

# Pengaruh Molaritas Kalium Hidroksida Pada *Brown* Gas Hasil Elektrolisis Terhadap Unjuk Kerja Dan Emisi (Pada Motor Bakar 4 Langkah)

## *(The Influence of Potassium Hydroxide Molarity on Brown's Gas from the Electrolisys Results to Engine Performance and Its Emissions (on 4 Stroke Engine))*

Mukhamad Bagus S.<sup>1</sup>, Digdo Listyadi S.<sup>2</sup>, Aris Zainul M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

E-mail: digdo\_listya@unej.ac.id

### Abstrak

Alternatif untuk mengurangi konsumsi bahan bakar minyak yang menyebabkan polusi udara semakin berinovasi. Salah satunya dengan penambahan *Brown* Gas pada motor bakar yang dapat meningkatkan unjuk kerja mesin dan memperbaiki emisi gas buang. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh molaritas larutan KOH sebagai penghasil *Brown* gas terhadap unjuk kerja dan emisi motor bakar 4 langkah. Pada penelitian ini, penulis menambahkan *Brown* Gas pada motor bakar 4 langkah dengan variasi molaritas larutan KOH 2M, 3M, dan 4M pada putaran mesin 3.000 rpm sampai 8.000 rpm. Hasil penelitian unjuk kerja mesin dan emisi gas buang disimpulkan terdapat pengaruh variasi molaritas larutan KOH terhadap unjuk kerja mesin dan emisi gas buang. Molaritas larutan KOH yang semakin tinggi akan meningkatkan produksi *Brown* gas. Dengan semakin tingginya *Brown* gas yang diinjeksikan pada ruang bakar, dalam batasan tertentu, akan meningkatkan unjuk kerja mesin dan memperbaiki emisi gas buang. Pada molaritas 4M torsi dan daya efektif rata-rata tertinggi adalah 1,51 Nm dan 8,70 HP. Nilai emisi gas CO, CO<sub>2</sub>, dan HC pada putaran mesin idle dengan variasi molaritas 4M adalah 0,22%, 6,27%, dan 117 ppm, sedangkan pada putaran mesin 7000 rpm hasilnya 0,65%, 5,67%, dan 753,67 ppm.

**Kata kunci:** variasi molaritas KOH, *Brown* gas, motor bakar 4 langkah, unjuk kerja mesin, emisi

### Abstract

During recent years, more alternatives has been innovated to reduce fuel consumption which causes the air pollution. One of which is the addition of *Brown's* Gas on engine that can improve engine performance and to repair the quality of exhaust emissions. The purpose of this research was to determine the influence of KOH molarity as *Brown's* gas producer on the performance and emissions on 4 stroke engine. In this research, the authors added *Brown's* Gas on 4 stroke engine with the variation of KOH solution molarity 2M, 3M and 4M on 3,000 rpm to 8,000 rpm. Based on the research results, it can be concluded that there are significant variations in KOH solution for engine performance and exhaust emissions. The higher the molarity of KOH solution the more *Brown* gas can be produced. The higher *Brown's* gas injected into the combustion chamber, within certain limits, will improve engine performance and to repair the quality of exhaust emissions. On molarity 4M torque and effective power highest are 1.51 Nm and 8.70 HP. Gas emission values CO, CO<sub>2</sub>, and HC on rpm idle with 4M molarity variation was 0.22%, 6.27%, and 117 ppm, while the 7000 rpm results are 0.65%, 5.67%, and 753.67 ppm.

**Keywords:** variation of KOH molarity, *Brown's* gas, 4 stroke engine, engine performance, emissions

### Pendahuluan

Selama ini bahan bakar kendaraan bermotor masih terpaku pada bahan bakar fosil, yaitu bensin dan solar. Sementara cadangan bahan bakar fosil sudah sedikit. Manusia membutuhkan alternatif untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil yang juga menimbulkan polusi udara yang cukup tinggi.

Pengembangan bahan bakar alternatif berupa biodiesel dan bio ethanol belum cukup menggantikan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Selain itu di Indonesia

terkendala bahan baku untuk membuatnya, karena bisa mengganggu ketersediaan bahan pangan. Maka dibutuhkan inovasi lain untuk menurunkan konsumsi bahan bakar agar kelestarian lingkungan tetap terjaga [1].

pada tahun 1974, Profesor Brown menemukan campuran sempurna gas hidrogen dan oksigen diperoleh dari proses elektrolisis air yang dapat menghasilkan daya ledakan cukup besar sehingga bisa dimanfaatkan dalam motor bakar. Penemuan tersebut dipatenkan dengan istilah *Brown* gas [2].

Inovasi untuk efisiensi bahan bakar dan memperbaiki emisi adalah dengan menambahkan *Brown* gas pada ruang

bakar kendaraan bermotor. *Brown gas* adalah hasil dari elektrolisis air yang menghasilkan hidrogen dan oksigen murni yang memiliki nilai oktan tinggi, sehingga dapat memperbaiki unjuk kerja mesin dan emisi gas buang [1].

Untuk mempercepat pemutusan ikatan gas hidrogen dan oksigen dalam proses elektrolisis, dibutuhkan katalis. Dalam penelitian ini digunakan katalis berupa kalium hidroksida (KOH). KOH merupakan senyawa basa, jika dilarutkan dalam air menjadi larutan KOH [3]. KOH adalah senyawa kimia alkali kaustik yang mudah larut dalam air dan mudah terbakar. Zat ini cepat menyerap karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air dari udara [4].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh molaritas larutan KOH sebagai penghasil *Brown gas* terhadap unjuk kerja dan emisi motor bakar 4 langkah. Parameter yang digunakan adalah variasi molaritas larutan KOH 2M, 3M, dan 4M pada putaran mesin 3.000 rpm sampai 8.000 rpm.

### Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah dengan menambahkan *Brown gas* pada ruang pembakaran melalui *intake manifold* untuk mengetahui unjuk kerja dan emisi gas buang motor bakar 4 langkah. Tahap pertama yaitu membuat alat elektrolisis dengan memotong pipa dan merangkainya seperti Gambar 1.



Gambar 1. Alat elektrolisis

*Brown gas* yang dihasilkan dari proses elektrolisis dimasukkan ke ruang pembakaran melalui celah intake manifold menggunakan selang. Setelah terpasang, dilakukan pengujian unjuk kerja mesin menggunakan dinamometer dan pengujian emisi gas buang menggunakan gas analyzer seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Dari dinamometer akan didapat nilai torsi dan daya efektif mesin. Sedangkan dari gas analyzer akan didapat emisi gas buang berupa  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ , dan HC.

Pengujian variasi molaritas larutan KOH 2M, 3M, dan 4M masing-masing dilakukan tiga kali pengulangan. Setelah dilakukan pengujian dengan tiga kali pengulangan, data-data yang ada kemudian direkap dan dianalisa.



Gambar 2. Pengujian Menggunakan Dinamometer

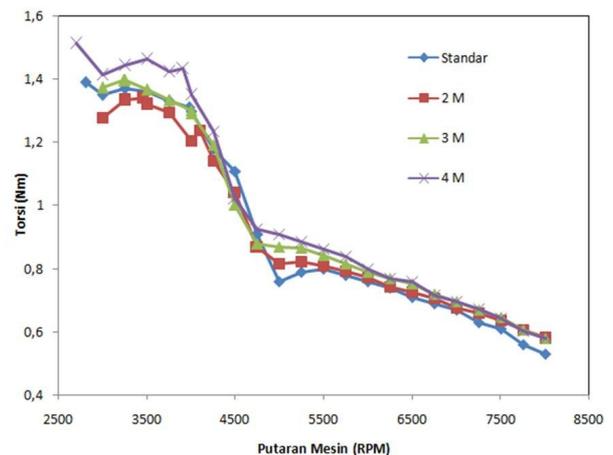


Gambar 3. Pengujian Menggunakan Gas Analyzer

### Hasil Dan Pembahasan

#### Hasil analisis torsi

Hubungan torsi terhadap putaran mesin pada keadaan standar dan pada keadaan setelah ditambahkan gas hasil elektrolisis dengan variasi molaritas 2M, 3M, dan 4M pada proses pembakaran motor bensin 4 langkah adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan torsi terhadap putaran mesin

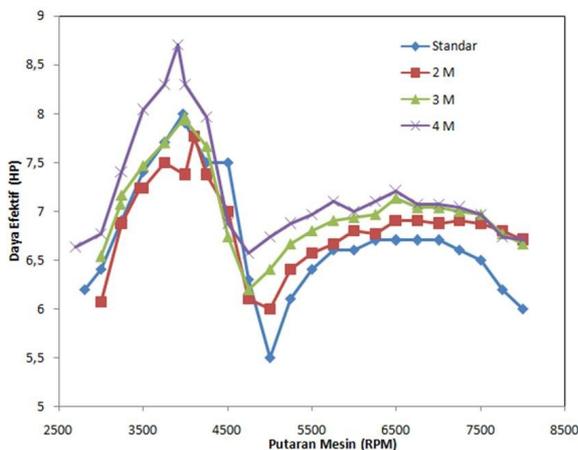
Secara umum dengan penambahan gas hasil elektrolisis (*Brown gas*) pada pembakaran motor bensin 4 langkah, dapat meningkatkan torsi. Torsi rata-rata tertinggi pada pengujian ini terdapat pada keadaan setelah ditambahkan gas hasil elektrolisis dengan molaritas 4M. Yaitu sebesar

1,51 Nm pada putaran mesin 2697 rpm. Berbeda dengan torsi tertinggi pada keadaan standar yang hanya 1,39 Nm pada kecepatan putaran mesin 2806 rpm. Sedangkan torsi rata-rata tertinggi pada variasi molaritas 2M dan 3M, berturut-turut adalah 1,34 Nm pada putaran mesin 3459 rpm dan 1,40 Nm pada putaran mesin 3234 rpm.

Peningkatan torsi pada keadaan setelah adanya penambahan gas hasil elektrolisis terjadi karena memungkinkannya pembakaran lebih sempurna. Dengan adanya tambahan *Brown* gas yang memiliki sifat lebih mudah terbakar, akan dapat mempercepat pembakaran. Percepatan pembakaran inilah yang kemudian dapat meningkatkan torsi.

### Hasil analisis daya efektif

Hubungan daya terhadap putaran mesin pada keadaan standar dan pada keadaan setelah ditambahkan gas hasil elektrolisis dengan variasi molaritas 2M, 3M, dan 4M pada proses pembakaran motor bensin 4 langkah adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 5.



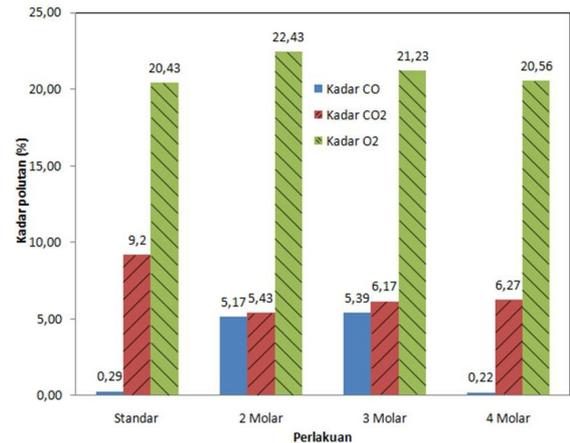
Gambar 5. Grafik hubungan daya efektif terhadap putaran mesin.

Sama halnya dengan torsi, penambahan gas hasil elektrolisis (*Brown* gas) pada pembakaran motor bensin 4 langkah, dapat meningkatkan daya. Daya rata-rata tertinggi pada pengujian ini terdapat pada keadaan setelah ditambahkan gas hasil elektrolisis dengan molaritas 4M. Yaitu sebesar 8,70 HP pada putaran mesin 3914 rpm. Berbeda dengan daya tertinggi pada keadaan standar yang hanya 8,00 HP pada kecepatan putaran mesin 3976 rpm. Sedangkan daya rata-rata tertinggi pada variasi molaritas 2M dan 3M, berturut-turut adalah 7,77 pada putaran mesin 4104 rpm dan 7,97 pada putaran mesin 3999 rpm.

Pada Gambar 5 di atas dapat dilihat dengan menambahkan *Brown* gas, daya pada putaran mesin tinggi selalu lebih besar dibandingkan dengan keadaan standar. Peningkatan daya pada keadaan setelah adanya penambahan gas hasil elektrolisis terjadi karena memungkinkannya pembakaran lebih sempurna. Dengan adanya tambahan *Brown* gas yang memiliki sifat lebih mudah terbakar, akan dapat mempercepat pembakaran. Percepatan pembakaran inilah yang kemudian dapat meningkatkan daya.

### Hasil analisis emisi gas buang

Analisa hubungan pengaruh molaritas KOH terhadap besarnya emisi gas buang pada pembakaran motor bensin 4 langkah ini dilakukan pada putaran mesin idle dan 7000 rpm. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh molaritas KOH sebagai katalis pada elektrolisis air, yang menghasilkan gas oksihidrogen, terhadap besarnya emisi gas buang. Hubungan pengaruh molaritas KOH terhadap emisi gas buang pada keadaan standar dan pada keadaan setelah ditambahkan gas hasil elektrolisis dengan variasi molaritas 2M, 3M, dan 4M pada proses pembakaran motor bensin 4 langkah adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 6.



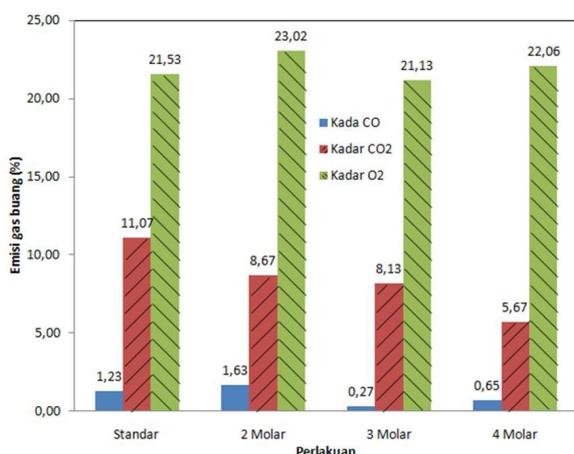
Gambar 6. Grafik hubungan pengaruh molaritas KOH terhadap emisi gas buang pada putaran mesin idle

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa dalam keadaan putaran mesin idle, kadar emisi gas buang CO mengalami peningkatan pada penambahan molaritas KOH 2M dan 3M. Namun turun, bahkan lebih rendah dari keadaan standar pada variasi molaritas KOH 4M. Jika pada keadaan standar besarnya emisi gas CO pada putaran mesin idle ini 0,29%, pada variasi 2M dan 3M meningkat menjadi 5,17% dan 5,39%. Akan tetapi turun dibandingkan dengan keadaan standar pada variasi 4M sebesar 0,22%. Hal ini disebabkan pembakaran pada variasi 2M dan 3M tidak sempurna, sehingga meningkatkan kadar CO. Sedangkan pada variasi 4M, pembakaran yang terjadi adalah pembakaran sempurna dibuktikan dengan menurunnya kadar CO.

Kadar CO<sub>2</sub> pada keadaan setelah ditambahkan gas hasil elektrolisis secara umum lebih rendah dibandingkan dengan pada keadaan standar. Jika pada keadaan standar besarnya kadar CO<sub>2</sub> mencapai 9,2%. Pada keadaan setelah ditambahkan gas hasil elektrolisis larutan KOH dengan variasi molaritas 2M, 3M, dan 4M berturut-turut adalah 5,43%, 6,17%, dan 6,27%. Penurunan dari keadaan standar dibandingkan dengan keadaan setelah ditambahkan gas hasil elektrolisis ini disebabkan pembakaran yang tidak sempurna. Namun semakin besar molaritas dari larutan KOH yang menghasilkan *Brown* gas, besarnya kadar emisi gas CO<sub>2</sub> semakin meningkat. Hal ini disebabkan pada molaritas lebih tinggi, pembakaran yang terjadi lebih sempurna dibandingkan dengan molaritas yang lebih rendah.

Emisi gas buang  $O_2$  cenderung meningkat setelah penambahan gas hasil elektrolisis, dibandingkan dengan keadaan standar. Jika pada keadaan standar besarnya kadar  $O_2$  adalah 20,43%. Pada keadaan setelah ditambahkan gas hasil elektrolisis larutan KOH dengan variasi molaritas 2M, 3M, dan 4M berturut-turut adalah 22,43%, 21,23%, dan 20,56%. Peningkatan ini dikarenakan tidak sempurnanya pembakaran. Namun semakin besar molaritas dari larutan KOH yang menghasilkan *Brown* gas, besarnya kadar emisi gas  $O_2$  semakin menurun. Hal ini disebabkan pada molaritas lebih tinggi, pembakaran yang terjadi lebih sempurna dibandingkan dengan molaritas yang lebih rendah.

Untuk perbandingan pengaruh molaritas KOH terhadap emisi gas buang pada keadaan standar dan pada keadaan setelah ditambahkan gas hasil elektrolisis dengan putaran mesin 7000 rpm, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik hubungan pengaruh molaritas KOH terhadap emisi gas buang pada putaran mesin 7000 rpm.

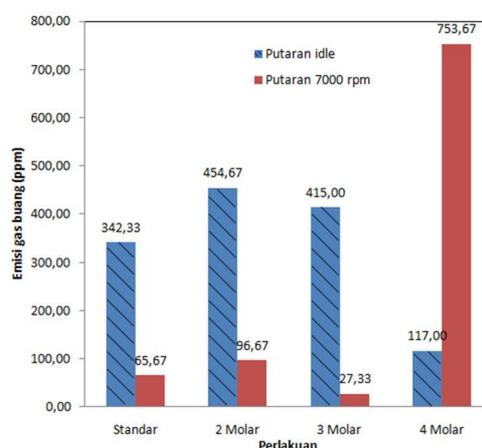
Pada putaran mesin tinggi (7000 rpm), kadar CO cenderung lebih rendah setelah adanya penambahan gas hasil elektrolisis. Jika pada keadaan standar besarnya kadar CO adalah 1,23%. Pada keadaan setelah adanya penambahan gas hasil elektrolisis dengan variasi molaritas KOH 2M, 3M, dan 4M berturut-turut adalah 1,63%, 0,27%, dan 0,65%. Menurunnya kadar CO ini menunjukkan adanya perbaikan emisi gas buang.

Begitu juga dengan kadar  $CO_2$  yang juga mengalami penurunan secara bertahap. Jika pada keadaan standar besarnya kadar  $CO_2$  adalah 11,07%. Pada keadaan setelah adanya penambahan gas hasil elektrolisis dengan variasi molaritas KOH 2M, 3M, dan 4M berturut-turut adalah 8,76%, 8,13%, dan 5,67%. Penurunan kadar emisi gas  $CO_2$  ini menunjukkan pembakaran kaya. Dimana terdapat bahan bakar yang tidak terbakar yang cukup tinggi.

Sedangkan kadar  $O_2$  masih cenderung mengalami kenaikan. Jika pada keadaan standar besarnya kadar  $O_2$  adalah 21,53%. Pada keadaan setelah adanya penambahan gas hasil elektrolisis dengan variasi molaritas KOH 2M, 3M, dan 4M berturut-turut adalah 23,02%, 21,13%, dan 22,06%. Kenaikan ini disebabkan pembakaran kaya yang terjadi.

Kemudian perbandingan pengaruh dari molaritas KOH terhadap besarnya kadar HC pada putaran mesin idle dan 7000 rpm dapat dilihat pada Gambar 8.

Dari Gambar 8 dapat dilihat pada putaran mesin rendah atau idle, penambahan gas hasil elektrolisis meningkatkan kadar HC. Hanya saja pada keadaan setelah ditambahkan gas elektrolisis dengan molaritas KOH 4M, hasilnya lebih rendah dibandingkan dengan keadaan standar. Jika pada keadaan standar besarnya kadar HC adalah 342,33 ppm. Pada keadaan setelah adanya penambahan gas hasil elektrolisis dengan variasi molaritas KOH 2M dan 3M meningkat menjadi 454,67 ppm dan 415 ppm. Sedangkan pada variasi 4M mengalami penurunan bahkan dibandingkan dengan keadaan standar menjadi 117 ppm. Hal ini disebabkan pembakaran pada variasi 2M dan 3M tidak sempurna, sehingga dapat meningkatkan kadar HC. Sedangkan pada variasi 4M, pembakaran yang terjadi adalah pembakaran sempurna dibuktikan dengan menurunnya kadar HC.



Gambar 8. Grafik hubungan pengaruh molaritas KOH terhadap emisi gas buang HC pada putaran mesin idle dan 7000 rpm.

Sama halnya pada putaran 7000 rpm, kadar HC meningkat setelah ditambahkan gas hasil elektrolisis dibandingkan pada keadaan standar. Bahkan pada variasi 4M peningkatan kadar HC jauh lebih besar. Jika pada keadaan standar besarnya kadar HC adalah 65,67 ppm. Pada keadaan setelah adanya penambahan gas hasil elektrolisis dengan variasi molaritas KOH 2M, 3M dan 4M berturut-turut menjadi 96,67 ppm, 27,33 ppm dan 753,67 ppm. Peningkatan ini disebabkan pembakaran kaya yang terjadi.

## Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian Pengaruh Molaritas Kalium Hidroksida (KOH) untuk Katalis pada Elektrolisis Air Sebagai Penghasil *Brown* Gas Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Motor 4 Langkah yaitu:

1. Semakin besar molaritas KOH, menghasilkan unjuk kerja mesin lebih baik, dibuktikan dengan meningkatnya torsi dan daya efektif.
2. Semakin besar molaritas KOH, menghasilkan emisi gas buang yang lebih baik, dibuktikan dengan menurunnya kadar CO,  $O_2$ , dan HC serta meningkatnya kadar  $CO_2$ .

Beberapa saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini antara lain:

1. Pemilihan selang yang akan mengalirkan gas hasil elektrolisis ke intake manifold lebih baik menggunakan selang yang kuat atau tidak mudah menyusut.
2. Sebaiknya untuk aliran listrik dari aki sepeda motor yang akan digunakan untuk elektrolisis menggunakan saklar agar dapat disambung dan diputus tanpa membongkar pasang kabel.

### Daftar Pustaka

- [1] Rosyidi, Fiktor dan Dwikoranto. 2012. "WGES (*Water Gas Electrolyzer System*) : Studi Eksperimental Elektrolisis Air Terhadap Emisi Gas Buang dan Konsumsi Bahan Bakar pada Kendaraan Bermotor". *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Unesa*.
- [2] Sebastian, Otto dan Sitorus, T. B. 2013. "Analisa Efisiensi Elektrolisis Air dari *Hydrofill* pada Sel Bahan Bakar". *Jurnal Dinamis*. Volume II, No. 12. Halaman 16-25.
- [3] Putra, A. M., 2010. "Analisis Produktifitas Gas Hidrogen dan Gas Oksigen pada Elektrolisis Larutan KOH". *Jurnal Neutrino*. Vol. 2, No. 2. Halaman 141-154.
- [4] <http://id.scribd.com/doc/130309580/KOH-brian> (diakses tanggal 12 Juni 2014)

