

# PENGARUH PENGGUNAAN HIDROGEN HASIL ELEKTROLISIS TERHADAP PERFORMA MESIN PADA SEPEDA MOTOR

---

Faishal A. Cosina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang  
Email: faishalcosina@gmail.com

**Abstrak.** Sepeda motor merupakan transportasi yang terkenal di Indonesia, berdasarkan data Badan Pusat Statistik penggunaan sepeda motor di Indonesia dari tahun 1987 – 2013 mengalami peningkatan yang signifikan. Hal itu dapat diketahui dari data pada tahun 1987 dengan jumlah kendaraan sepeda motor di Indonesia sebanyak 5.554.305 unit dan data di tahun 2013 sebanyak 84.732.652 unit. Peningkatan jumlah sepeda motor juga diiringi bertambahnya usia sepeda motor, akibatnya kinerja mesin semakin menurun. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan gas hidrogen yang dapat digunakan sebagai penambah bahan bakar sehingga emisi kinerja mesin kendaraan dapat meningkat secara maksimal. Metode pemerolehan gas hydrogen dengan cara proses elektrolisis yang diterapkan pada reaktor yang menggunakan Stainless Steel sebagai katoda-anoda dan 4% larutan NaOH. Sumber tegangan yang digunakan pada reaktor adalah 12 Volt-15 Volt dengan penggunaan sistem kontrol arus. Gas hidrogen yang dihasilkan dari proses elektrolisis dimasukkan ke dalam ruang bakar melalui Inlet Manifold and Inlet Port Injection. Dari hasil penelitian penambahan gas hydrogen dengan sistem kontrol arus 4A, 5A, dan 6A mampu meningkatkan torsi mesin sebesar 5,42% dan daya mesin 10,501% dengan kuat arus 6A.

**Kata Kunci :** Kinerja Mesin; Performa; Elektrolisis; Hidrogen.

**Abstract.** Motorcycle is the one of famous transportations in Indonesia, based on Central Agency of Statistics (Badan Pusat Statistik), there is significant improvement of the using motorcycle in Indonesia from 1987-2013. It is seen in the data from Central Agency Statistics that there are 5,554,305 units of motorcycle on 1987 and 84,732,652 units on 2013. Increasing the number of motorcycle is also accompanied by the increasing age of motorcycle. It effects to the engine performance because the more old of motorcycle can make the engine performance is decrease. This research is aimed to produce hydrogen gas which can be used as fuel enhancer so the engine performance can increase maximally. The method of obtaining hydrogen gas is by electrolysis process which is applied to the reactor that uses Stainless Steel as cathode-anode and 4% of NaOH. The

voltage which is used in the reactor is 12 Volt-15 Volt with the use of a current control system. Hydrogen gas which is produced from electrolysis process is put in the combustor through Inlet Manifold and Inlet Port Injection. The result of this research showed that the addition of hydrogen gas with current control system 4 A, 5 A, and 6 A is capable to increase the engine torque until 5,42% and the engine power until 10,51% with the electric current 6 A.

**Keywords** : Engine performance; Performance; Electrolysis; Hydrogen.

## PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan sepeda motor di Indonesia paling tinggi dibandingkan negara Asean, yakni 13,2% transportasi. Penyebab meningkatnya sepeda motor, karena sepeda motor merupakan sarana transportasi yang murah dan terjangkau. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik penggunaan sepeda motor di Indonesia dari tahun 1987 – 2013 mengalami peningkatan yang signifikan, mulai tahun 1987 jumlah kendaraan sepeda motor di Indonesia 5.554.305 unit, terus bertambah tahun 1997 berjumlah 11.735.797 unit sepeda motor, di tahun 2007 berjumlah 41.955.128 unit dan data di tahun 2013 sebanyak 84.732.652 unit sepeda motor di Indonesia.

Peningkatan jumlah sepeda motor juga di iringi bertambahnya usia sepeda motor, akibatnya kinerja mesin semakin menurun. Kemampuan sepeda motor dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: ukuran mesin, angka kompresi, suhu dan tekanan udara di sekelilingnya, proses pembakaran dan kualitas bahan bakar. Hidrogen dapat digunakan sebagai bahan bakar, hal ini gas hidrogen sangat mudah terbakar dan akan terbakar pada konsentrasi serendah 4% H<sub>2</sub> di udara bebas (Putra, 2010:146).

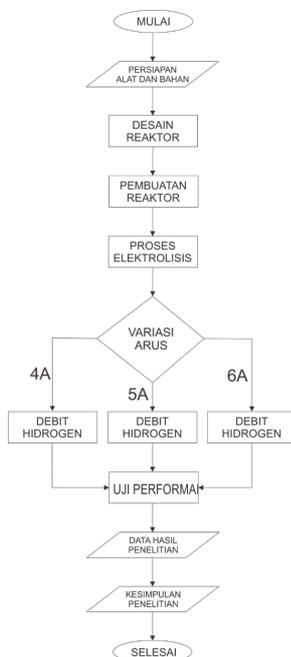
Salah satu langkah untuk meningkatkan performa torsi dan daya motor yang sudah bertambahnya usia sepeda motor sekaligus menanggulangi permasalahan penggunaan bahan bakar fosil adalah melalui pemanfaatan bahan bakar alternative. Hidrogen sebagai bahan bakar alternatif sudah mulai dikaji oleh berbagai ilmuwan, Menurut Civiniz dan Kose (2012) gas hidrogen merupakan zat yang mudah terbakar, sehingga pada saat digunakan dalam proses pembakaran mampu membakar campuran bahan bakar dan udara dengan sempurna. *As is apparent from the preceding sections, significant progress in hydrogenfuelled engines has been made lately in terms of achievable power density, efficiencies and emissions* (Rahman, 2010:10). *Hydrogen has unique characteristics that make it an ideal energy carrier* (Sherif, 2005:62). Bhattacharyya, Mirsa dan Sandeep menyatakan bahwa *”Hydrogen production from an abundantly available raw material like water and use of renewable energy resources like solar energy for hydrogen production by alkaline water electrolysis are truly representative of a possible environmental friendly and sustainable solution (albeit an initially expensive one even with the technology currently available)*

that will at.”, hal ini diperkuat dengan desain diagram Zeng dan Zhang (2010:308).

Adapun penelitian yang telah dilakukan oleh Yilmaz, Uludamar dan Aydin (2010: 11370) dengan menggunakan mesin diesel dan gas HHO dapat meningkatkan torsi sebesar 19,1%. Penambahan udara elektrolisis di ruang bakar maka suatu cuplikan hidrogen jika dibakar akan menghasilkan energi sebanyak kira-kira tiga kali energi yang dihasilkan bensin dengan berat yang sama ( Putra, 2010:146). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya pada mesin diesel, penelitian ini melakukan uji pada mesin sepeda motor. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan gas hidrogen yang dapat digunakan sebagai penambah bahan bakar sehingga emisi kinerja mesin kendaraan dapat meningkat secara maksimal.

## METODE

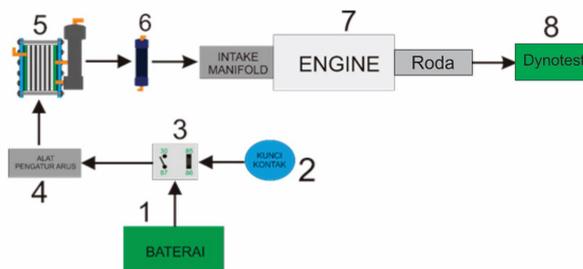
Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang bertujuan melihat hubungan sebab-akibat. Penelitian ini diadakan untuk mengetahui pengaruh penambahan gas hidrogen dengan variasi arus pada katalisator terhadap meningkatnya performa sepeda motor. Pada penelitian ini variasi arus yang digunakan sebesar 4 ampere, 5 ampere, dan 6 ampere dengan konsentrasi elektrolit NaOH 4% per liter aquades serta. Elektroda yang digunakan adalah *stainless steel*. Proses pengambilan data pada kendaraan bermotor menggunakan variasi putaran mesin 3000 rpm, 4500 rpm, 6000 rpm dan 7500 rpm. Adapun prosedur penelitian yang akan dilakukan dalam mempresentasikan kerangka berpikir adalah sebagai berikut:



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**

## Pengambilan data performa mesin

Hasil dari proses elektrolisis air yang berupa gas hidrogen dimasukkan pada ruang bakar melalui metode *Inlet Manifold and Inlet Port Injection* (civiniz dan koze, 2012). Adapun prosedur instalasi alat dan pengujian dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Skema Instalasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif. Dari hasil proses eksperimen diperoleh sebuah data, kemudian data tersebut diproses dan dianalisis. Setelah itu, data disajikan dalam bentuk tabel yang menjelaskan perubahan debit (volume) gas hidrogen dan performa torsi, daya mesin di ubah menjadi grafik atau diagram, sehingga dapat diketahui perbedaan arus dengan produktifitas gas hidrogen dan performa mesin.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Debit Gas *Hydrogen* Elektrolisis

Produktivitas gas Hidrogen sebagai hasil dari proses elektrolisis yang terjadi pada alat pemisah air menjadi Hidrogen yang nantinya digunakan untuk meningkatkan performa torsi dan daya mesin. Adapun pengujian produktivitas gas hydrogen dilakukan dengan menggunakan beberapa campuran konsentrasi larutan NaOH antara lain 2%, 4%, 6% , dan 8% tiap satuan liter.

Pada penelitian ini, alat yang digunakan untuk menghitung debit gas *hydrogen* pada proses elektrolisis yaitu berupa pipet ukur dengan panjang 25 ml, *stopwatch*, gelembung busa sabun, dan selang penyalur. Besar arus yang digunakan dalam menghitung debit gas hydrogen adalah 4 amper, 5 amper, dan 6 amper. Adapun tabel dan gambar diagram hasil pengujian debit gas *hydrogen*.

Tabel 1. Produktivitas Debit Gas HHO

Konsentrasi NaOH (%)	Debit HHO (ml/s)		
	Kuat Arus		
	4 amper	5 amper	6 amper
2	0,767	0,917	1,098
4	0,744	0,944	1,115

6	0,73	0,91	1,123
8	0,66	0,87	1,061

**Gambar 3. Produktivitas Debit Gas HHO**

Gambar 3. menunjukkan besarnya kuat arus maka debit gas *hydrogen* yang dihasilkan oleh reaktor mengalami peningkatan. Berdasarkan gambar 3 semakin besar konsentrasi NaOH menyebabkan debit gas hidrogen mengalami rata-rata penurunan.

### Uji Data Performa

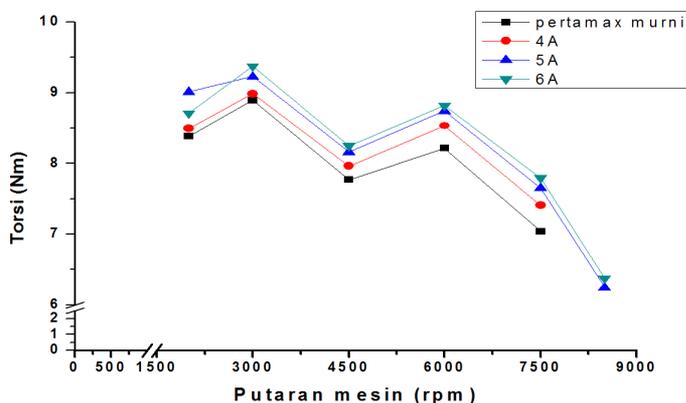
Hasil penelitian unjuk kerja diambil dari eksperimen yang dilakukan pada hari Sabtu, 12 Mei 2017 di bengkel Hyperspeed Jalan Majapahit No. 224 Semarang, dengan alat *dynotest* V3.3 menggunakan sepeda motor revo 110cc. Parameter penelitian adalah torsi dan daya dengan perlakuan menggunakan bahan bakar pertamax murni ( $0A$ ), *hydrogen* arus reaktor 4 ampere + pertamax (4A), *hydrogen* arus reaktor 5 ampere + pertamax (5A), *hydrogen* arus reaktor 6 ampere + pertamax (6A).

Pengambilan data dilakukan dalam beberapa variasi putaran mesin yaitu 3000 rpm, 4500 rpm, 6000 rpm sampai 7500 rpm dengan *range* 1500, maka akan diketahui seberapa besar perbedaan torsi dan daya yang dihasilkan tiap – tiap bahan bakar yang digunakan. Pengujian dilakukan 3 kali tiap putaran mesin, setelah itu dirata – rata, dan akan diperoleh hasil pengujian. Hasil pengujian torsi dan daya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2. Hasil Pengujian Torsi pada Berbagai Variasi Arus Reaktor Hidrogen**

Putaran mesin (RPM)	Rata-Rata Torsi Mesin			
	Pertamax	Pertamax + Hidrogen		
		4A	5A	6A
<b>3000 rpm</b>	8,893 Nm	8,986 Nm	9,23 Nm	9,375 Nm
<b>4500 rpm</b>	7,77 Nm	7,963 Nm	8,163Nm	8,25 Nm
<b>6000 rpm</b>	8,216 Nm	8,533 Nm	8,74 Nm	8,816 Nm
<b>7500 rpm</b>	7,043 Nm	7,406 Nm	7,653 Nm	7,795 Nm

Berdasarkan Tabel 2. bahwa penambahan gas *hydrogen* hasil elektrolisis dengan variasi arus memiliki pengaruh terhadap torsi mesin sebelum menggunakan penambahan gas hydrogen pada konsentrasi NaOH 4%. Gambar 3 menunjukkan besarnya torsi yang dihasilkan oleh setiap variasi arus pada katalisator elektrolisis pada setiap putaran mesin mengalami peningkatan sebelum penambahan gas *hydrogen* dengan konsentrasi NaOH 4%. Adapun peningkatan torsi mesin dapat disajikan oleh grafik berikut ini.

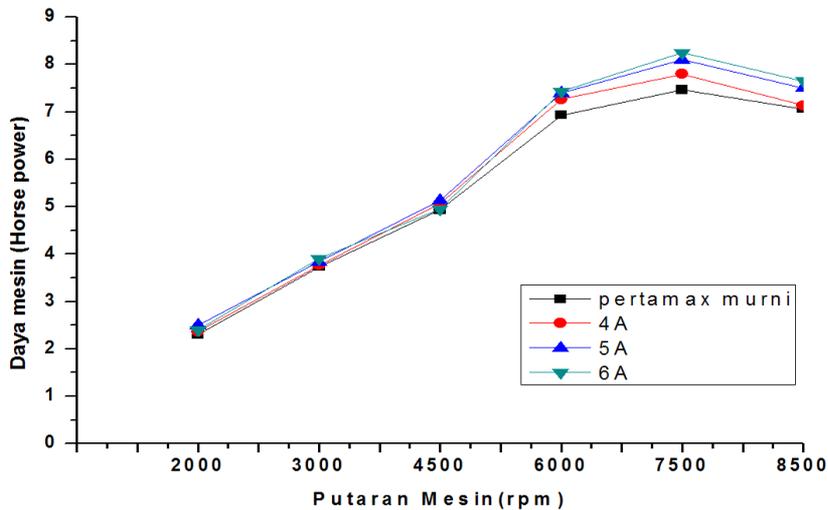


Gambar 4. Grafik Perbedaan Torsi

Tabel 3. Hasil Pengujian Daya pada Berbagai Variasi Arus Reaktor Hidrogen

Putaran mesin (RPM)	Rata-Rata Daya Mesin			
	Pertamax	Pertamax + Hidrogen		
		4A	5A	6A
3000 rpm	3,733	3,766	3,833	3,9 Hp
4500 rpm	4,933	5,066	5,133	4,95 Hp
6000 rpm	6,933	7,266	7,4 Hp	7,433
7500 rpm	7,466	7,8 Hp	8,1 Hp	8,25 Hp
8500 rpm	7,066	7,133	7,5 Hp	7,65 Hp

Berdasarkan table 3 bahwa penambahan gas *hydrogen* hasil elektrolisis dengan variasi arus memiliki pengaruh terhadap daya mesin dengan rata-rata mengalami peningkatan. Gambar 4 menunjukkan besarnya daya mesin yang dihasilkan oleh setiap variasi arus pada katalisator elektrolisis pada putaran mesin dengan rata-rata mengalami peningkatan dalam konsentrasi NaOH 4%. Adapun grafik peningkatan daya mesin dapat disajikan oleh grafik berikut ini:



**Gambar 5 Grafik Perbedaan Daya Mesin**

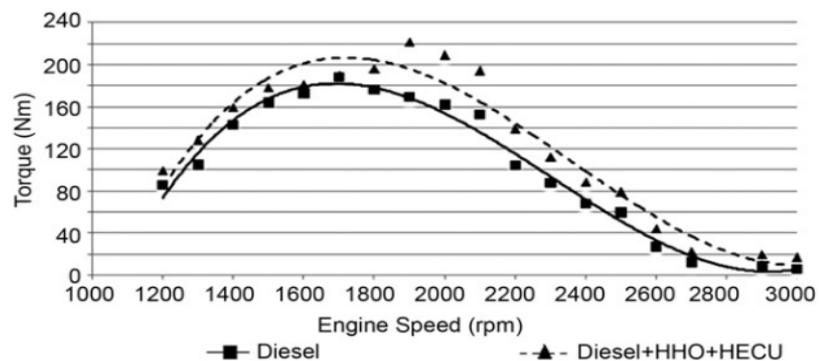
### Ujuk Kerja Mesin

Gambar 3 dan gambar 4 merupakan grafik pengujian torsi dan daya yang menunjukkan bahwa penggunaan penambahan gas *hydrogen* yang menggunakan katalisator dengan variasi arus 4 ampere, 5 ampere, dan 6 ampere akan menghasilkan torsi dan daya yang lebih besar bila dibandingkan dengan bahan bakar murni tanpa *hydrogen*. Hidrogen dapat digunakan sebagai bahan bakar, hal ini gas hidrogen sangat mudah terbakar dan akan terbakar pada konsentrasi serendah 4% H<sub>2</sub> di udara bebas (Putra, 2010: 146). Hal tersebut berlaku disetiap putaran mesin yaitu pada putaran 3000 rpm hingga 8500 rpm. Hasil pengujian torsi dan daya menunjukkan bahwa semakin berkurangnya arus diberikan maka nilai torsi dan daya juga menunjukkan nilai yang semakin kecil sehingga nilai torsi dan daya terbesar didapatkan dengan menggunakan variasi arus 6 ampere. Dari grafik juga terlihat bahwa torsi terbesar terjadi pada putaran mesin 3000rpm. Pada putaran mesin di atas 3000 rpm, nilai torsi akan semakin turun seiring dengan bertambahnya putaran mesin. Hal tersebut berlaku untuk setiap variasi arus diberikan. Sedangkan daya terbesar terjadi pada putaran 7500 rpm dan akan menurun pada putaran mesin yang lebih tinggi.

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energy (Karnowo, 2008:98), torsi didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada jarak sesaat dengan satuan Nm dan daya poros adalah daya efektif pada poros yang akan digunakan untuk mengatasi beban kendaraan (Karnowo, 2008:111), daya poros diperoleh dari pengukuran torsi pada poros yang dikalikan dengan kecepatan sudut putarnya. Peningkatan nilai torsi dan daya dalam setiap variasi arus katalisator hasil gas *hydrogen* menunjukkan bahwa pembakaran di dalam mesin menjadi lebih sempurna. Hal tersebut dikarenakan dengan penambahan gas *hydrogen* maka akan ter-

jadi perubahan karakteristik pada ruang bakar. Angka oktan merupakan salah satu karakteristik yang ada pada gas *hydrogen* dan pertamax. Gas *hydrogen* memiliki angka oktan 130 sedangkan angka oktan pertamax lebih rendah yaitu 92, sehingga dengan meningkatnya persentase jumlah debit gas *hydrogen* dengan variasi arus pada katalisator akan meningkatkan pula angka oktan di ruang bakar. *Hydrogen has unique characteristics that make it an ideal energy carrier* (Sherif, 2005:62).

Perlu juga diketahui bahwa pada umumnya jika dilihat pada prakteknya pembakaran dalam mesin sebenarnya tidak pernah terjadi pembakaran dengan sempurna meskipun mesin sudah dilengkapi dengan sistem kontrol yang canggih (Syahrani, 2006:261). Setidaknya pembakaran hampir sempurna walaupun kenyataan pembakaran selalu tidak sempurna. Penambahan udara elektrolisis di ruang bakar maka suatu cuplikan hidrogen jika dibakar akan menghasilkan energi sebanyak kira-kira tiga kali energi yang dihasilkan bensin dengan berat yang sama ( Putra, 2010:146). Adapun penelitian yang telah dilakukan oleh Yilmaz, Uludamar dan Aydin (2010: 11370) dengan menggunakan mesin diesel dengan grafik berikut :



**Gambar 5. Variasi torsi dengan kecepatan mesin**

(Sumber : *Effect of Gas Hidroxy (HHO) Gas Adition on Performance and Exhaust Emissions in Compression Ignition Engine*. International Journal of Hydrogen Energy, cienceDirect, 2010)

## SIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian, torsi meningkat maksimal sebesar 5,42% yang semula 8,893 Nm tanpa *hydrogen* menjadi 9,375 Nm pada putaran 3000 rpm dengan kuat arus 6 amper tetapi torsi yang putarannya melebihi 3000 rpm akan semakin menurun. Daya meningkat maksimal sebesar 10,501% yang semula 7,466Hp tanpa *hydrogen* menjadi 8,25Hp pada putaran 7500 rpm dengan kuat arus 6 amper tetapi daya yang putarannya melebihi 7500 rpm akan semakin menurun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andewi, N. M. I. Y. dan W. Hadi. 2012. Produksi Gas Hidrogen Melalui Proses Elektrolisis Air Sebagai Sumber Energi. *Jurusan Teknik Lingkungan*. ITS. Surabaya.
- Anjeel. 2016. *Understanding Hydrogen properties*. (ONLINE). [http://www.anjeel.com/auto/under-standing\\_hydrogen\\_properties.html](http://www.anjeel.com/auto/under-standing_hydrogen_properties.html). (Diakses pada 5 februari 2017)
- Bhattacharyya, R., A. Misra, dan K.C. Sandepp. 2016. Photovoltaic solar energy conversion for hydrogen production by alkaline water electrolysis: conceptual design and analysis. *Energy Conversion and management* :133:1-13.
- BPS. 2016. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 1949-2015*. (ONLINE). <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>. (Diakses pada 4 Februari 2017)
- Carcassi, M. N. dan F. Fineschi. 2005. Deflagrations of H<sub>2</sub>-air and CH<sub>4</sub>-air lean mixtures in a vented multi-compartment environment. *Energy* 30:1441-1450.
- Ciniviz, M. dan H. Kose. 2012. Hidrogen Use In Internal Combustion Engine. *International Journal of Automotive Engineering and Technologies* Vol 1. Issue 1. Hal. 1-15.
- Djawas, M. H. 2008. *Teknologi dan Implikasi Hybrid Sistem Pada 3 Raksasa Otomotif*. Jakarta : Binus University.
- Isana, SYL. 2010. Perilaku sel elektrolisis air dengan elektroda stainless steel. *Prosiding seminar nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*. UNY: FMIPA.
- Ismawan, A. K., S. Wiyono, dan N. Aklis. 2010. Pengaruh Pemasangan Alat Peningkat Kualitas Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Motor Bensin. *Jurusan teknik mesin fakultas mesin*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. 30-36.
- Kalkan, N., K.H. Luo, dan E. Guk. 2014. An Overview Of Hydrogen Fueeled internal Combustion Engines. *IJASR International Journal of Academic and Scientific Research*, 2(4): 58-70.
- Karnowo. dan W. D. Raharjo. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Kurdi, O. dan Arijanto. 2007. Aspek Torsi dan Daya Pada Mesin Sepeda Motor 4 Langkah dengan Bahan Bakar Campuran Premium – Methanol. *Pengajaran Jurusan Teknik Mesin Rotasi-volume9*. Semarang : Universitas Negeri Diponegoro
- Marlina, E. 2016. Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit Terhadap Produksi Brown's Gas. *INFO TEKNIK*, 17 (2): 187-196.
- Marlina, E., W. Slamet, dan Y. Lilis. 2013. Produksi Brown's Gas Hasil Elektrolisis H<sub>2</sub>O dengan Katalis NaHCO<sub>3</sub>. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4 (1): 53-58.
- Musfirah, N., B. Abdullah, S. Suryani, dan W. Wahab. 2015. Pengaruh Sistem Pembakaran Terhadap Jenis dan Konsentrasi Gas Buang Pada Sepeda Motor 110cc Silinder Tunggal

- Mendatar Dengan Sistem Pengapian DC (Direct Current). *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam* : 1-5
- Niu, R., X. Yu, Y. Du, H. Xie, H. Wu, dan Y. Sun. 2016. Effect of Hydrogen Proportion on Lean Burn Performance of a dual Fuel SI Engine Using Hydrogen Direct-Injection. *Journal Fuel* ,186: 792-799.
- Nugraha, B. S. 2007. Aplikasi Teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektronik (EFI) Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Sepeda Motor. *Jurnal Ilmiah Populer Dan Teknologi Terapan*, 5(2) :1-16.
- Pertamina. 2012. *Spesifikasi Pertamax*. (ONLINE). <http://www.pertamina.com/industrialfuel/media/24240/pertamax.pdf>. (Diakses pada 5 februari 2017).
- Putra, M. A. 2010. Analisis Produktifitas Gas Hidrogen Dan Gas Oksigen Pada Elektrolisis arutan KOH. *Jurnal Neutron*. 2(2):141-154.
- Rahman, A. 2010. *Spray Simulation of Hydrogen fuel for Spark Ignition Engine Using Computational Fluid Dynamics (CFD)*. Pahang : Universiti Malaysia Pahang.