



MAKALAH SEMINAR

**Dimuat dalam Prosiding Seminar Nasional
ISBN: 978-602-74127-4-3**

**Optimasi Kinerja Mesin Sepeda Motor
Berbahan Bakar Liquefied Petroleum Gas (LPG)**

**Dr. Nasrul Ilminnafik, ST., MT
M. Edoward Ramadhan, ST., MT
Puji Kristiyanto
Khaoirul Wasik
Ahmad Zainuri**

**Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Jember**

**Disampaikan pada Seminar Nasional Energi Telekomunikasi dan Otomasi
di Bandung, Sabtu, 16 Desember 2017**



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG

**SEMINAR NASIONAL
ENERGI TELEKOMUNIKASI DAN OTOMASI
(SNETO) 2017**

PROSIDING

**TEMA:
PERKEMBANGAN TEKNOLOGI
SISTEM OTOMASI DAN TELEKOMUNIKASI
DALAM MENUNJANG PEMBANGUNAN ENERGI BARU**

Sabtu, 16 Desember 2017
Gedung Fakultas Institut Teknologi Nasional Bandung



**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
ENERGI TELEKOMUNIKASI DAN OTOMASI (SNETO) 2017**

TEMA:

***Perkembangan Teknologi Sistem Otomasi dan Telekomunikasi dalam
Menunjang Pembangunan Energi Baru***

Sabtu, 16 Desember 2017

Institut Teknologi Nasional Bandung (ITENAS),
Jalan PHH Mustapha No. 23 Bandung 40124, Indonesia

Panitia Pengarah SNETO 2017

1. Prof. Dr. Soegijardjo Soegijoko (TE ITENAS)
2. Prof. Dr. Syamsir Abduh, Ir. MM. (DEN, USAKTI)
3. Muhamad Reza, PhD (Solvina),
4. Associate Professor Dr Hushairi Zen (UNIMAS),
5. Dr. Ing. Deny Hamdani (STEI ITB)
6. Dr. Eng. Umar Khayam, MT. (STEI ITB)
7. Dani Rusirawan, PhD. (TM ITENAS)
8. Dr. Waluyo, ST., MT. (TE ITENAS)

Tim Editor SNETO 2017

1. Dr. Waluyo, ST., MT. (TE ITENAS)
2. Dr. Ing. Deny Hamdani (STEI ITB)
3. Dr. Eng. Umar Khayam, MT. (STEI ITB)
4. Nandang Taryana, MT. (TE ITENAS)
5. Nanang Ruswandi (TE ITENAS)
6. Yugo Senny Purnomo AMd (TE ITENAS)
7. Agus Wardana (ITENAS)

Tim Reviewer SNETO 2017

1. Dr. Ing. Deny Hamdani (STEI ITB)
2. Dr. Eng. Umar Khayam, MT. (STEI ITB)
3. Dr. Waluyo, ST., MT. (ITENAS)

Penerbit:

Penerbit Itenas

Alamat Redaksi:

Jl. PHH. Mustapha No.23, Bandung 40124 Telp.: +62 22 7272215, Fax.: +62 22 7202892

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

**Dilarang mengutip dan memperbanyak isi buku ini dalam bentuk dan cara apapun
tanpa izin tertulis dari penerbit.**

Kata Pengantar		ii
Sambutan Ketua Jurusan Teknik Elektro Itenas Bandung		iii
Susunan Panitia		iv
Daftar Isi		vi
02 Analisis Gangguan Motor Induksi 3 Fasa GDM 303 pada Agitator UFA - 4303 di PT. PUSRI <i>(Indra Novaditya Permana, Hazairin Samaulah)</i>		2-1
04 Analisis Pemanfaatan <i>Crimp On Connector</i> Fiber Optik untuk Percepatan Instalasi FTTH <i>(Gunadi Dwi Hantoro, Gunawan Wibisono, Sella Septiana)</i>		4-1
06 Pengaruh Letak Sensor terhadap Torka yang ada pada Motor <i>Switched Reluctance</i> <i>(Sabar Santoso, Slamet Riyadi, L. Heru Pratomo)</i>		6-1
07 Desain PWM <i>Boost Rectifier</i> Satu Fasa Jenis <i>Full Bridge</i> <i>(Gregorius Ganang Setyo Utomo, Slamet Riyadi)</i>		7-1
08 Pengendalian Kecepatan Motor <i>Switched Reluctance</i> Berbasis DSPIC30F4012 <i>(Hendra Winarto, Slamet Riyadi)</i>		8-1
09 Kendali Sepeda Listrik Berbasis Motor <i>Switched Reluctance</i> <i>(Denis Adi Surya Tj, Slamet Riyadi)</i>		9-1
10 Analisa Mode Operasi <i>Magnetizing, Demagnetizing, Freewheeling</i> Berbasis Motor <i>Switched Reluctance</i> <i>(Ardian Haryanto, Slamet Riyadi)</i>		10-1
11 Kompensasi Tegangan Akibat <i>Voltage Sags</i> dengan <i>Dynamic Voltage Restorer</i> Berbasis Inverter Satu Fasa <i>(Naomi Intan Hapsari, Slamet Riyadi)</i>		11-1
12 Komparasi Kinerja Motor <i>Switched Reluctance</i> yang Dioperasikan dengan Konverter <i>Asymmetric</i> dan Konverter N+1 <i>(Agustinus Dian Purnadi, Slamet Riyadi)</i>		12-1
13 Pengembangan Pesawat Tanpa Awak untuk Riset dan Pengembangan Teknologi <i>(Anthony Candrasaputra, Florentinus Budi Setiawan, Felix Yustian Setiono)</i>		13-1
14 Pengendalian Motor Stepper Secara <i>Micro Step</i> Berbasis DSPIC30F6014A <i>(Yosua Ivan Purnama, Slamet Riyadi)</i>		14-1
15 Rancangan Sepeda Listrik Berbasis Motor <i>Switched Reluctance</i> <i>(Mario Purwa Negara, Slamet Riyadi)</i>		15-1
17 Harmonisa pada Peralatan Defibrillator (<i>DC Shock</i>) <i>(Partaonan Harahap, Benny Oktrialdi)</i>		17-1
18 Pemanfaatan <i>Advanced Encryption Standard AES-256</i> pada <i>Quick Response Code</i> dalam Proses E-Payment untuk Transaksi Bisnis Retail <i>(Rosalia H Subrata, William Kristianto, Ferrianto Gozali)</i>		18-1
19 Implementasi <i>Charger Controller</i> pada <i>Dual Axis Solar Tracker</i> <i>(Rizki Dian Rahayani, Arif Gunawan, Muhammad Andri Saputra)</i>		19-1
20 Rancang Bangun Sistem Pemantau Pencurian Listrik pada KWH Meter Prabayar Berbasis SMS Menggunakan Arduino Uno dan GSM Modem SIM 900A <i>(Aas Wasri Hasanah, Muhamad Almer Zada)</i>		20-1
21 Desain Sistem Monitoring dan Kendali Temperatur pada Sistem FASSIP-02		21-1

Digital Repository Universitas Jember

- (Siti Saodah, Sri Utami, Yosep)
- 38 Prediksi Harga Sembako Menggunakan Metode Propagasi Balik Berbasis Web dan Perangkat Bergerak 38-1
(Tedy Rismawan, Syamsul Bahri)
- 39 Pengembangan *Tools* untuk Praktikum Terbang *Longitudinal Static Stability Test* 39-1
(Pramesthi Sukma Windratih, Ony Arifianto, Hari Muhammad)
- 40 Desain Pengembangan Listrik Pedesaan Menggunakan Energi Baru dan Terbarukan Provinsi Kalimantan Timur 40-1
(Ipniansyah, Erry Yadie)
- 41 Simulasi Manuver *Split-S* Pesawat Tempur untuk Menghindari *Pure-Pursuit Guidance Missile* 41-1
(Wildan Abiyya Sukarsono, Ony Arifianto)
- 42 Pemantauan Nilai Tegangan, Arus, dan Daya pada Panel Surya Berbasis *Web Database* 42-1
(Irwan Dinata, Wahri Sunanda, Rika Favoria Gusa)
- 43 Perhitungan Daya Pemanas dan Tekanan pada Desain *Water Heating Tank* Untai FASSIP-02 43-1
(Joko Prasetio Witoko, Dedy Haryanto, Mukhsinun Hadi Kusuma, Mulya Juarsa)
- 44 Perhitungan Ketebalan Minimum Isolasi Akibat Rugi Kalor pada *Water Heating Tank* Untai FASSIP-02 44-1
(Giarno, Mukhsinun Hadi Kusuma, Mulya Juarsa, Anhar Riza Antariksawan)
- 45 Identifikasi Uang Kertas Rupiah Tidak Layak Edar Menggunakan Metode *Canny* dan *K-Nearest Neighbor* 45-1
(Asep Nana Hermana, Yusup Miftahuddin, Muhammad Fajar Taufik)
- 46 Optimasi Kinerja Mesin Sepeda Motor Berbahan Bakar *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) 46-1
(Nasrul Iminnafik, Moch. Edoward Ramadhan, Puji Kristianto, Khoirul Wasik, Ahmad Zainuri)
- 47 Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras Konsumsi Menggunakan Metode *Histogram of Oriented Gradient* Berbasis Android 47-1
(Nandisa Hafid El Muhsyii, Bambang Hidayat, Sjafril Darana)
- 48 Rancang Bangun Alat Penghitung Indeks Massa Tubuh Otomatis 48-1
(Prima Widyawati W., Agung S.N., Basuki Rahmat)
- 49 Perancangan Kendali Beban Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis *Internet of Things* 49-1
(Winasis, Azis Wisnu Widhi Nugraha, Wildan Syarifudin Fajar)
- 50 Kajian Karakteristik *Thermal* Mekanis pada Proses Fabrikasi Panel Komposit Partikel Limbah Padat Kopi 50-1
(Dedi Dwilaksana, Imam Salahuddin)
- 51 Analisa Tegangan Geser pada Proses Pengadukan Bahan Plastik Biodegradabel Menggunakan CFD 51-1
(Hari Arbiantara Basuki, Triana Lindriati)
- 52 Perbandingan Hasil Implementasi *Algoritma Weight Product* dan *Simple Additive Method* pada Penentuan Calon Perubahan Data Penerima Rastra (Beras Sejahtera) di Desa Huidu Gorontalo 52-1
(T.P. Handayani, Lia Nurhayati, Rizal Lamusu)
- 53 Kalibrasi Sistem Pengukuran 53-1
(Sabat Anwari)

OPTIMASI KINERJA MESIN SEPEDA MOTOR BERBAHAN BAKAR LIQUEFIED PETROLEUM GAS (LPG)

Nasrul Ilminnafik¹, Moch. Edoward Ramadhan¹, Puji Kristianto², Khoirul Wasik², Ahmad Zainuri²

¹Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember

²Alumni Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember

Email: nasrul.teknik@unej.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) sebagai bahan bakar pada alat transportasi sebagai upaya untuk mengatasi terbatasnya bahan bakar liquid dan mengendalikan emisi gas buang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui prestasi optimal mesin sepeda motor Astrea Prima 100 cc tahun 1991 dengan menggunakan bahan bakar LPG. Prestasi mesin meliputi, daya, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang. Untuk mendapatkan prestasi yang optimal, dilakukan variasi sudut pengapian, jarak celah busi, dan penambahan *turbulator* dengan variasi sudut bilah. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa bahan LPG meningkatkan kinerja mesin sepeda motor 4 langkah dibanding bahan bakar bensin, baik torsi, emisi, maupun konsumsi bahan bakar. Prestasi mesin yang optimal dicapai pada sudut pengapian 18°, celah busi 0,8 mm, dan sudut bilah 30-45°.

Kata kunci : Prestasi mesin, LPG, celah busi, sudut pengapian, *turbulator*

ABSTRACT

The use of Liquefied Petroleum Gas (LPG) as a fuel in the means of transportation in an effort to overcome the limited fuel liquid and control exhaust emissions. This research was conducted to determine the optimal performance of Astrea Prima 100 cc motorcycle engine in 1991 using LPG fuel. Machine performance includes, power, fuel consumption, exhaust emissions, and price comparison. To get the optimal performance, the variation of ignition angle, spark gap, and addition of turbulator with angle variation of the blade. The results showed that LPG materials improve the performance of motorcycle engines 4 steps compared to gasoline, both torque, emissions, and fuel consumption. The optimum engine performance is achieved at an 18 ° ignition angle, 0.8 mm spark gap, and 30-45 ° angle blades.

Keyword: *performance engine, LPG, spark gap, ignition angle, angle blade*

PENDAHULUAN

Jumlah populasi kendaraan bermotor berbahan bakar *liquid* yang semakin meningkat menyebabkan meningkatnya konsumsi bahan bakar, hal ini berbanding terbalik dengan ketersediaan jumlah bahan bakar *liquid* yang semakin mahal. Penggunaan bahan bakar liquid yang pengguna terbanyak adalah bidang transportasi darat ini juga memberikan kontribusi yang signifikan terhadap setengah dari total emisi SPM10 untuk sebagian besar timbal, CO, HC, dan NOx di daerah perkotaan, dengan konsentrasi utama

terdapat di daerah lalu lintas yang padat, dimana tingkat pencemaran udara sudah dan/atau hampir melampaui standar kualitas udara ambient.

Salah satu alternatif upaya untuk mengatasi dampak buruk penggunaan bahan bakar *liquid* adalah dengan menggantinya dengan bahan bakar gas (BBG), antara lain *Liquefied Petroleum Gas* (LPG), *Compression Natural Gas* (CNG), *Liquid Natural Gas* (LNG) dan *hydrogen* [1]. Ketersediaan LPG di pasaran saat ini juga sangat melimpah dan dengan harga yang masih terjangkau. [2]. LPG merupakan bahan bakar yang memiliki emisi gas rumah

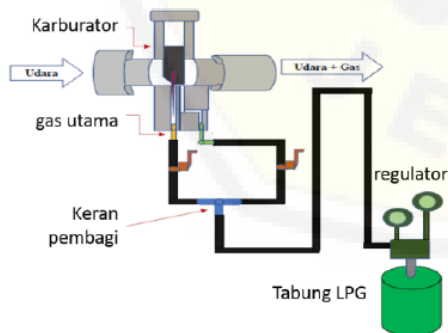
kaca terkecil dibandingkan dengan bahan bakar minyak maupun bahan bakar gas lainnya [3]. Tingkat emisi gas buang bahan bakar LPG juga lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar bensin [12, tapi penggunaan LPG sebagai bahan bakar alternatif berdampak pada penurunan performa mesin [4] yang disebabkan oleh perbedaan karakteristik dari penyalan kedua bahan bakar tersebut.

Kelebihan konversi bahan bakar liquid ke LPG lebih banyak dibandingkan kelemahannya, sehingga diperlukan upaya untuk mengatasi kelemahannya dan mendapatkan optimasi kinerja mesin. Beberapa cara yang bisa dilakukan adalah dengan mengatur ulang sudut pengapian dari mesin tersebut untuk mendapatkan sudut optimal, sehingga waktu penyalannya menjadi lebih tepat [5], [2] pengaturan jarak celah elektroda busi yang optimal [6], [7] dan meningkatkan homogenitas campuran udara dan bahan bakar dengan penambahan *turbocharge* [8], [9], [10].

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kinerja optimal pada mesin sepeda motor yang banyak digunakan masyarakat dengan bahan bakar LPG.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan LPG 3 kg produk PT Pertamina Indonesia. Mesin yang digunakan adalah mesin sepeda motor Honda Prima 1991 dan dipasang konversi kit (Gambar 1).



Gambar 1. Skema konversi kit

Mesin divariasikan pada sudut pengapian sebesar 11°, 12°, dan 13° sebelum TMA, jarak celah elektroda busi 0,6, 0,7, 0,8 dan 0,9 (mm) dengan variasi rpm mesin, dan penambahan *turbulator* dengan sudut bilah 30°, 45°, 60°. Pengujian torsi dan daya

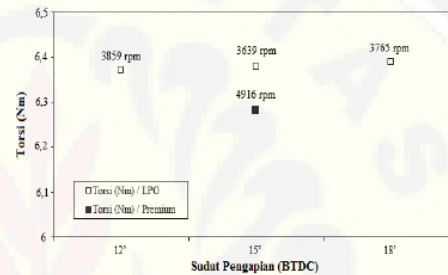
digunakan *dynotest* dan *gas analyzer* tipe *Texa* digunakan untuk pengujian komposisi emisi gas buang.

HASIL

Telah dilakukan penelitian optimasi penggunaan LPG sebagai bahan bakar pada kinerja mesin sepeda motor dengan variasi sudut pengapian, celah busi, dan penambahan *turbulator*.

Variasi Sudut Pengapian

Hasil penelitian pada variasi sudut pengapian diperoleh kinerja mesin seperti ditunjukkan pada Gambar 2-6.

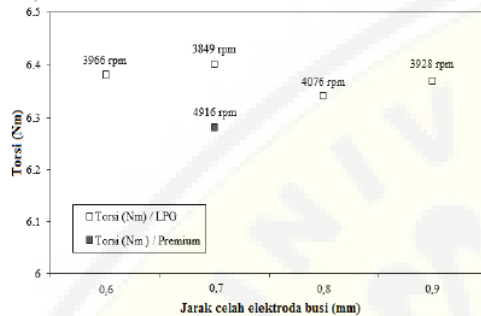


Gambar 2 Sudut pengapian vs torsi mesin

Pada Gambar 2 terlihat bahwa torsi maksimum dengan LPG yang dihasilkan oleh sudut pengapian maju (18° BTDC) lebih besar dari nilai torsi maksimum yang dihasilkan oleh sudut pengapian mundur (12° BTDC) dan sudut pengapian standart (15° BTDC). Hal ini disebabkan karena temperatur minimal penyalan LPG yang besar, yaitu sebesar 460° C, sehingga waktu penyalan harus dimajukan. Dari Gambar 2 juga terlihat bahwa nilai torsi maksimum dengan bahan bakar LPG lebih besar dari nilai torsi maksimum dengan bahan bakar premium. Hal ini disebabkan karena nilai oktan dan *heating value* bahan bakar LPG lebih besar yaitu 110 dan 50,15 MJ/kg sedangkan bahan bakar premium 86 dan 46,53 MJ/kg. Densitas LPG hanya 1,5 kg/m² sedangkan bahan bakar premium 737 kg/m² sehingga pada putaran mesin rendah bahan bakar LPG mampu menghasilkan torsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar premium karena percampuran bahan bakar gas LPG lebih homogen.

Pada Gambar 3 ditunjukkan nilai daya maksimum bahan bakar premium lebih besar dari bahan bakar LPG, dimana pada bahan bakar premium 6,82 KW pada putaran mesin

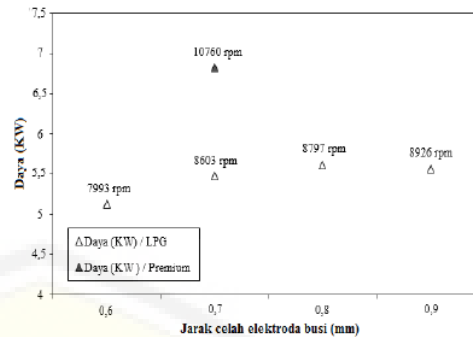
variasi jarak celah busi ditunjukkan pada Gambar 7-11. Pengujian daya dan torsi menggunakan alat uji *dynotest* dengan memposisikan katup gas terbuka penuh (WOT) pada transmisi gigi 3. Dari hasil pengujian didapatkan tegangan input koil rata-rata yaitu 21,64 volt, tekanan input rata-rata campuran udara dan bahan bakar ketika memasuki ruang bakar yaitu 54,28 Kpa dan tekanan output rata-rata gas buang yaitu 26,95 KPa.



Gambar 7. Torsi pada variasi celah busi

Pada Gambar 7 terlihat sama dengan penelitian sebelumnya, bahwa bahan bakar LPG memiliki nilai torsi maksimum lebih besar dari bahan bakar premium dan torsi tertinggi pada celah elektroda busi 0,7 mm yaitu 6,4 Nm pada putaran mesin 3849 rpm, sedangkan torsi premium yaitu 6,28 rpm pada putaran mesin 4916 rpm dengan jarak celah elektroda busi 0,7 mm. Hal ini disebabkan karena nilai oktan dan *heating value* bahan bakar LPG lebih besar dari bahan bakar premium yaitu 110 dan 50,15 MJ/kg, sedangkan pada bahan premium 86 dan 46,53 MJ/kg, densitas LPG hanya 1,5 kg/mm² sedangkan premium sebesar 737 kg/mm² sehingga pada putaran mesin rendah percampuran bahan bakar LPG lebih homogen dari bahan bakar premium, dengan energi persatuan massa yang lebih besar LPG mampu menghasilkan nilai torsi yang lebih besar. [12].

Pada Gambar 8 terlihat sama dengan penelitian sebelumnya bahwa daya mesin berbahan bakar premium lebih besar dari bahan bakar LPG, nilai daya bahan bakar premium sebesar 6,82 KW pada putaran mesin 10760 rpm, sedangkan bahan bakar LPG sebesar 5,61 pada putaran mesin 8791 dan jarak celah elektroda busi 0,8 mm. Nilai *top speed* yang tinggi berbanding lurus dengan besarnya daya.

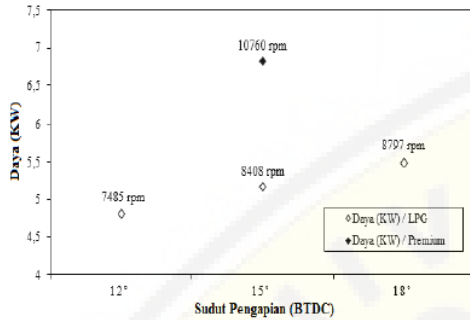


Gambar 8. Daya pada variasi celah busi

Ditinjau dari torsi dan daya pada Gambar 7 dan 8, perubahan jarak celah elektroda busi mempengaruhi besarnya nilai daya dan torsi. Jarak celah yang lebar menyebabkan volume plasma lebih besar, sehingga lebih banyak kontak dengan gas dalam ruang bakar. Akibatnya, area karnel api lebih cepat dikembangkan, mempercepat fraksi massa yang terbakar dan menghasilkan tingkat pelepasan panas yang lebih cepat [7] dan [13]. Sedangkan pada jarak celah yang sempit menghasilkan inti api kecil sehingga berakibat pada hilangnya percikan api listrik yang berpindah dari katoda ke anoda. Hal itu memungkinkan terjadinya percikan api listrik yang jatuh berada di dekat permukaan elektroda. Hilangnya percikan itulah yang menyebabkan nilai daya dan torsi berkurang [15]. Namun hasil penelitian terlihat bahwa nilai daya optimal terjadi pada jarak celah 0,8 mm, karena pada celah yang terlalu lebar (0,9 mm) menuntut tegangan pengapian dan tekanan kompresi yang lebih besar untuk meningkatkan perkembangan area karnel api, sehingga ketika dua hal tersebut tidak terpenuhi menyebabkan percikan melemah dan perkembangan karnel api lambat [15], [16]. Pemilihan jarak celah elektroda busi yang tepat bergantung pada struktur mesin (volume ruang bakar, sistem pengapian, rasio kompresi dll) yang digunakan, karena dapat mempengaruhi kinerja dari mesin [17].

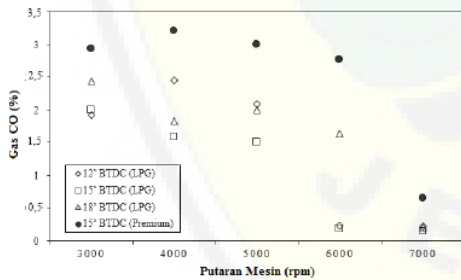
Pada Gambar 9 terlihat bahwa nilai kadar emisi gas CO terendah terjadi pada bahan bakar LPG pada putaran mesin 6000 rpm dengan jarak celah elektroda busi 0,8 mm yaitu sebesar 0,02 % sedangkan pada bahan bakar premium emisi terendah terjadi pada putaran mesin 7000 rpm.

10760 rpm, sedangkan pada LPG 5,48 KW pada putaran mesin 8602 rpm pada sudut pengapian maju (18° BTDC). Hal ini disebabkan turunnya efisiensi volumetrik pada bahan bakar LPG karena suhu fasa yang terjadi adalah uap sehingga tidak adanya pendinginan [11].



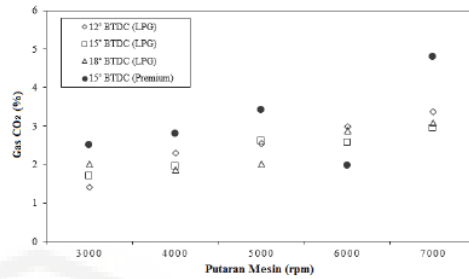
Gambar 3. Sudut pengapian vs Daya Mesin

Pada Gambar 4 ditunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar LPG memiliki prosentase nilai kadar emisi gas CO yang lebih kecil dari pada penggunaan bahan bakar bensin. Penurunan konsentrasi emisi gas CO tertinggi dicapai pada sudut pengapian standart (15° BTDC) dengan bahan bakar LPG yaitu sebesar 0,143 % pada putaran mesin 7000 rpm, sedangkan pada premium nilai konsentrasi emisi gas CO terendah diperoleh pada saat putaran 7000 rpm sebesar 0,65%.



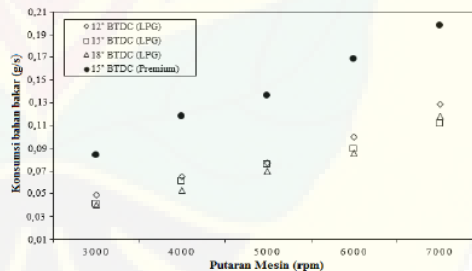
Gambar 4 Emisi CO pada variasi sudut pengapian

Penggunaan LPG mengalami penurunan konsentrasi emisi gas CO sebesar 78%, hal ini disebabkan karena rantai atom C dan H dalam LPG lebih kecil dibandingkan dengan premium. Dengan kecilnya rantai atom C pada LPG maka potensi untuk terbentuknya gas CO setelah proses pembakaran semakin kecil.



Gambar 5 Emisi CO₂ pada variasi sudut pengapian

Pada Gambar 5 terlihat bahwa penggunaan bahan bakar LPG menurunkan konsentrasi emisi gas CO₂ pada penggunaan bahan bakar premium. Penurunan tertinggi terjadi pada putaran mesin 3000 rpm pada bahan bakar LPG dengan sudut pengapian mundur (12° BTDC), dimana pada putaran ini konsentrasi emisi gas CO₂ yang dihasilkan LPG merupakan nilai yang paling rendah yaitu sedangkan premium menghasilkan konsentrasi emisi gas CO₂ sebesar 2,5%. Hal ini dikarenakan rantai atom C dan H pada LPG lebih kecil dibandingkan dengan premium. Dari grafik tersebut terlihat bahwa semakin cepat putaran mesin, konsentrasi emisi gas CO₂ semakin meningkat.



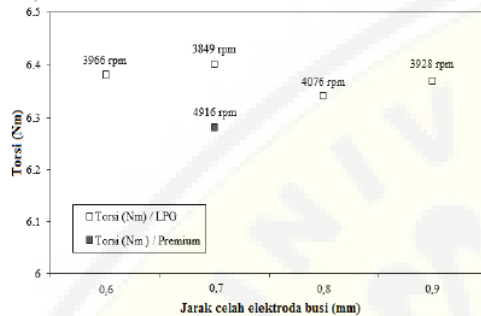
Gambar 6 Konsumsi bahan bakar pada variasi sudut pengapian

Konsumsi bahan bakar terlihat lebih ekonomis menggunakan LPG dibandingkan premium dan nilai konsumsi bahan bakar berbanding lurus seiring dengan bertambahnya putaran mesin, seperti ditunjukkan pada Gambar 6, yang ditunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar terendah diperoleh pada sudut pengapian maju (18° BTDC) dimana nilai rata-rata konsumsi bahan bakar yaitu 0,0734 gr/s.

Variasi celah busi

Hasil penelitian kinerja mesin sepeda motor dengan sudut pengapian 18° pada

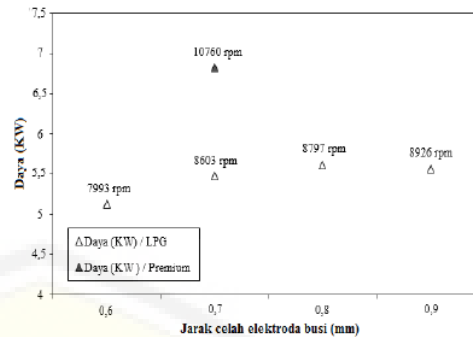
variasi jarak celah busi ditunjukkan pada Gambar 7-11. Pengujian daya dan torsi menggunakan alat uji *dynotest* dengan memposisikan katup gas terbuka penuh (WOT) pada transmisi gigi 3. Dari hasil pengujian didapatkan tegangan input koil rata-rata yaitu 21,64 volt, tekanan input rata-rata campuran udara dan bahan bakar ketika memasuki ruang bakar yaitu 54,28 Kpa dan tekanan output rata-rata gas buang yaitu 26,95 KPa.



Gambar 7. Torsi pada variasi celah busi

Pada Gambar 7 terlihat sama dengan penelitian sebelumnya, bahwa bahan bakar LPG memiliki nilai torsi maksimum lebih besar dari bahan bakar premium dan torsi tertinggi pada celah elektroda busi 0,7 mm yaitu 6,4 Nm pada putaran mesin 3849 rpm, sedangkan torsi premium yaitu 6,28 rpm pada putaran mesin 4916 rpm dengan jarak celah elektroda busi 0,7 mm. Hal ini disebabkan karena nilai oktan dan *heating value* bahan bakar LPG lebih besar dari bahan bakar premium yaitu 110 dan 50,15 MJ/kg, sedangkan pada bahan premium 86 dan 46,53 MJ/kg, densitas LPG hanya 1,5 kg/mm² sedangkan premium sebesar 737 kg/mm² sehingga pada putaran mesin rendah percampuran bahan bakar LPG lebih homogen dari bahan bakar premium, dengan energi persatuan massa yang lebih besar LPG mampu menghasilkan nilai torsi yang lebih besar. [12].

Pada Gambar 8 terlihat sama dengan penelitian sebelumnya bahwa daya mesin berbahan bakar premium lebih besar dari bahan bakar LPG, nilai daya bahan bakar premium sebesar 6,82 KW pada putaran mesin 10760 rpm, sedangkan bahan bakar LPG sebesar 5,61 pada putaran mesin 8791 dan jarak celah elektroda busi 0,8 mm. Nilai *top speed* yang tinggi berbanding lurus dengan besarnya daya.



Gambar 8. Daya pada variasi celah busi

Ditinjau dari torsi dan daya pada Gambar 7 dan 8, perubahan jarak celah elektroda busi mempengaruhi besarnya nilai daya dan torsi. Jarak celah yang lebar menyebabkan volume plasma lebih besar, sehingga lebih banyak kontak dengan gas dalam ruang bakar. Akibatnya, area karnel api lebih cepat dikembangkan, mempercepat fraksi massa yang terbakar dan menghasilkan tingkat pelepasan panas yang lebih cepat [7] dan [13]. Sedangkan pada jarak celah yang sempit menghasilkan inti api kecil sehingga berakibat pada hilangnya percikan api listrik yang berpindah dari katoda ke anoda. Hal itu memungkinkan terjadinya percikan api listrik yang jatuh berada di dekat permukaan elektroda. Hilangnya percikan itulah yang menyebabkan nilai daya dan torsi berkurang [15]. Namun hasil penelitian terlihat bahwa nilai daya optimal terjadi pada jarak celah 0,8 mm, karena pada celah yang terlalu lebar (0,9 mm) menuntut tegangan pengapian dan tekanan kompresi yang lebih besar untuk meningkatkan perkembangan area karnel api, sehingga ketika dua hal tersebut tidak terpenuhi menyebabkan percikan melemah dan perkembangan karnel api lambat [15], [16]. Pemilihan jarak celah elektroda busi yang tepat bergantung pada struktur mesin (volume ruang bakar, sistem pengapian, rasio kompresi dll) yang digunakan, karena dapat mempengaruhi kinerja dari mesin [17].

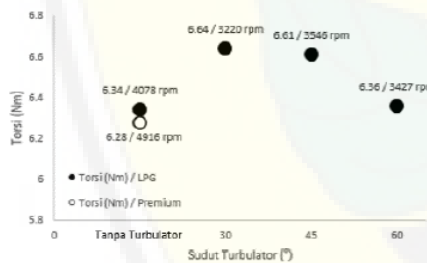
Pada Gambar 9 terlihat bahwa nilai kadar emisi gas CO terendah terjadi pada bahan bakar LPG pada putaran mesin 6000 rpm dengan jarak celah elektroda busi 0,8 mm yaitu sebesar 0,02 % sedangkan pada bahan bakar premium emisi terendah terjadi pada putaran mesin 7000 rpm.

percikan lebih banyak dari pada jarak celah yang lain [21] dan [15], sehingga dapat mengoptimalkan bahan bakar menjadi nilai daya.

Konsumsi bahan bakar berbanding lurus dengan bertambahnya putaran mesin, dimana nilai konsumsi bahan bakar premium lebih tinggi dari pada bahan bakar LPG. Berdasarkan nilai ekonomis, bahan bakar LPG lebih hemat 59,4 % dibandingkan dengan bahan bakar premium. Hal ini disebabkan karena nilai *stokimetric air/fuel* (AFR) dan *high heating value* bahan bakar premium yaitu 14,7 : 1 dan 43,44 MJ/kg, sedangkan pada bahan bakar LPG yaitu 50,15 : 1 dan 46,60 MJ/kg, sehingga hal tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan jumlah berat yang sama, bahan bakar LPG memerlukan lebih banyak udara dibandingkan bahan bakar premium, sehingga konsumsi bahan bakar LPG lebih hemat dari bahan bakar premium.

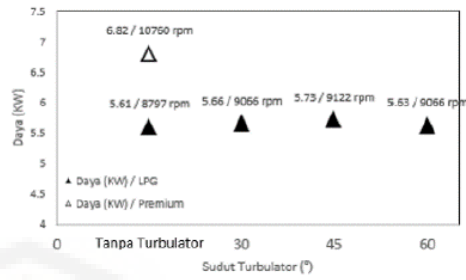
Penambahan Turbulator

Hasil penelitian penambahan *turbulator* pada saluran masuk ruang bakar mesin sepeda motor dengan variasi sudut bilah ditunjukkan pada Gambar 12-16.



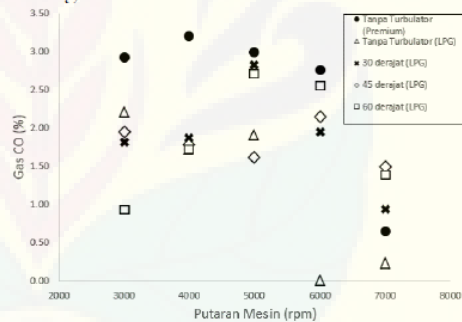
Gambar 12 Sudut bilah *turbulator* vs torsi

Pada Gambar 12 menunjukkan pengaruh penambahan *turbulator* terhadap torsi, dimana torsi maksimum yang dihasilkan oleh LPG lebih tinggi dari pada bahan bakar premium sebagaimana penelitian pada variasi sudut pengapian dan celah busi. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan *turbulator* menghasilkan pencampuran bahan bakar dan udara yang lebih baik dibanding tanpa menggunakan *turbulator*.



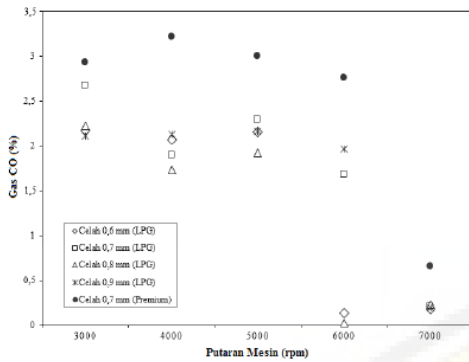
Gambar 13 Sudut bilah *turbulator* vs daya

Gambar 13 menunjukkan pengaruh pemasangan *turbulator* terhadap peningkatan daya mesin. Sebagaimana penelitian sebelumnya, penggunaan LPG menurunkan daya mesin tapi pemasangan *turbulator* mampu meningkatkan daya. Hal ini membuktikan dengan penambahan *turbulator* menghasilkan aliran dan pencampuran bahan bakar dan udara menjadi lebih baik sehingga pembakaran menjadi lebih baik dan daya mesin meningkat.



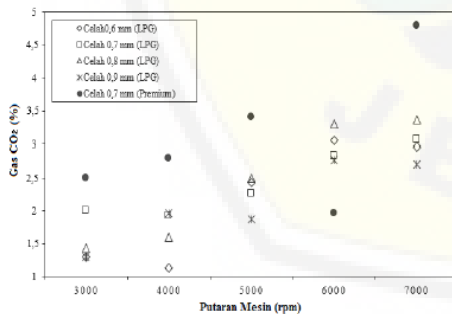
Gambar 14 Emisi CO variasi *turbulator*

Penggunaan LPG mempengaruhi emisi CO dan CO₂, seperti ditunjukkan pada Gambar 14-15. Pada Gambar 14 emisi gas buang CO dengan menggunakan bahan bakar premium rata-rata lebih tinggi dari LPG. Emisi CO terbesar dengan bahan bakar LPG didapat pada variasi *turbulator* 30° pada putaran 5000 rpm. Rata-rata prosentase penurunan kadar gas CO pada setiap perlakuan terjadi pada putaran mesin 6000 dan 7000 rpm. Kadar emisi gas CO meningkat pada putaran rendah disebabkan karena pada putaran rendah memerlukan bahan bakar yang lebih banyak daripada udara atau terjadinya campuran kaya, dan seiring dengan naiknya putaran mesin akan terjadi campuran miskin atau lebih banyak



Gambar 9. Emisi CO variasi celah elektroda

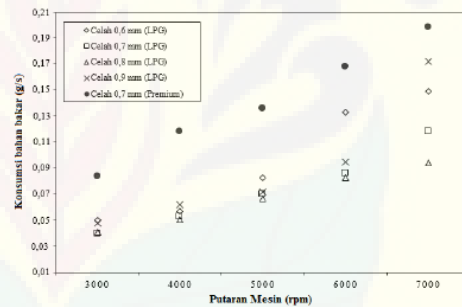
Hal ini juga terjadi pada penelitian [19] Anton (2013) yang menyebutkan bahwa nilai CO pada bahan bakar LPG lebih rendah dari bahan bakar premium yang tidak melebihi ambang batas emisi gas CO yang di izinkan yaitu 5,5 %. Emisi gas CO meningkat pada putaran mesin rendah, hal tersebut terjadi karena pada putaran rendah beban yang ditimbulkan lebih tinggi dan menimbulkan terjadinya campuran kaya untuk menaikkan nilai torsi mesin, sehingga emisi CO lebih tinggi [19]. Pada jarak celah 0,8 mm menghasilkan emisi gas CO lebih rendah karena *flame area* yang di timbulkan lebih stabil dengan area karnel api lebih luas sehingga tidak terjadi deposit karbon yang tersisa pada proses pembakaran dan menyebabkan terbentuknya emisi gas CO [13]. Pelebaran jarak celah berbanding lurus dengan rasio kompresi dan besarnya energi pengapian koil.



Gambar 10 Emisi CO₂ variasi celah busi

Pada Gambar 10 nilai rata-rata gas CO₂ tertinggi terjadi pada putaran mesin 7000 rpm yaitu 3,37 % dengan jarak celah 0,8 mm. Pada bahan bakar LPG nilai gas CO₂ mengalami kenaikan pada putaran mesin 5000 sampai dengan 6000 rpm, hal ini

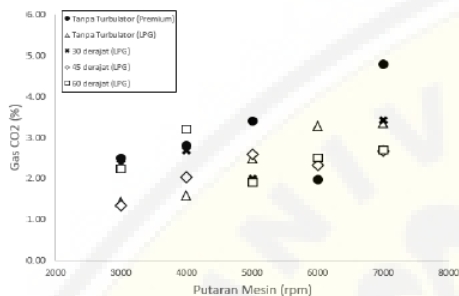
terjadi karena pada putaran tersebut campuran antara bahan bakar dan udara mendekati ideal. Kadar gas buang CO₂ yang dihasilkan oleh bahan bakar LPG lebih rendah dari bahan bakar premium dikarenakan kepadatan energi (*energy density*) bahan bakar LPG sedikit mengandung atom karbon sehingga kadar emisi gas CO₂ yang dihasilkan bahan bakar LPG lebih rendah. Kandungan energi persatuan volume bahan bakar LPG lebih rendah sekitar 26 MJ/l, sedangkan bahan bakar premium 34,8 MJ/l. sehingga hasil pembakaran CO₂ bahan bakar LPG lebih rendah dan menyebabkan meningkatnya kadar oksigen (O₂) yang terbuang. Hal ini juga terjadi pada penelitian Mahmud dan Sungkono [20] yang menyatakan hasil gas buang CO₂ bahan bakar LPG lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar premium dan begitu sebaliknya, nilai O₂ bahan bakar LPG lebih besar dari bahan bakar premium.



Gambar 11 Konsumsi bahan bakar variasi celah busi

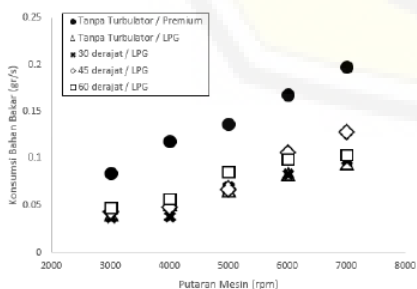
Gambar 11 merupakan grafik pengaruh jarak celah busi terhadap konsumsi bahan bakar dalam satuan gram per detik (gr/s). Perubahan jarak celah elektroda busi mempengaruhi tingkat konsumsi bahan bakar, dimana pada gambar tersebut terlihat nilai rata-rata konsumsi bahan bakar LPG terendah terjadi pada jarak celah elektroda busi 0,8 mm yaitu sebesar 0,067 gr/s sedangkan nilai rata-rata bahan bakar premium 0,141 gr/s. Pada putaran mesin yang sama jarak celah 0,8 mm memiliki nilai efisiensi daya tertinggi dibandingkan dengan jarak celah yang lainnya, sehingga konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan lebih rendah. Hal tersebut terjadi karena pada jarak celah 0,8 mm area karnel api yang ditimbulkan lebih luas, durasi percikan lebih singkat dan volume campuran bahan bakar yang terpapar

udara yang masuk sehingga turunnya kadar CO dikarenakan terjadinya kemungkinan ada perubahan gas CO menjadi gas CO₂. Gambar 14 juga menunjukkan bahwa kadar CO terendah dengan menggunakan bahan bakar premium terjadi pada putaran mesin 7000 rpm sedangkan kadar CO terendah didapat dengan menggunakan bahan bakar LPG tanpa menggunakan *turbulator* pada putaran mesin 6000 rpm.



Gambar 15 Emisi CO₂ variasi *turbulator*

Gambar 15 menunjukkan emisi CO₂ dengan variasi *turbulator*, dimana emisi CO₂ relatif lebih tinggi pada premium dibanding dengan LPG. Adapun emisi terbesar pada LPG didapatkan pada rpm 7000 dengan menggunakan variasi sudut bilah *turbulator* 30°. Konsentrasi gas CO₂ meningkat seiring dengan bertambahnya putaran mesin, karena pada putaran mesin tinggi campuran bahan bakar dan udara mendekati ideal. Kadar CO₂ yang dihasilkan oleh bahan bakar LPG lebih rendah dari pada penggunaan bahan bakar premium dikarenakan kandungan energy per satuan volume LPG lebih rendah dari pada premium yaitu 26 MJ/l untuk LPG dan 34,8 MJ/l untuk premium.



Gambar 16 Konsumsi bahan bakar pada variasi sudut bilah *turbulator*

Pada Gambar 16 ditunjukkan grafik perbandingan konsumsi bahan bakar premium dan LPG terhadap putaran mesin, dimana pada gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa konsumsi bahan bakar cenderung naik sebanding dengan bertambahnya putaran mesin. Pada grafik dapat dilihat bahwa konsumsi bahan bakar LPG cenderung lebih hemat dibandingkan dengan bahan bakar premium, rata-rata konsumsi bahan bakar premium sebesar 0.141 gr/s, sedangkan untuk konsumsi bahan bakar LPG dengan penambahan *turbulator* pada *intake manifold* sebesar 0,066 gr/s pada sudut bilah *turbulator* 30°.

SIMPULAN

Berdasar analisa dan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian kinerja mesin bensin 4 langkah berbahan bakar LPG diperoleh kesimpulan, bahwa secara umum, kinerja mesin berbahan bakar LPG yang meliputi torsi, emisi, dan konsumsi bahan bakar, lebih tinggi dibandingkan dengan bensin. Adapun nilai optimal diperoleh pada kondisi sudut pengapian, 18°, celah busi 0.8 mm dan penambahan *turbulator* pada *intake manifold* tercapai kinerja terbaik pada sudut bilah 30-45°.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiyo, M. dan Condro, B. 2012. Optimasi Pemanfaatan LPG Sebagai Bahan Bakar Kendaraan Melalui Penyetelan Converter Kits dan Saat Pengapian. Laporan Penelitian Dosen. Magelang: Universitas Muhammadiyah Magelang.
- [2] Setiyono, L., Subangsono, Basori. 2013. Pengaruh Perubahan Waktu Penyalaan (Ignition Timing) Terhadap Torsi dan Daya Pada Sepeda Motor Vega R 110 CC Tahun 2008 Dengan Bahan Bakar LPG (Liquefied Petroleum Gas). Pendidikan Teknik Mesin
- [3] Anyon, P. 2003. LPG - The Clean Transport Alternative: Presenting the Environmental Case. Australian Liquefied Petroleum Gas Association Limited: ISBN: 0 9750843 2 1. Sydney.
- [4] Setiyo, M dan Purnomo B.C. 2014. Investigasi Penurunan Daya Pada Kendaraan Berbahan Bakar Gas LPG

- dengan Metode Pengukuran Efisiensi Volumetris. Laporan Penelitian Dosen. Magelang: Universitas Muhammadiyah Magelang.
- [5] Yulianto, B. 2009. Pengaruh Perubahan Saat Peyalan (Ignition Timing) Terhadap Prestasi Mesin Pada Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Bahan Bakar LPG. Vol. 11. No. 03
- [6] Ishii, K, Ysukamoto, T, Ujiie, Y, Kono, M. 1992. Analysis of Ignition Mechanism of Combustible Mixtures by Composite Spark. *Combust Flame*: 91, 153-164.
- [7] Jeonghoon, S, Youngho, S, Myoung, S. 2000. Effects of Ignition Energy and System on Combustion Characteristics in a Constant Volume Combustion Chamber. SAE, 2000-05-0016.
- [8] Nugraha BS., 2007, Aplikasi teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektronik (EFI) untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Sepeda Motor, *Jurnal Ilmiah Populer dan Terapan Teknologi*, 5 (2) 692-706.
- [9] Nafi FN dan Sugiarto B. 2013. Rancang Bangun Sistem Pencampuran Bahan Bakar Bensin dan Bioetanol pada Motor Bakar 4 Langkah. Skripsi, Teknik Mesin, Universitas Indonesia.
- [10] Ramelan U. 2015. Peningkatan Efisiensi Bahan Bakar dengan Metode Cyclon Melalui Pembasangan Swirling Vane pada Sepeda Motor. *Jurnal AUTINDO*, 1 (2) 42-46
- [11] Pourkhesalian, A.M, Shamekhi, A.H, Salimi, F. 2009. Performance and Emissions Comparison and Investigation Alternative Fuels in SI Engines. SAE International. ISSN: 0148-719.1.
- [12] Pundkar, A.H, Lawankar, S.M, Deshmukh, Dr.S. 2012. Performance and Emissions of LPG Fueled Internal Combustion Engine: A Review. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. Vol. 03. Issue. 03. March. ISSN: 2229-5518.
- [13] Badawy, T, Bao, X, Hongming, X. 2017. Impact of Spark Plug Gap on Kernel Propagation and Engine Performance. *Applied Energy*: 311-327.
- [14] Anderson, J, Collier, A, Garrett, M, Wedekind, B. 1999. Particle and Sulphur Species as Key Issues in Gasoline Direct Injection Exhaust. *Nippon Kikai Gakkai*: 15.449-452.
- [15] Ozdor, N, Dulger, M, Sher, E. 1994. Cyclic Variation in Spark Ignition Engine – a Literature Survey. SAE Paper: 01-0224.
- [16] Shu-Yi, P, H, Khalid, A, Anuar, M, Manshoor, B, Sapit, A, Zaman, I, Hashim, A. 2016. Analysis of Spark Plug Gap on Flame Development Using Schlieren Technique and Image Processing. *Materials Science and Engineering* 160: 012044.
- [17] Ceper, B, A. 2012. Experimental Investigation of the Effect of Spark Plug Gap on a Hydrogen Fueled SI Engine. *International Journal of Hydrogen Energy* 37: 17310 – 17320.
- [18] Anton. 2013. Perbandingan Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Bensin dan LPG dengan Konverter KIT Dual Fuel Sebagai Pengatur LPG Pada Motor Bermesin 150 cc. Skripsi. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
- [19] Guzzella, L dan Onder, C.H. 2004. Introduction to Modeling and Control of Internal Combustion Engine System. Springer. Heidelberg.
- [20] Sulaiman, M.Y., Ayob, M.R., Meran, I. 2013. Performans of Single Cylinder Spark Ignition Engine Fueled by LPG. *Journal Procedia Engineering* 53: 579 – 585.
- [21] Burget, R, Leptich, J, Sangwan, K. 1972. Measuring the Effect of Spark Plug and Ignition System Design on Engine Performance. SAE Technical Paper: 720007.



Perkembangan Teknologi Sistem Otomasi dan Telekomunikasi dalam Menunjang Pembangunan Energi Baru

Call For Papers

♦ **Keynote Speakers**

Prof. Dr. Syamsir Abduh (Dewan Energi Nasional)

♦ **Panelis :**

1. **Muhamad Reza, PhD (Solvina)**
2. **Ivan Ferdyan (Mitsubishi Electric)**
3. **Mr. Hushairi Zen, PhD, MEng***

* Dalam Konfirmasi

Didukung Oleh :



TANGGAL-TANGGAL PENTING

11 NOPEMBER 2017 : BATAS AKHIR PENGIRIMAN FULL PAPER

25 NOPEMBER 2017 : BATAS AKHIR PEMBAYARAN SNETO 2017 DAN BATAS AKHIR PENGIRIMAN PERBAIKAN FULL PAPER

SABTU, 16 DESEMBER 2017 JAM 08.00 :PELAKSANAAN SNETO 2017

BIAYA SEMINAR

Pemakalah Dosen/Peneliti/Umum	:	600.000,- IDR
Pemakalah Mahasiswa S1, S2, dan S3	:	500.000,- IDR
Peserta Dosen/Umum	:	400.000,- IDR
Peserta Mahasiswa	:	300.000,- IDR

TOPIK SEMINAR

- Teknologi dan Mesin-Mesin Listrik
- Teknologi Tranmisi, Distribusi
- *Protection and Insulation*
- Peluang Energy Storage dan Tantangannya
- *Energy Enteupreneur*
- Kebijakan Energi
- Energi Angin
- Teknologi *Smart Grid*
- *Energy Cyber Security*
- *Advanced Lighting*
- Informatika pada Urban Energy System
- *Nuclear Power*
- *Clean Energy*
- Analisi dan Audit Manajemen Energi
- Elektronika Daya
- Sistem dan Teknologi Informasi
- Database dan Pemograman Komputer
- *Multimedia Service and Applications*
- *Signal Processing in Communication*
- *Mobile of Telecommunications*
- *Generating Your Inspiration to be Young Technopreneur*
- *Creating New Business Opportunities in Telecommunication Field*
- *Wireless and Telematics*
- Pendidikan Teknik Elektro
- *Biomedical Engineering*
- *Electrotehcnic Material*
- *Automation Building System (BAS)*
- Robotika
- *Embedded System, Sensor dan Transduser*
- Kecerdasan Buatan dan Sistem Pakar
- Instrumentasi Industri dan Sistem Kontrol
- Perancangan Rangkaian Analog
- Mikroelektronik dan Optoelektronik
- Sistem Otomasi

KORESPONDENSI :

Panitia SNETO 2017 Jurusan Teknik Elektro ITENAS Bandung
Jln. PHH Mustofa 23 Bandung
Phone : 022 7272215 pes 132 dan 274
Handphone: 082219140919, 081220508619, 087824303909,
081322261313

Email :
sneto2017@itenas.ac.id
snetoitenas2017@yahoo.com
snetoitenas2017@gmail.com

Untuk Informasi Lebih Lanjut bisa dilihat di: www.sneto2017.com

Pembayaran melalui transfer ke nomor rekening :
0504294157 (IDR)

Atas nama : Pauline Rahmiati
BNI Cabang Perguruan Tinggi Bandung





No : 046/SNETO/17/EL/PP/XI/2017

Bandung, 25 November 2017

Kepada Yth. Bapak/Ibu

Nasrul Ilminnafik¹, Moch. Edoward Ramadhan¹, Puji Kristianto², Khoirul Wasik², Ahmad Zainuri²

¹Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember

²Alumni Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember

Email: nasrul.teknik@unej.ac.id

Perihal : **HASIL REVIEW ABSTRAK/NASKAH SNETO 2017**

Dengan Hormat,

Dengan ini kami sampaikan bahwa abstrak atau naskah Bapak/Ibu :

No : **46**

Judul : **OPTIMASI KINERJA MESIN SEPEDA MOTOR BERBAHAN BAKAR LIQUEFIED PETROLEUM GAS (LPG)**

Penulis : Nasrul Ilminnafik¹, Moch. Edoward Ramadhan¹, Puji Kristianto², Khoirul Wasik², Ahmad Zainuri²

Instansi : ¹Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember

²Alumni Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember

Email : nasrul.teknik@unej.ac.id

Dinyatakan : **DITERIMA**

Untuk dimuat dalam prosiding dan dipresentasikan pada SNETO 2017, Sabtu / 16 Desember 2017.

Adapun komentar dari reviewer :

overall : Diterima

confidence : 3

originality : 3

relevansi : 2

content : 3

struktur bahasa : 2

Komentar untuk Penulis:

1. Mohon jumlah halaman maksimum sekitar 8 halaman.

2. Penulisan nomor gambar harus urut dan perujukannya harus benar (Contoh rujukan Gambar 3-9, di halaman 2 salah).

Berdasarkan hasil review tersebut, panitia mohon agar pada revisi makalah penuh (full paper) penulis memperhatikan atau mempertimbangkan komentar dari reviewer tersebut.

Demikian kami sampaikan, **kami menunggu revisi full paper yang dimaksud SEGERA**. Atas perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Ketua Pelaksana SNETO 2017

Nandang Taryana, Drs. MT

No.: 041/SNETO/TE/ITENAS/XII/2017



SERTIFIKAT

DIBERIKAN KEPADA

Nasrul Ilminafik

SEBAGAI

PEMAKALAH

Seminar Nasional Energi Telekomunikasi dan Otomasi (SNETO) 2017

dengan Tema:

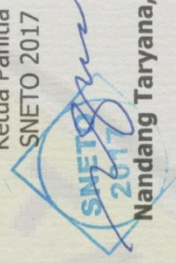
Perkembangan Teknologi Sistem Otomasi dan Telekomunikasi dalam Menunjang Pembangunan Energi Baru
yang diselenggarakan pada Sabtu, 16 Desember 2017
di Kampus Institut Teknologi Nasional Bandung

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Waluyo, S.T., M.T.

Ketua Panitia
SNETO 2017



Nandang Taryana, M.T.