1):15.
- Waas, K. 2014. Kaji Eksperimen Penyimpangan Sudut Pengapian Terhadap Kinerja Motor Bensin Empat Langkah Toyota Kijang 4K, *ARIKA*, 8 (1): 19.
- Wiratmaja, I.G. 2010. Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Pada Pemakaian Biogasolin, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin cakra.M*. 4 (1):16–21.
- Wiratmaja, I.G. 2010. Pengujian Karakteristik Fisika Bio Gasoline Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin cakra.M*. 4 (2):149.