

UJI PRODUKSI GAS HIDROGEN MELALUI ELEKTROLISIS PLASMA AIR LAUT DENGAN KATALIS KOH DAN ZAT ADITIF ETANOL

Muthaharussayidun¹, Samsudin Anis¹, Widya Aryadi¹

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 02 04 2019
Disetujui 10 04 2019
Dipublikasikan 14 04 2019

Keywords:

Hydrogen; elektrolisis plasma; air laut; air suling; kalium hidroksida; etanol

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tegangan, kadar katalis, kon-sentrasi aditif etanol dan menguji sumber produksi gas hidrogen dengan metode elektrolisis plasma pada air laut untuk memastikan hi-drogen yang diproduksi adalah dari air yang terdekomposisi atau dari katalis dan etanol yang bereaksi. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan menguji larutan elektrolit air laut dan dengan air suling dengan kadar katalis KOH 0 gram, 25 gram, 50 gram, 75 gram, dan konsentrasi etanol 0%, 5%, 10% dan 15% pada tegangan 125 volt, 175 volt dan 225 volt. Slide Regulator digunakan untuk mengatur besarnya tegangan. Hasil penelitian menunjukkan tegangan yang digunakan berpengaruh terhadap laju produksi hidrogen. Selain tegangan, penambahan katalis dan aditif etanol juga sangat berpengaruh. Terlihat pada pengujian air laut tanpa penambahan kadar katalis dan zat aditif hanya muncul sedikit gas hidrogen. Hasil terbaik didapatkan pada tegangan 225 volt dengan 75 gram KOH dan 15% etanol sebesar 149,43 mL/s. Sedangkan konsumsi energi paling efisien didapat pada tegangan 225 volt dengan 75 gram KOH dan 10% etanol. Namun, pada setiap variasi penambahan konsentrasi aditif etanol 5%, 10% dan 15% tidak terlalu berpengaruh terhadap laju produksi gas dan konsumsi energi. Secara keseluruhan bias diambil kesimpulan bahwa hidrogen yang muncul adalah hasil dari reaksi katalis dan aditif yang terdekomposisi.

Abstract

This study aims to determine the effect of voltage, catalyst levels, concentration of ethanol additives and test the source of hydrogen gas production by plasma electrolysis method in seawater to ensure that the hydrogen produced is from decomposed water or from reacting catalyst and ethanol. The research method used was to test seawater and distilled water electrolyte solutions with KOH catalyst levels of 0 grams, 25 grams, 50 grams, 75 grams, and ethanol concentrations of 0%, 5%, 10% and 15% at a voltage of 125 volts, 175 volts and 225 volts. Slide Regulator is used to adjust the amount of voltage. The results of the research show that the voltage used has an effect on the rate of hydrogen production. In addition to stress, the addition of catalysts and ethanol additives is also very influential. It can be seen that in testing seawater without the addition of catalysts and additives, only a small amount of hydrogen gas appears. The best results were obtained at a voltage of 225 volts with 75 grams of KOH and 15% ethanol at 149.43 mL/s. While the most efficient energy consumption is obtained at a voltage of 225 volts with 75 grams of KOH and 10% ethanol. However, in each variation the addition of 5%, 10% and 15% ethanol additive concentration did not significantly affect the rate of gas production and energy consumption. As a whole it can be concluded that the hydrogen that appears is the result of a decomposed catalytic and additive reaction.

PENDAHULUAN

Hampir disemua aktivitas kehidupan manusia sangat tergantung pada tersedianya energi yang cukup, sehingga energi menjadi komponen penting bagi kelangsungan hidup manusia. Selama ini manusia masih tergantung pada sumber energi fosil karena sumber energi fosil inilah yang mampu memenuhi kebutuhan energi manusia dalam skala besar (Muliawati, 2008). Sebagai bahan bakar utama, bahan bakar fosil tidak ramah lingkungan dan tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu, berbagai cara dilakukan untuk memproduksi bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui.

Salah satu bentuk energi terbarukan yang dewasa ini menjadi perhatian besar pada banyak negara, terutama di negara maju adalah hidrogen. Hidrogen merupakan bahan bakar sekaligus untuk kelistrikan sebagai alternatif energi (Dewi, 2011). Hidrogen diproyeksikan oleh banyak negara akan menjadi bahan bakar masa depan yang lebih ramah lingkungan dan lebih efisien. Dimana suplai energi yang dihasilkan sangat bersih karena hanya menghasilkan uap air sebagai emisi selama berlangsungnya proses. Hidrogen dipertimbangkan sebagai bahan bakar yang sangat penting dan menjanjikan baik dalam industri kimia maupun industri mesin. Hal ini karena, hidrogen memiliki kepadatan energi yang tinggi dan emisi yang rendah ketika di konsumsi. Hidrogen juga digunakan dalam jumlah besar di industri kimia dan petroleum sebagai *raw material* atau sebagai reaktan yang esensial dalam proses seperti pemurnian minyak, pembuatan etanol, pembuatan ammonia, dan lain-lain. Aplikasi hidrogen sebagai bahan bakar telah dikembangkan oleh Beni dan Sitorus (2014) dengan menggunakan hidrogen sebagai campuran bahan bakar premium.

Untuk mendapat hidrogen secara murni dibutuhkan beberapa metode untuk memecah ikatan dari senyawa yang mengandung hidrogen tersebut. Metode yang banyak digunakan untuk mendapat hidrogen murni adalah elektrolisis, elektrolisis merupakan perubahan kimia, atau reaksi dekomposisi dalam suatu elektrolit oleh arus listrik. Selain itu, hidrogen dapat juga diperoleh dengan perlakuan steam reforming, yaitu proses reaksi mencampurkan minyak dan air dalam fase uap untuk menghasilkan hydrogen (Nainggolan, 2017). Walaupun sudah berusaha memodifikasi dalam setiap prosesnya, tetap saja kebutuhan energi dan biaya untuk prosesnya belum sebanding dengan hidrogen yang dihasilkan dan dimanfaatkan sebagai kebutuhan energi.

Seperti dalam penelitian Sakson (2014) untuk mendapat gas hidrogen menggunakan larutan KOH dan aditif metanol serta menggunakan elektrolit air suling pada tegangan mencapai 350 volt. Begitu pula dengan Yan (2008) dan Yan (2009) melakukan elektrolisis plasma pada larutan etanol dan metanol, katalis KOH pada elektrolit air suling dengan tegangan mencapai 1200 volt, serta Batubara (2012) dan menggunakan katalis KOH dan aditif etanol dengan elektrolit air suling pada tegangan mencapai 500 volt. Walaupun sudah didapatkan hidrogen yang maksimal, namun masih menggunakan air suling yang harus melalui proses untuk mendapatkannya dan masih belum dipastikan sumber hidrogen yang dihasilkan. Untuk itu tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan dan lebih memaksimalkan produksi gas hidrogen dengan menggunakan elektrolit yang mudah untuk mendapatkannya yang berupa air laut, mengetahui pengaruh variasi tegangan, kadar katalis, konsentrasi zat aditif dan sumber gas hidrogen yang dihasilkan.

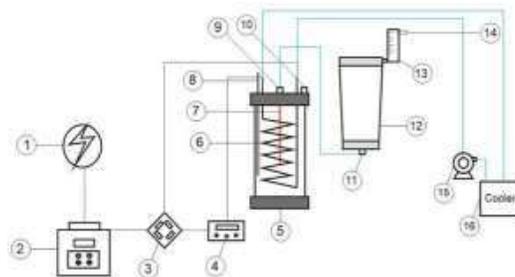
METODE PENELITIAN

Proses pengujian ini menggunakan variabel penelitian berupa variasi tegangan, variasi berat, serta variasi konsentrasi (seperti pada pada Tabel 1) dengan menggunakan air laut sebagai elektrolit. Pada masing-masing variasi diuji menggunakan alat elektrolisis plasma dengan mengatur tegangannya menggunakan *slide regulator*. Sebelum proses elektrolisis dengan mengalirkan arus listrik dijalankan, pastikan alat-alat yang digunakan terpasang dengan baik untuk mencegah kebocoran dan kesalahan dalam pengambilan data.

Tabel 1. Data Pengujian

Tegangan (V)	Katalis KOH (gram)	Etanol (%)
125	25	5
175	50	10
225	75	15

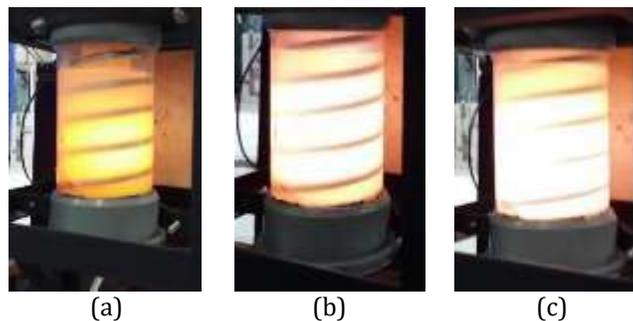
Jika instalasi peralatan sudah terpasang dengan benar dan sesuai seperti pada Gambar 1, selanjutnya bahan yang akan kita pakai yaitu air laut dan katalis KOH serta etanol sebagai zat aditif dimasukkan kedalam reaktor. Menghubungkan alat elektrolisis plasma ke sumber tegangan listrik (PLN) dengan Slide Regulator menaikkan tegangan secara perlahan-lahan sesuai dengan tegangan AC yang di inginkan (125V, 175V, 225V) dengan menggunakan *diode bridge* arus akan di rubah menjadi arus DC sehingga sesuai dengan yang dibutuhkan pada reaksi elektrolisis plasma. Ketika suhu larutan mencapai 50⁰C, aliran pendingin dinyalakan untuk mendapatkan kondisi suhu reaktor di rentang 40-50°C.

**Gambar 1.** Skema alat penelitian

Dalam penelitian ini, data yang didapat dari hasil pengujian tersebut akan disajikan dengan metode analisis deskriptif, mempelajari alat, teknik, atau prosedur yang digunakan untuk menggambarkan atau mendeskripsikan kumpulan data atau hasil pengamatan yang telah dilakukan. Kegiatan-kegiatan tersebut antara lain adalah kegiatan pengumpulan data, pengelompokkan data, penentuan nilai dan fungsi statistik, serta pembuatan grafik, diagram dan gambar.

HASIL PENELITIAN

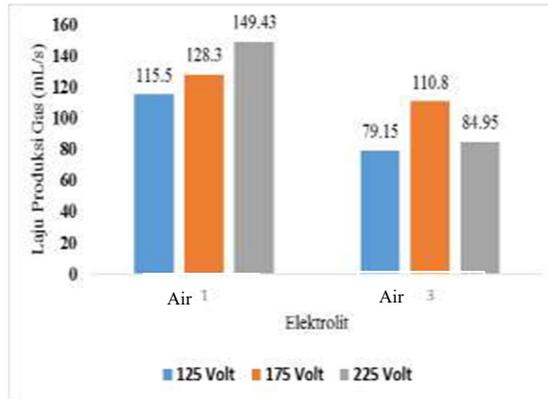
Pada saat awal berlangsungnya proses elektrolisis, plasma tidak langsung muncul sehingga proses yang terjadi bukanlah elektrolisis plasma melainkan elektrolisis konvensional. Setelah tegangan dinaikkan dan suhu larutan di dalam reaktor meningkat barulah mulai terlihat bunga api plasma di ujung katoda dan proses yang terjadi berubah menjadi elektrolisis plasma yang mengalirkan lebih banyak gas melalui tabung *bubbler* menuju *flowmeter*.

**Gambar 2.** Plasma yang muncul saat pengujian (a) pada tegangan 125 volt dengan 75 gram KOH dan 5%

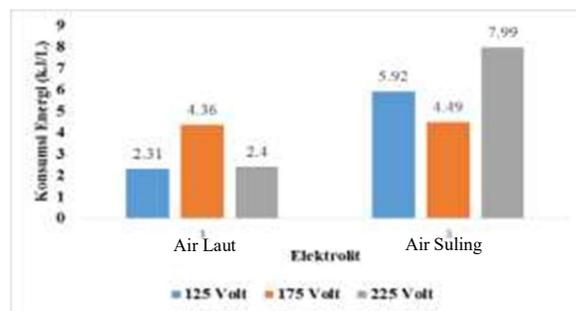
etanol, (b) pada tegangan 175 volt dengan 75 gram KOH dan 5% etanol dan (c) pada tegangan 225 volt dengan 75 gram KOH dan 5% etanol

Menurut Zeng dan Zhang (2010) dalam penelitiannya oksigen yang dihasilkan di anoda membentuk gelembung-gelembung kecil yang berkumpul menutupi anoda. Hal ini disebabkan karena anoda lebih cenderung hidrofilik terhadap air dibandingkan terhadap gelembung.

1. Variasi Elektrolit



Gambar 3. Grafik Perbandingan Laju produksi hidrogen pada elektrolit air laut dengan air suling



Gambar 4. Grafik Perbandingan Konsumsi energi pada proses elektrolisis plasma antara air laut dengan air suling

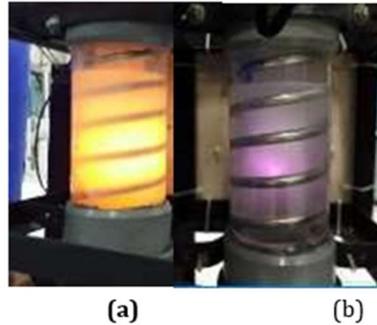
Tabel 2. Data Perbandingan Laju Produksi Hidrogen dan Konsumsi Energi antara Air Laut dan Air Suling

Elektrolit	Tegangan (V)	KOH (gram)	Etanol (%)	Laju Hidrogen (mL/s)	Arus (A)	Suhu (°C)	Konsumsi Energi (kJ/L)
Air Laut	125	75	15	115.5	2.15	49	2.31
	175			128.3	3.2	42	4.36
	225			149.43	0.8	40	2.4
Air Suling	125	75	15	79.15	3.75	52.5	5.92
	175			110.8	2.85	51.5	4.49
	225			84.95	3.0	47	7.99

Dari percobaan variasi elektrolit didapatkan hasil laju produksi hidrogen pada saat menggunakan elektrolit air laut lebih besar dan konsumsinya lebih sedikit dibandingkan dengan pada saat menggunakan air suling. Hal ini disebabkan oleh garam dan mineral yang terkandung dalam air laut yang mempercepat laju reaksi. Rata-rata hidrogen yang dihasilkan oleh elektrolisis air suling adalah sebesar 91.6 mL/s, sedangkan dari elektrolisis air laut menghasilkan hidrogen sebesar 131.1 mL/s. Ini berarti laju produksi

hidrogen naik sebesar 43.2% ketika menggunakan elektrolit air laut.

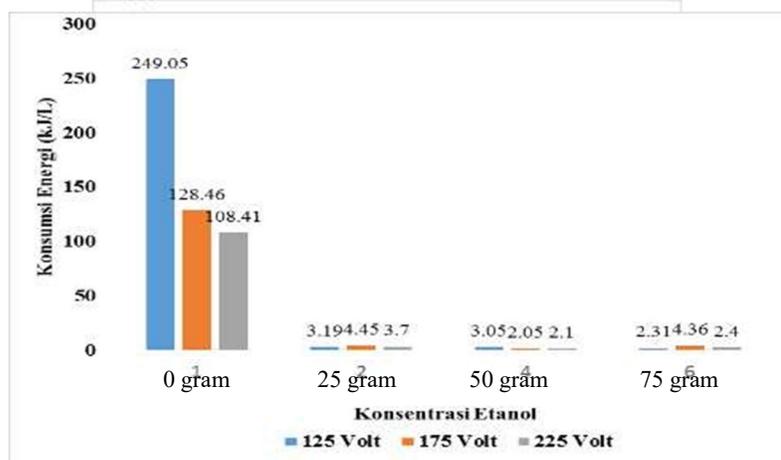
Plasma yang muncul saat menggunakan air laut berwarna merah cerah diseluruh tabung, sedangkan pada saat menggunakan air suling plasma yang muncul berwarna keunguan dan hanya terlihat pada bagian tengah tabung



Gambar 5. Perbandingan Volume dan Warna Plasma antara (a) Elektrolit Air Laut dan (b) Air Suling

2. Variasi Katalis

Gambar 6. Pengaruh Penambahan Katalis KOH Terhadap Laju produksi gas hidrogen



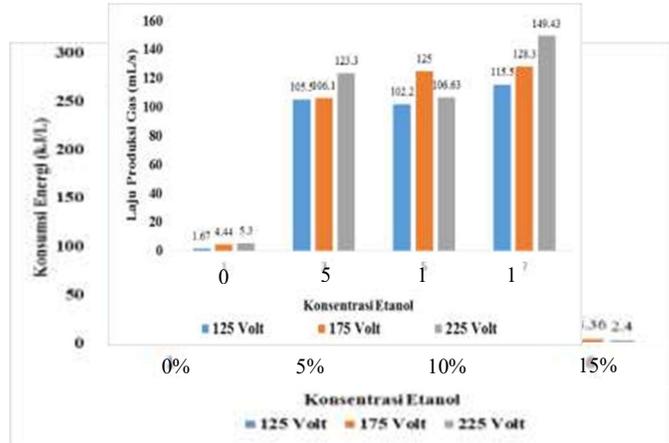
Gambar 7. Grafik Pengaruh Penambahan Katalis terhadap Konsumsi Energi pada Kondisi 15% Etanol

Dari gambar di atas terlihat bahwa semakin tinggi KOH yang ditambahkan ke dalam reaktor yang berisi larutan air laut dan etanol untuk proses elektrolisis plasma, maka semakin tinggi pula laju produksi gas hidrogen yang dihasilkan. Ini disebabkan oleh ion-ion dari katalis yaitu K^+ dan OH^- menyebabkan ion-ion di dalam air semakin cepat bereaksi dan terdekomposisi.

Menurut Batubara (2012), peningkatan konsentrasi KOH dalam larutan akan meningkatkan jumlah OH^- dan ion K^+ . Plasma akan membuat ion OH^- menjadi OH^+ . Radikal OH (OH^+) dapat mengalami dekomposisi menjadi hidrogen dan oksigen. Dengan kata lain, peningkatan konsentrasi KOH akan meningkatkan produksi hidrogen.

3. Variasi Zat Aditif Etanol

Gambar 8. Pengaruh Konsentrasi Etanol Terhadap Laju Produksi gas hidrogen



Gambar 9. Pengaruh Konsentrasi Etanol Terhadap Konsumsi Energi

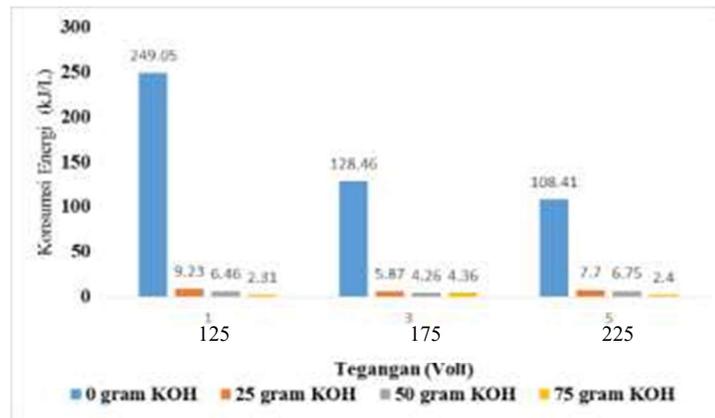
Yan (2008) dalam penelitian Batubara (2012) mengatakan bahwa aditif etanol berguna untuk meningkatkan produktifitas hidrogen karena larutan tersebut berfungsi menyeimbangkan spesi-spesi aktif H^+ dan OH^- yang nantinya akan mendorong pemutusan ikatan dalam dekomposisi air. Itulah sebabnya mengapa penambahan konsentrasi etanol akan meningkatkan produktivitas hidrogen dan oksigen.

Dari Gambar 9 dapat terlihat bahwa konsentrasi etanol di dalam larutan elektrolisis plasma berpengaruh terhadap laju produksi hidrogen. Larutan dengan konsentrasi etanol lebih sedikit menghasilkan gas hidrogen lebih sedikit pula, meskipun tidak mutlak menaikkan produksi gas hidrogen. Begitu pula pada konsumsi energinya, semakin tinggi konsentrasi etanol semakin kecil konsumsi energi yang dibutuhkan.

4. Variasi Tegangan



Gambar 10. Pengaruh Tegangan Terhadap Laju Produksi Hidrogen



Gambar 11. Pengaruh Tegangan Terhadap Konsumsi Energi

Dari Gambar 10 dapat terlihat bahwa semakin tinggi tegangan yang digunakan dalam proses elektrolisis plasma air laut ini akan semakin tinggi pula laju produksi hidrogen yang terjadi selama proses. Hal ini sama dengan yang terjadi pada pembahasan sebelumnya.

Begitu pula dengan konsumsi energi yang digunakan semakin tinggi tegangan yang digunakan dalam proses elektrolisis plasma air laut ini akan semakin kecil seiring dengan semakin tingginya tegangan yang digunakan dalam proses elektrolisis plasma air laut ini, sebagaimana terlihat pada Gambar 11.

PEMBAHASAN

Pada uji produksi gas hidrogen melalui elektrolisis air laut ini dilakukan dengan tiga macam variabel yang dilakukan percobaan, yaitu variasi penambahan katalis, variasi konsentrasi etanol, dan variasi tegangan serta dilakukan pula pengujian menggunakan air suling sebagai pembanding. Dengan menggunakan air laut kita dapat menaikkan laju produksi hidrogen menjadi 131.1 mL/s dibanding menggunakan air suling yaitu sebesar 91.6 mL/s atau naik sebesar 43.2%, seperti terlihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Dari percobaan tersebut didapatkan laju produksi gas hidrogen terbaik terlihat pada Gambar 6 dan Gambar 7 yaitu pada 75 gram KOH dengan 15% etanol dan pada tegangan 225 volt yaitu sebesar 149.43 mL/s. Dan konsumsi energi paling rendah didapat pada pengujian 75 gram KOH dengan 10% etanol pada tegangan 225 volt yaitu sebesar 2.1 kJ/L.

Dari hasil percobaan tersebut dapat diketahui bahwa penambahan katalis dan etanol serta tegangan yang tinggi dapat meningkatkan laju produksi hidrogen dan menurunkan konsumsi energi yang dibutuhkan. Pada penelitian Batubara (2012) menggunakan KOH sebesar 2.8 gram (0.05M) dan etanol 15% pada tegangan 300 volt menghasilkan laju produksi gas hidrogen sebesar 0.47 mL/s. Sedangkan pada penelitian ini dengan menambahkan KOH 25 gram (0.48 M) dan 15 % etanol pada tegangan 225 volt menghasilkan laju produksi gas hidrogen sebesar 73.3 mL/s.

Ini terjadi karena menurut Batubara (2012), peningkatan konsentrasi KOH dalam larutan akan meningkatkan jumlah OH^- dan ion K^+ . Plasma akan membuat ion OH^- menjadi OH^+ . Radikal OH^- (OH^+) dapat mengalami dekomposisi menjadi hidrogen dan oksigen. Dengan kata lain, peningkatan konsentrasi KOH akan meningkatkan produksi hidrogen.

SIMPULAN

Dari percobaan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan air laut, penambahan katalis, konsentrasi etanol dan tegangan yang tinggi dapat meningkatkan laju produksi gas hidrogen dan menurunkan konsumsi energi yang dibutuhkan, artinya proses yang dilakukan semakin efisien. Karena hasil tersebut diatas maka bisa dipastikan bahwa gas hidrogen yang dihasilkan disebabkan oleh katalis dan zat aditif yang terdekomposisi menjadi gas hidrogen.

Untuk penelitian selanjutnya penulis memberikan saran bahwa perlu memperbaiki desain reaktor agar lebih maksimal lagi dalam proses pengamatan serta tidak terjadi ketimpangan yang terlalu jauh, penggunaan komponen-komponen kelistrikan yang tahan terhadap tegangan tinggi agar terhindar dari kerusakan dan konsleting, dan perlu juga penyesuaian kadar katalis dan zat aditif yang digunakan dengan ukuran serta jenis reaktor yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Beni, Efinde. Dan Sitorus, TulusBurhanudin. Pengaruh Penggunaan Hidrogen Sebagai Campuran Bahan Bakar Premium Pada Performansi Mesin Otto. Jurnal e-Dinamis. Vol. 10. No. 2.
- Batubara, T. 2012. Sistem Produksi Hidrogen Menggunakan Reaktor Glow Discharge Plasma Electrolysis Dalam Larutan Koh-Etanol. Skripsi. Universitas Indonesia: Depok
- Dew, Eniya Listiani. 2011. Potensi Hidrogen sebagai Bahan Bakar untuk Kelistrikan Nasional. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan": Yogyakarta. ISSN 1693-4392.
- Muliawati, N. 2008. Hidrogen Sebagai Sel Bahan Bakar: Sumber Energi Masa Depan. Makalah. Universitas Lampung: Lampung
- Nainggolan, Andre Gunawan. 2017. Pengaruh Perbandingan Karbon Aktif Dan Cuzn Terhadap Produktivitas Gas Hidrogen Dari Minyak Biji Randu. Thesis. Universitas Brawijaya.
- Prambasto, S. 2013. Sintesis Fotokatalis M/TiO₂ dan Aplikasinya Untuk Dekomposisi Air. Skripsi. Universitas Negeri Semarang: Semarang
- Saksono, N. 2014. Plasma Formation Energy and Hydroxyl Production On Contact Glow Discharge Electrolysis. Chemical Engineering Journal. 11/3:141-148
- Yan ZC., Li, C. dan Lin, W H. 2008. Hydrogen generation by glow discharge plasma electrolysis of methanol solutions. Plasma Science and Technology Journal. 34:48-55
- Yan ZC., Li, C, dan Lin, W H. 2009. Hydrogen generation by glow discharge plasma electrolysis of ethanol solutions. Journal of Physics. 41:1-7
- Zeng, K., & Zhang, D. 2010. Recent progress in alkaline water electrolysis for hydrogen production and applications. Journal of Energy and Combustion Science. 37/3:307-326