

**PENGARUH LUASAN ELEKTRODA JENIS *STAINLESS STEEL*
TERHADAP VOLUME PRODUKSI GAS OKSIHIDROGEN (HHO) PADA
ELEKTROLIZER TIPE BASAH (*WET CELL*)**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Program Strata
Satu Pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan
Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh:

**MUHAMMAD ZIKRA
NIM/BP. 14073005 / 2014**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

PERSKUTUHAN SKRIPSI

PENGARUH LUASAN ELEKTRODA JENIS *STAINLESS STEEL*
TERHADAP VOLUME PRODUKSI GAS OKSIHIDROGEN (H₂O)
PADA ELEKTROLIZER TIPE BASAH (*WET-CELL*)

Nama : Muhammad Zakra
NIM : 140730052014
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 09 Agustus 2018

Disetujui oleh,

Pembimbing I



Irma Yulia Basri, S.Pd., M.Eng
NIP. 19770707 200501 2 002

Pembimbing II



Wapino, S.Pd., M.Pd., T
NIP. 19780408 200312 1 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Otomotif
FT-UNP



Drs. Maritas, M.Pd
NIP: 19640801 199203 1 003

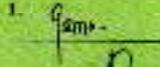
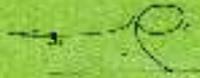
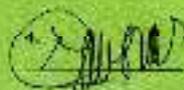
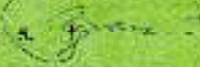
PENGESAHAN SKRIPSI

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Skripsi di Depan Tim Penguji
Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik
Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Judul : Pengaruh Luasan Elektroda Jenis Stainless Steel
Terhadap Volume Produksi Gas Oksihidrogen (HHO)
Pada Elektrolizer Tipe Basah (Wet Cell)
Nama : Muhammad Zikra
NIM : 140730052014
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 09 Agustus 2018

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Irma Vella Basri, S.Pd., M.Kes	1. 
2. Sekretaris	: Wagino, S.Pd., M.Pd., T	2. 
3. Anggota	: Dr. Remon Lapisa, S.P., MT	3. 
4. Anggota	: Suzul Hidayat, S.Pd., MT	4. 
5. Anggota	: Wawan Purwanto, S.Pd., MT, Ph.D	5. 



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7055902 - F.T: (0751) 7055644, 44518 Fax: 7039644
E-mail: info@unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Muhammad Zikra**
NIM/BP : 14073005/ 2014
Program Jurusan : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyampaikan bahwa skripsi saya dengan judul: **Pengaruh Luasan Elektroda Jenis *Stainless Steel* Terhadap Volume Produksi Gas Oksihidrogen (HHO) Pada Elektrolizer Tipe Basah (*Wet Cell*)** adalah benar hasil karya saya bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia di proses dan menerima sanksi akademis maupun hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 09 Agustus 2018
Saya yang Menyatakan,

Muhammad Zikra
NIM. 14073005

ABSTRAK

Muhammad Zikra. 2018. “*Skripsi*. Padang: Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.”

Penelitian ini membahas tentang penelitian mengenai pengaruh luasan elektroda jenis *stainless steel* terhadap volume produksi gas oksihidrogen (HHO) pada elektrolizer tipe basah (*wet cell*). Tujuan penelitian ini adalah menjelaskan proses terjadinya penghasilan gas oksihidrogen (HHO), membuktikan gas HHO mengandung gas hidrogen yang mudah terbakar serta mengetahui pengaruh luasan elektroda terhadap volume produksi gas HHO yang dihasilkan. Sebagai solusi atas permasalahan yang peneliti temukan mengenai menipisnya persediaan bahan bakar fosil seiring meningkatnya produksi kendaraan dan emisi gas buang hasil pembakaran fosil yang tinggi.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen, yaitu salah satu teknologi yang sedang dikembangkan. Objek penelitian ini adalah *electrolyzer*, penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahap yaitu, pengujian volume produksi gas oksihidrogen (HHO) dilakukan dengan menggunakan gelas ukur dan *stopwatch* berdasarkan waktu 30 detik, 60 detik dan 90 detik. Pengujian ini dilakukan dalam 2 spesimen yaitu pada luasan elektroda 100x50 mm dan 50x50 mm. Pengujian dilakukan masing-masing sebanyak 3 kali, kemudian dirata-ratakan dan dibandingkan untuk mengetahui pengaruh luasan dari elektroda terhadap volume produksi gas yang dihasilkan elektrolizer dalam proses elektrolisis.

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan dapat disimpulkan beberapa hal berikut. *Pertama*, luasan elektroda yang digunakan terhadap elektrolizer dalam proses elektrolisis air berpengaruh terhadap volume produksi gas HHO yang dihasilkan, yang mana luasan elektroda 100x50 mm memiliki hasil volume produksi gas HHO lebih banyak dari pada luasan elektroda 50x50 mm. Secara umum kenaikan keseluruhan volume produksi gas HHO dari elektroda 50x50 mm ke elektroda 100x50 mm dalam waktu 30 detik, 60 detik dan 90 detik yaitu sebanyak 284,99 ml atau sebanyak 53,60%. *Kedua*, gas HHO yang dihasilkan elektrolizer dalam proses elektrolisis air mengandung gas hidrogen yang mudah terbakar. Hal ini dibuktikan dengan sebuah video pengujian pembakaran gas HHO.

Kata Kunci: elektrolizer, gas oksihidrogen (HHO), *stainless steel*.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur peneliti ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Luasan Elektroda Jenis *Stainless Steel* Terhadap Volume Produksi Gas Oksihidrogen (HHO) Pada Elektrolizer Tipe Basah (*Wet Cell*)”** yang mana merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan Program Studi Strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam penyusunan skripsi ini, peneliti menyadari bahwa tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, peneliti belum tentu dapat menyelesaikan proposal penelitian ini. Untuk itu ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd, MT. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd. Ketua Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc. Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Ibuk Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng selaku pembimbing I yang telah memberikan motivasi, perhatian serta waktu untuk membimbing peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Wagino, S.Pd, M.Pd.T selaku pembimbing II yang telah memberikan motivasi, perhatian serta waktu untuk membimbing peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Karyawan/i Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Teristimewa kepada kedua Orang Tua dan keluarga besar peneliti yang selalu memberi motivasi, semangat dan do'a dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif tahun masuk 2014 yang telah memberi motivasi serta semangat kepada peneliti.

Semoga bantuan, bimbingan dan arahan yang Bapak/Ibu dan Teman-teman berikan menjadi amal ibadah dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Peneliti mengharapkan kritik dan sarannya yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Padang, Agustus 2018
Penulis

Muhammad Zikra
NIM. 14073005

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Pembatasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan Penelitian	4
F. Asumsi Penelitian.....	4
G. Manfaat Penelitian	4
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Elektrolizer	6
1. Defenisi Elektrolizer	6
2. Gas Oksihidrogen (HHO)	8
3. Elektrolisis Air	9
4. Komponen Elektrolisis.....	12
5. Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Elektrolizer	18
6. Keunggulan Hidrogen Jika Dijadikan Bahan Bakar Pendamping	23
B. Penelitian yang Revelan.....	27
C. Kerangka Konseptual	28
D. Pertanyaan Penelitian	29

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian.....	31
B. Definisi Operasional.....	34
C. Variabel Penelitian	35
D. Objek Penelitian.....	37
E. Jenis dan Sumber Data.....	37
F. Tempat Dan Waktu Penelitian	38
G. Instrumen Penelitian.....	38
H. Prosedur Penelitian.....	39
I. Teknik Pengambilan Data.....	42
J. Teknik Analisis Data.....	44

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	46
B. Analisis Data	51
C. Pembahasan	58
D. Keterbatasan Penelitian.....	60

BAB V. PENUTUP

A. Kesimpulan	61
B. Saran	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. <i>Flammability Limit</i> Bahan Bakar	23
Tabel 2. Tingkat Oktan Bahan Bakar	25
Tabel 3. Spesifikasi Elektrolizer tipe basah (<i>wet cell</i>)	37
Tabel 4. Pengujian Volume Produksi Gas HHO Dengan Dimensi Elektroda 100 X 50 mm.....	43
Tabel 5. Pengujian Volume Produksi Gas HHO Dengan Dimensi Elektroda 50 X 50 mm.....	43
Tabel 6. Data Hasil Pengujian Jumlah Produksi Gas HHO Dengan Dimensi Elektroda 100 X 50 mm	48
Tabel 7. Data Hasil Pengujian Jumlah Produksi Hidrogen Dengan Dimensi Elektroda 50 X 50 mm	49
Tabel 8. Analisis Persentase Peningkatan Volume Gas HHO Dalam Waktu 30 detik.....	52
Tabel 9. Analisis Persentase Peningkatan Volume Gas HHO Dalam Waktu 60 detik.....	53
Tabel 10. Analisis Persentase Peningkatan Volume Gas HHO Dalam Waktu 90 detik.....	54
Tabel 11. Analisa Data Hasil Pengujian volume produksi gas HHO dalam waktu 30 detik	55
Tabel 12. Analisa Data Hasil Pengujian volume produksi gas HHO dalam waktu 60 detik	56
Tabel 13. Analisa Data Hasil Pengujian volume produksi gas HHO dalam waktu 90 detik	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Deskripsi Proses Elektrolisa Air	10
Gambar 2. Bagian-bagian Tabung Elektrolizer dan <i>Water Trap</i>	12
Gambar 3. Kerangka Berfikir	29
Gambar 4. Desain Pembuatan Elektrolizer Tipe Basah (<i>Wet Cell</i>).....	32
Gambar 5. Variasi Luasan Plat Elektroda	33
Gambar 6. Mengukur Volume Gas	41
Gambar 7. Diagram Alir Pengujian Volume Gas HHO Berdasarkan Luasan Elektroda	42
Gambar 8. Desain Produk Elektrolizer Tipe Basah (<i>Wet Cell</i>).....	46
Gambar 9. Elektrolizer Tipe Basah (<i>Wet Cell</i>).....	48
Gambar 10. Grafik perbandingan volume produksi gas HHO dimensi elektroda 100x50 mm dan 50x50 mm.....	50

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah.

Sumber daya energi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Bahan bakar fosil merupakan salah satu sumber daya energi tersebut. Tanpa disadari persediaan bahan bakar fosil di Indonesia semakin menipis. Hal ini dapat ditinjau dari produksi kendaraan yang terus makin meningkat dari tahun ke tahun, keberadaan kendaraan bermotor merupakan sarana untuk mengakses berbagai kesempatan yang dapat merubah perekonomian masyarakat seperti: pekerjaan, pendidikan dan kesehatan. Jadi meningkatnya jumlah populasi kendaraan bermotor dikarenakan oleh permintaan masyarakat yang terus meningkat terhadap kendaraan bermotor sehingga menyebabkan persediaan bahan bakar fosil menipis disetiap tahunnya.

Tidak hanya itu, peningkatan produksi kendaraan bermotor juga berdampak terhadap tingginya kadar polutan udara. Pembakaran bahan bakar fosil pada kendaraan bermotor untuk menghasilkan energi adalah sumber utama pencemaran udara yang berupa asap kendaraan bermotor. Bonner, dkk (1995:311) mengatakan bahwa, “pencemaran udara dapat didefinisikan sebagai terdapatnya zat dalam atmosfer, yang bersifat racun, mengganggu, atau walaupun tidak, berbahaya bagi manusia atau bersifat merusak terhadap natabah, hewan, atau tanah. Pembakaran bahan bakar untuk menghasilkan energi adalah sumber utama pencemaran udara”. Menurut Suharto (2011:177) mengemukakan bahwa, “senyawa kimia gas CO merupakan gas yang tidak bewarna hasil pembakaran tidak sempurna bahan bakar, namun dunia industri juga memberi kontribusi besar

terhadap terbentuknya senyawa kimia gas CO dan juga kendaraan bermotor merupakan penghasil senyawa kimia gas CO yang besar”.

Salah satu teknologi yang sedang dalam pengembangan adalah Hidrogen *Electrolyzer* yang merupakan alternatif untuk menghemat sumber daya energi. Sudirman (2008:8) menyatakan “alat yang digunakan untuk menguraikan air disebut dengan elektroliser (*elektrolyzer*). Di dalam elektroliser, air (H_2O) dipecah menjadi gas HHO atau sering disebut sebagai *brown gas*”. Elektrolizer merupakan alat yang dapat menghasilkan gas hidrogen yang biasa disebut dengan gas oksihidrogen (HHO) yang dapat terbakar dengan mudah. Gas HHO merupakan hasil proses elektrolisis air yang ditambah katalisator sebagai zat yang akan dapat mempercepat proses elektrolisis air sehingga dapat menghasilkan hidrogen dan oksigen murni yang mempunyai nilai kalor, oktan tinggi dan hasil pembakarannya tidak menimbulkan polusi. Elektrolit yang dipilih dalam penelitian ini adalah H_2O dan KOH.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Ena Marlina (2015), dkk Material, luasan dari plat serta katoda yang digunakan sangat berpengaruh terhadap gas HHO (*Brown's Gas*) yang dihasilkan dari proses elektrolisis air. Merujuk dari permasalahan dan penelitian yang pernah dilakukan di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh luasan elektroda jenis stainless stell terhadap volume produksi gas oksihidrogen (HHO) pada elektrolizer tipe basah (*wet cell*).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperoleh beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Sumber energi BBM merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui yang tanpa disadari semakin menipis akibat kebutuhan masyarakat terhadap kendaraan bermotor yang terus meningkat.
2. Meningkatnya produksi kendaraan bermotor mengakibatkan tingginya polutan udara yang dihasilkan oleh emisi gas buang hasil proses pembakaran bahan bakar fosil pada kendaraan.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka peneliti akan membatasi penelitian ini pada “Pengaruh Luasan Elektroda Jenis *Stainless Steel* Terhadap Volume Produksi Gas Oksihidrogen (HHO) Pada Elektrolizer Tipe Basah (*Wet Cell*)”.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah di atas, agar penelitian dapat dilaksanakan dan mengarah pada tujuan yang sebenarnya, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Apakah luasan dimensi elektroda elektrolizer yang lebih luas berpengaruh terhadap volume produksi gas HHO pada proses elektrolisis air.
2. Apakah gas HHO hasil dari elektrolizer dalam proses elektrolisis dapat dibakar.

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian terhadap pengaruh luasan dimensi elektroda elektrolizer yang lebih luas terhadap produksi gas HHO.
2. Mengetahui/ membuktikan gas HHO mengandung gas hidrogen yang mudah terbakar.

F. Asumsi Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dikemukakan di atas, maka beberapa asumsi yang perlu penulis kemukakan dalam penelitian ini:

1. Jenis bahan elektroda dengan luasan dimensi yang digunakan pada penelitian sama.
2. Bahan katalis yang digunakan pada setiap pengujian sama yaitu KOH dengan campuran 1,5 sendok teh per liter air.
3. Waktu pengujian dengan 3 kali pengambilan data yang dilakukan pada variasi luasan dimensi elektroda dan pada waktu yang sama yaitu 30 detik, 60 detik dan 90 detik.

G. Manfaat penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai usaha dalam mencari alternatif untuk menghemat pemakaian bahan bakar dan menurunkan zat-zat berbahaya emisi gas buang pada sepeda motor.
2. Sebagai bahan masukan bagi pemerintah, pemerhati lingkungan, industri otomotif dan masyarakat luas tentang menciptakan lingkungan yang sehat dan bebas polusi.

3. Sebagai bahan referensi bagi jurusan teknik otomotif untuk lebih mengembangkan alat penghemat bahan bakar ini menjadi bahan penelitian lanjutan.
4. Sebagai langkah untuk menambah wawasan penulis.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Elektrolizer

1. Defenisi Elektrolizer

Menurut Suparyono (2010) dalam Hepy Ari Saputra, dkk (2013:2) mengungkapkan bahwa, “Elektroliser adalah suatu alat yang memisahkan air menjadi hidrogen dan oksigen sehingga menghasilkan Gas Brown”. Wicahyo dan Arsana (2013 : 122) menjelaskan bahwa, “*Hydrogen Booster Electrolyzer* adalah alat untuk menghasilkan/memisahkan (atom) gas *hydrogen* (H) dengan gas oxygen (O) dari molekul air (H_2O) dengan menggunakan arus listrik (elektrolisis)”. Dan menurut Sudirman (2008:8) mengatakan, “alat yang digunakan untuk menguraikan air disebut dengan elektroliser (*elektrolyzer*). Di dalam elektroliser, air (H_2O) dipecah menjadi gas HHO atau sering disebut sebagai *browngas*”.

Ada beberapa jenis elektrolizer yang sering digunakan, yaitu:

a. Elektrolizer tipe basah (*wet cell*)

Elektrolizer tipe basah (*wet cell*) merupakan alat yang dibuat dengan system luasan elektroda tercelup semua dengan larutan elektrolit di dalam suatu bejana. Pada tipe basah, semua area luasan elektroda terendam air untuk proses elektrolisis menghasilkan gas HHO. Sehingga luasan elektrolisis tersebut sama dengan luasan setiap elektroda yang digunakan. Ghiffari (2013:2) menjelaskan keuntungan elektrolizer tipe basah, “Gas yang dihasilkan umumnya

lebih banyak dan stabil, Perawatan generator lebih mudah, Rancang bangun pembuatan generator HHO lebih mudah”.

b. Elektrolizer tipe kering (*dry cell*)

Elektrolizer dimana sebagian elektrodanya tidak terendam elektrolit dan elektrolit hanya mengisi celah-celah antara elektroda itu sendiri. Elektrolizer tipe kering (*dry cell*) merupakan kebalikan dari elektrolizer tipe basah (*wet cell*), hal tersebut dapat diamati dari luasan elektroda yang terkena larutan elektrolit lebih sedikit dari pada tipe basah karena di tipe kering larutan elektrolit berada di antara plat (elektroda) dan gasket. Hal tersebut menjadikan tipe kering membutuhkan larutan elektrolit lebih sedikit untuk proses elektrolisis. Ghiffari (2013:2) menjelaskan keuntungan dari elektrolizer tipe kering,

“Air yang di elektrolisa hanya seperlunya, yaitu hanya air yang terjebak diantara lempengan cell. Panas yang ditimbulkan relative kecil, karena selalu terjadi sirkulasi antara air panas dandingin di reservoir. Arus listrik yang digunakan relatif lebih kecil, karena daya yang terkonversi menjadi panas semakin sedikit”.

Berdasarkan pernyataan diatas maka dapat diketahui bahwa, Elektrolizer merupakan sebuah alat yang bekerja dalam proses elektrolisis yang digunakan untuk memisahkan molekul air H_2O dengan cara dialiri arus listrik sehingga menghasilkan gas hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2).

2. Gas Oksihidrogen (HHO)

Dalam buku Sudirman (2008:5) di jelaskan awal mulanya mengenai gas hidrogen sebagai bahan bakar. Isaac de Rivaz (1752-1826) adalah orang yang pertama yang mendesain mesin pembakaran dalam yang berbahan bakar hidrogen, kemudian diikuti oleh Yull Brown (1974) yang mencampurkan kembali hasil elektrolisa berupa gas hidrogen dan oksigen yang kemudian dikenal dengan brown gas atau *hydroxy*, Stenley Meyer pada tahun 1990 berhasil mendesain peralatan elektrolisa yang populer dengan nama *water fuel cell* dimana hasilnya dapat digunakan langsung untuk menggerakkan mobil tanpa menggunakan bahan bakar minyak sama sekali.

Menurut Ghiffari (2013:2), “Gas HHO memiliki beberapa karakteristik yaitu: tidak berwarna, mudah terbakar (*flammeble*), sangat ringan dan sangat mudah bereaksi dengan zat kimia lainnya. Namun gas HHO pada kondisi normal tidak akan dapat terbakar dengan sendirinya tanpa ada sulutan api.” Dan menurut Sunyoto (2011) dalam Harman dkk (2015 : 20) memberikan penjelasan tentang gas oksihidrogen, yang menyatakan bahwa:

“Oksihidrogen (*Hydroxy*) adalah campuran gas H_2 (*Hydrogen*) dan gas O_2 (*Oxygen*) dalam perbandingan 2:1. Pada umumnya gas ini dihasilkan dari proses elektrolisis, yang merupakan proses pemecahan molekul H_2O (air) menjadi H_2 dan O_2 dengan pengaruh energi listrik. Oksihidrogen mempunyai energi yang tinggi apabila terbakar hingga mencapai 3 kali lipat energi bahan bakar premium per satuan berat”.

Berdasarkan pendapat diatas gas oksihidrogen (HHO) dihasilkan dari perlakuan proses elektrolisis dengan memisahkan molekul H_2O (air) menjadi H_2 dan O_2 dengan diberi energi listrik pada proses tersebut dan gas oksihidrogen (HHO) dapat terbakar 3 kali lipat dari pada energi yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar premium.

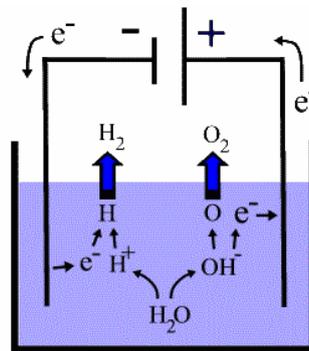
3. Elektrolisis Air

Menurut Petrucci, dkk. (2008:A34) mendefenisikan dalam glosarium, “elektrolisis adalah dekomposisi zat, baik dalam wujud lelehan atau larutan eletrolit, dengan bantuan arus listrik”. Raymond (2003:193) mendefenisikan, “elektrolisis ialah proses dimana energi listrik digunakan untuk mendorong agar reaksi redoks yang nonspontan bisa terjadi. Hubungan kualitatif antara arus yang dipasok dan produk yang terbentuk dirumuskan oleh Faraday”. Kemudian Raymond (2003:219) mendefenisikan lagi, “elektrolisis ialah proses yang menggunakan energi listrik agar reaksi kimia nonspontan dapat terjadi. Sel elektrolitik ialah alat untuk melaksanakan elektrolisis”. Ena Marlina, dkk (2013:53) memiliki defenisi, “Elektrolisis adalah suatu proses penguraian molekul air (H_2O) menjadi Hidrogen (H_2) dan Oksigen (O_2) dengan energi pemicu reaksi berupa energi listrik”.

Proses elektrolisis memerlukan dua buah kutub elektroda, yaitu katoda sebagai kutub negatif dan anoda sebagai kutub positif. Komponen penting yang menunjang proses elektrolisis untuk

menghasilkan gas HHO adalah tabung elektrolizer, elektroda, larutan elektrolit dan *water trap* (*evaporiser*).

Kemudian pada proses elektrolisis air di aliri arus listrik sehingga kedua molekul air terjadi reaksi, pada katoda menangkap dua elektron yang terinduksi menjadi H₂ dan *ion hidroksida* (OH⁻). Pada anoda air terurai menjadi gas oksigen (O₂) dengan melepaskan 4 *ion* H⁺ dan mengalirkan elektron ke katoda. Dari reaksi tersebut *ion-ion* H⁺ dan OH⁻ mengalami netralisasi dan membentuk molekul air kembali.

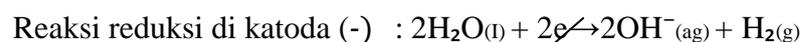


Gambar 1. Deskripsi Proses Elektrolisis Air.

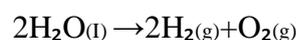
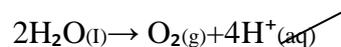
Sumber : Elsa, M. Andang, W H. dan Alexander, A. (2007:109) dalam Fardiansah, dkk (2017)

Reaksi dari elektrolisis air dapat dituliskan sebagai berikut:

(Kuswati, Tine Maria, dkk. (2012:55)



X 2



Pada kutup anoda terjadi reaksi oksidasi dimana air yang diberlakukan proses elektrolisis dirubah menjadi gas oksigen (O_2) dan larutan asam (H^+) dengan melepaskan 4 elektron. Kemudian pada kutup katoda berlangsung reaksi reduksi dimana air bereaksi menjadi gas hidrogen (H_2) dan basa (OH^+).

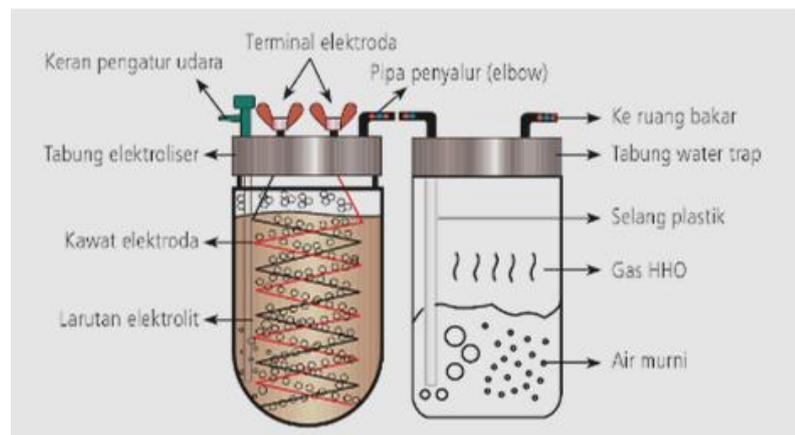
Elektrolisis air merupakan sebuah bentuk pemanfaatan aliran arus listrik untuk dapat teruraikan menjadi unsur H_2 dan O_2 . Gas hidrogen akan muncul pada kutup negatif atau katoda dan gas oksigen muncul pada kutup positif atau anoda.

Pada proses elektrolisis air dengan menggunakan elektrolizer terdapat sepasang elektroda yang dihubungkan ke baterai. Fungsi baterai disini adalah sebagai pompa elektron, sebagai penggerak elektron ke katoda (tempat terjadinya reduksi), dan menarik elektron dari anoda (tempat terjadinya oksidasi).

Berdasarkan penjelasan diatas, diterangkan jika sel elektrolisis di aliri energi listrik maka pada katoda akan dihasilkan gas hidrogen (H_2) dan pada anoda air terurai menjadi gas oksigen (O_2), kemudian penulis menyimpulkan bahwa pembuatan elektrolizer merupakan alternatif penghemat bahan bakar dengan menghasilkan bahan bakar gas HHO memanfaatkan proses eletrolisis air. Proses pembakarannya relatif mudah dan tidak menghasilkan emisi gas buang sehingga bahan bakar gas HHO ini sangat ramah lingkungan.

4. Komponen Elektrolisis

Sudirman (2008 : 9) yang menyatakan bahwa, “Komponen penting yang menunjang proses elektrolisis untuk menghasilkan gas HHO adalah tabung elektroliser, elektroda (katoda dan anoda), larutan elektrolit, dan *water trap* (*vaporiser*)”.



Sumber: Sudirman (2008:13)

Gambar 2. Bagian-bagian Tabung Elektrolizer dan *Water Trap*.

Beberapa komponen-komponen utama yang sangat penting dalam proses elektrolisis untuk menghasilkan gas oksihidrogen (HHO), antara lain:

a. Tabung Elektrolizer

Tabung elektrolizer merupakan komponen yang berfungsi sebagai tempat penampungan larutan elektrolit dan sebagai tempat berlangsungnya proses elektrolisis hingga menghasilkan gas HHO. Pada bagian dalam tabung terdapat dudukan elektroda anoda dan katoda yang akan diberi arus listrik dari *power supply*.

Tabung elektrolizer ini terbuat dari bahan kaca atau bahan plastik yang tahan panas. Karena proses elektrolisis air pada

dasarnya menggunakan reaksi elektrokimia yang menghasilkan energi panas. Jika diaplikasikan pada kendaraan pada mesin juga terjadi proses isapan yang cukup kuat sehingga mengakibatkan perubahan bentuk pada tabung. Hal tersebutlah yang menuntut bahan tabung elektrolizer yang di gunakan harus kuat.

b. Elektroda

Penggunaan elektrolizer dalam proses elektrolisis air diakibatkan oleh adanya arus listrik yang melewati elektroda dan akan menguraikan unsur-unsur air. Ena Marlina, dkk (2013:54) mengatakan bahwa:

“Elektroda adalah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah sirkuit. Elektroda merupakan salah satu komponen yang sangat penting pada proses elektrolisis air. Elektroda berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari sumber tegangan ke air yang akan dielektrolisis. Pada elektrolisis yang menggunakan arus DC, elektroda terbagi menjadi dua kutub yaitu positif sebagai anoda dan negatif sebagai katoda. Material serta luasan katoda yang digunakan sangat berpengaruh terhadap gas HHO (*Brown's Gas*) yang dihasilkan dari proses elektrolisis air”.

Jika elektroda tersebut diberi arus listrik, maka akan muncul gelembung-gelembung kecil berwarna putih (gas HHO). Sudirman (2008:10) berdasarkan percobaannya, “kawat yang lebih cepat berkarat adalah katoda (-), sedangkan untuk kawat anoda (+) hanya berubah warna menjadi hitam”.

Stainless steel merupakan baja tahan karat atau lebih dikenal dengan *Stainless steel* adalah senyawa besi yang

mengandung setidaknya 10,5% Kromium untuk mencegah proses korosi (pengkaratan logam). Menurut Juniansyah (2015 : 18), “baja tahan karat atau *Stainless steel* adalah senyawa besi yang mengandung setidaknya 10,5% kromium untuk mencegah proses korosi (pengkaratan logam). Austenitic *Stainless steel* mengandung sedikitnya 16% Chrom dan 6% Nickel”. Kandungan kromium tersebut berfungsi untuk mencegah terjadinya korosi pada plat tersebut. Pada penelitian ini *Stainless steel* yang dipakai dibuat dalam bentuk lempengan supaya luas permukaan pelat yang digunakan untuk menghantarkan listrik semakin besar sehingga suplai arus listrik dapat bekerja dengan baik. Adapun karakteristik *stainless steel* (rajabipastainless.wordpress.com) antara lain:

a) Kandungan Atom/ Unsur Dan Ikatannya

Baja *stainless* merupakan baja paduan yang mengandung minimal 10,5% Cr. Sedikit baja *stainless* mengandung lebih dari 30% Cr atau kurang dari 50% Fe. Daya tahan *stainless steel* terhadap oksidasi yang tinggi di udara dalam suhu lingkungan biasanya dicapai karena adanya tambahan minimal 13% (dari berat) Krom.

b) Sifat Fisik *Stainless steel*

- 1) *Stainless steel* adalah zat keras dan kuat.
- 2) *Stainless steel* konduktor yang baik (panas dan listrik).

- 3) *Stainless steel* memiliki kekuatan ulet tinggi. Ini berarti dapat dengan mudah dibentuk atau bengkok atau digambar dalam bentuk kabel.
 - 4) Sebagian varietas dari *stainless steel* memiliki permeabilitas magnetis. Mereka sangat tertarik terhadap magnet.
 - 5) Tahan terhadap korosi.
 - 6) Tidak bisa teroksidasi dengan mudah.
 - 7) *Stainless steel* dapat mempertahankan ujung tombak untuk suatu jangka waktu yang panjang.
 - 8) Bahkan pada suhu yang sangat tinggi, *stainless steel* mampu mempertahankan kekuatan dan tahanan terhadap oksidasi dan korosi.
- c) Keuntungan Baja-Baja Stainless
- 1) Daya Tahan Korosi

Semua baja stainless mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap korosi. Angka-angka logam campuran yang rendah menahan korosi pada kondisi-kondisi ruang hampa, angka-angka campuran logam yang tinggi dapat menahan korosi pada kebanyakan asam, larutan alkalin, dan lingkungan-lingkungan yang menghasilkan klorida , bahkan pada suhu dan tekanan yang dinaikkan.

2) Daya Tahan Suhu Rendah dan Tinggi

Beberapa angka akan menahan penskalaan dan pengaturan daya yang tinggi pada suhu-suhu yang sangat tinggi, sementara yang lain menunjukkan pengecualian kekerasan pada suhu-suhu *cryogenic*. Kesenangan Pembuatan/ Mudah Dibentuk (*Ease of Fabrication*) Mayoritas baja-baja stainless dapat dipotong, dilas, dibentuk, dimesinkan, dan dibuat dengan mudah.

3) Pertimbangan Estetika

Baja-baja stainless tersedia pada kebanyakan lapisan-lapisan penutup permukaan. Baja *stainless* ini diatur dengan mudah dan sederhana menghasilkan kualitas yang tinggi, penampilannya menyenangkan.

4) Sifat-sifat Higienis

Karena mudah dibersihkan maka baja-baja stainless menjadikan pilihan-pilihan utama di rumah sakit-rumah sakit, dapur-dapur, fasilitas proses farmasi dan makanan.

5) Karakteristik Jalan Kehidupan

Baja stainless adalah sebuah bahan yang pemeliharaannya rendah dan tahan lama dan walaupun harganya lebih mahal namun lebih awet/ tahan lama dan

hemat untuk jangka panjang karena murah pemeliharaannya.

Elektroda yang digunakan pada proses elektrolisis terbuat dari plat *stainless steel*. Selain berfungsi sebagai sebagai tempat katoda dan anoda,udukan elektroda juga berfungsi sebagai isolator, sehingga kedua elektroda tersebut tidak saling singgung atau bersentuhan.

c. Elektrolit

Pada elektrolizer elektrolit digunakan untuk menghasilkan gas H₂O dalam proses elektrolisis, yang mana elektrolit ini ialah air murni dengan campuran katalis sebagai zat pelarut. Menurut Raymond (2004:52) mendefinisikan, “katalis (*catalyst*) ialah zat yang meningkatkan laju reaksi kimia tanpa ikut terpakai”. Ena Marlina (2016:189) memiliki definisi, ”Katalis adalah suatu zat yang mengubah laju reaksi kimia namun zat tersebut tidak berubah diakhir reaksi, berdasarkan definisi ini maka katalis dapat mempercepat atau memperlambat reaksi kimia”.

Berdasarkan beberapa definisi di atas dapat diketahui bahwa katalis akan larut di dalam air murni dan menyatu membentuk larutan elektrolit. katalis merupakan suatu zat yang dapat mempercepat laju reaksi kimia tanpa merubah proses reaksi. Selain pengubah reaksi katalis juga sebagai penghantar arus listrik pada proses elektrolisis. Elektrolit terdiri atas air murni atau air

destilasi dan katalisator. Katalis yang digunakan pada proses elektrolisis menggunakan *sodium bikarbonat* atau *kalium hidroksida* (KOH) atau soda kue.

d. *Water Trap*

Komponen *water trap* memiliki peran yang sangat penting pada kinerja elektroliser. *Water trap* ini berfungsi sebagai komponen pengaman untuk mencegah kemungkinan tabung elektroliser meledak. Apabila gas HHO hasil elektrolisis digunakan sebagai bahan bakar pendamping pada kendaraan *water trap* juga berfungsi sebagai penangkap uap air yang dihasilkan dari proses elektrolisis agar tidak langsung masuk ke dalam ruang bakar. Jika gas HHO hasil proses elektrolisis langsung di salurkan ke ruang bakar tanpa menggunakan *water trap*, uap yang mengandung air dari proses elektrolisis akan ikut terhisap ke dalam ruang bakar, sehingga dapat menyebabkan mesin tersendat atau mati akibat terganggunya proses pembakaran di dalam ruang bakar. *Water trap* tidak dilengkapi dengan elektroda. *Water trap* hanya diisi air.

5. Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Elektrolizer

Menurut Lala Shidiq Romadhoni, C. Sudibyo & Ngatou Rohman (2015) produksi *brown gas* pada elektrolizer dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

1) Katalis

Katalis merupakan zat kimia yang mempengaruhi proses reaksi dalam elektroliser yang mempercepat laju reaksi, selain sebagai zat kimia yang mempercepat proses laju reaksi katalis juga bertujuan sebagai penghantar arus listrik yang diberikan selama proses elektrolisis berlangsung, namun zat katalis tidak ikut bereaksi. Jadi jenis katalis yang digunakan dapat mempengaruhi produksi gas HHO.

KOH merupakan katalis yang digunakan dalam penelitian ini. KOH bisa mempercepat reaksi. Hal ini diperkuat oleh penelitian Suyuti (2010) dalam Novaardi (2015) menyatakan, “yang menunjukkan bahwa penambahan Katalisator KOH akan mempengaruhi konsentrasi larutan elektrolit, dimana semakin besar konsentrasi suatu larutan pereaksi, maka akan semakin besar pula laju reaksi”. Berdasarkan percobaan yang dilakukan Sudirman (2008:11), “komposisi yang paling *ideal* antara air murni dengan katalisator adalah 1,5 sendok teh berbanding dengan 0,9 -1 liter”.

2) Elektroda

Jenis katoda dan anoda yang digunakan sangatlah berpengaruh pada proses elektrolisis yang terjadi. Setiap jenis elektroda mempunyai tegangan minimal yang diperlukan untuk dapat digunakan dalam proses elektrolisis. Pada penelitian ini menggunakan plat *stainless steel*.

3) **Kuat arus dan tegangan**

Elektrolisis dengan elektroda tertentu mempunyai minimum tegangan yang diperlukan untuk terjadinya elektrolisis. Plat *stainless steel* yang digunakan untuk katoda dan anoda mempunyai beda tegangan elektroda sebesar 1,24 V.

Menurut Putero, S.H, dkk (2008) dalam Nuradi (2017:2) faktor-faktor yang mempengaruhi proses elektrolisis antara lain :

a. **Waktu**

Menurut hukum Faraday, jumlah muatan yang mengalir selama proses elektrolisis sebanding dengan jumlah waktu kontak yang digunakan.

b. **Tegangan**

Karena arus yang menghasilkan perubahan kimia mengalir melalui medium (logam dan elektrolit) disebabkan adanya beda potensial, karena tahanan listrik pada elektrolit lebih besar dari logam, maka yang perlu diperhatikan adalah mediumnya dan batas antar logam dengan medium.

c. **Kadar keasaman (pH)**

Karena pada proses ini terjadi proses elektrolisis air yang menghasilkan gas hidrogen dan *ion hidroksida*, dengan semakin lama waktu kontak yang digunakan, maka semakin cepat juga pembentuk gas *hydrogen* dan *ion hidroksida*, apabila *ion hidroksida* yang dihasilkan lebih banyak maka akan menaikkan pH

dalam larutan. pH larutan juga mempengaruhi kondisi pada larutan dan kelarutandari produk yang dibentuk. pH larutan mempengaruhi keseluruhan efisiensi dan efektifitas dari elektrolisis.

d. Luas Penampang

Semakin luas penampang maka semakin banyak pula elektrolit yang digunakan, sehingga mempermudah suatu elektrolit untuk mentransfer elektronnya. Sebaliknya, bila luas penampang sedikit maka semakin sulit elektrolit untuk melepaskan elektron, maka transfer elektron bekerja lambat dalam mengelektrolisis elektrolit (Juniansyah, 2015 : 12).

e. Jenis elektroda

Jenis elektroda mempengaruhi jumlah gas HHO yang dihasilkan, jenis elektroda yang baik adalah mampu mengantarkan arus listrik dengan baik dan tahan terhadap korosi.

f. Jarak antar elektroda

Besarnya jarak antar elektroda mempengaruhi besarnya hambatan elektrolit, semakin besar jaraknya semakin besar hambatannya, sehingga semakin kecil arus yang mengalir.

Adapun kinerja generator HHO dengan menggunakan proses elektrolisis menurut Ena Marlina, dkk (2013:54) dipengaruhi oleh beberapa parameter sebagai berikut:

a) Daya yang dibutuhkan untuk proses produksi HHO.

Besarnya daya yang dibutuhkan generator HHO ditentukan oleh besarnya tegangan dan arus listrik yang digunakan dalam proses elektrolisis.

$$P = V \cdot I$$

Dimana:

P = Daya yang dibutuhkan generator HHO (Watt)

V = Beda potensial/voltase (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

b) Laju produksi atau *flow rate* gas HHO.

Laju produksi gas HHO ditentukan dengan persamaan sebagai berikut

$$Q_{HHO} = \frac{V_{\text{gas HHO}}}{t}$$

Dimana:

Q_{HHO} = Laju produksi gas HHO (ml/s)

$V_{\text{gas HHO}}$ = Volume gas HHO yang dihasilkan (ml)

t = Waktu yang diperlukan untuk menghasilkan HHO (s)

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi produksi gas oksihidrogen (HHO) diantaranya, temperatur, jenis katalis yang digunakan, konsentrasi katalis, bahan elektroda yang digunakan, luas penampang plat, jarak antara elektroda kerapatan arus listrik, waktu, tegangan, dan Kadar keasaman (pH).

6. Keunggulan Hidrogen Jika Dijadikan Bahan Bakar Pendamping

Menurut Resuli Irawan Thalib (2011) hidrogen memiliki beberapa keunggulan diantaranya:

a. Jangkauan *Flammability* yang Luas

Dibandingkan dengan bahan bakar yang lain, hidrogen memiliki jangkauan *flammability* yang luas. *Falmmability* adalah komposisi campuran udara dengan bahan bakar sehingga bahan bakar tersebut mudah terbakar, perhatikan tabel *flammability limit* dibawah ini:

Tabel 1. *Flammability* Limit Bahan Bakar

No	Bahan Bakar	<i>Lower Explosive Limit (%)</i>	<i>Upper Explosive Limit (%)</i>
1	Hidrogen	4	75
2	Metana	5,3	15
3	Propana	2,2	9,6
4	Metanol	6	36,5
5	Bensin	1	7,6
6	Solar	0,6	5,5

Sumber : Roger Sierens (2005) dalam Resuli Irawan Thalib (2011)

Berdasarkan data tabel 1, *flammability limits* komposisi campuran udara dan hidrogen sebagai bahan bakar lebih tinggi, yaitu 4% dan 75% sedangkan pada bensin yaitu 1% dan 7,6% dan pada solar 0,6% dan 5,5%. Dari data tersebut menunjukkan meskipun perbandingan campuran udara dan bahan bakar jauh dari *stoikiometri*, proses pembakaran tetap terjadi. Sehingga pembakaran lebih sempurna dengan menggunakan hidrogen sebagai bahan bakar. Dari segi konsumsi bahan bakar akan lebih hemat dan efisien pada saat mesin di jalankan.

b. *Flame Speed* Tinggi

Hidrogen terbakar dengan kecepatan api yang tinggi, sehingga menyebabkan kerja mesin dengan bahan bakar hidrogen lebih dekat dengan siklus termodinamika *ideal* (rasio kekuatan bahan bakar paling efisien) ketika campuran bahan bakar mencapai *stoikiometri*. Apabila mesin beroperasi pada campuran miskin, maka bahan bakar dapat meningkatkan nilai ekonomis bahan bakar, hal ini menyebabkan *flame speed* menurun secara signifikan.

c. Difusifitas Tinggi

Hidrogen memiliki sifat mudah berdifusi (mengalir/berpindah) sehingga cepat menyebar ke udara, menyebabkan kemungkinan pencampuran bahan bakar dengan udara lebih homogen, dan memungkinkan penurunan *issue safety mayor* dari kebocoran hidrogen.

d. Nilai Oktan

P.T. Toyota-Astra Motor dalam buku *engine group step 2* (2-1) dijelaskan,

“angka oktan pada bensin adalah suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan terhadap *knocking*. Makin besar angka oktannya makin besar pula kemampuan bertahan bensin terhadap *knocking*. Dengan kata lain, semakin tinggi angka oktannya makin kurang kemungkinan untuk terjadi detonasi (*knocking*)”.

Tingkat oktan menunjukkan ketahanan suatu bahan bakar terhadap efek *knocking* yang dapat merusak mesin dengan cepat. Kendaraan motor bakar memiliki standar oktan berbeda-beda

sesuai dengan perbandingan kompresi mesin tersebut. Jika mesin dengan standar oktan tinggi dipaksa mengkonsumsi bahan bakar dengan oktan rendah, maka dapat menimbulkan efek *knocking* pada mesin. Hidrogen memiliki nilai oktan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bensin. Pernyataan tersebut dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Tingkat Oktan Bahan Bakar

Bahan Bakar	Octane Number
Hidrogen	>130
Metana	125
Propana	108
Octana	100
Bensin	88
Solar	15 – 25

Sumber : Suhirta (2008)

Ciniviz dan Kose (2012: 2-3) menjelaskan beberapa keunggulan hidrogendibanding bahan bakar lain yaitu sebagai berikut.

a. *Wide range of flammability*

Dibandingkan dengan jenis bahan bakar lain, hidrogen memiliki nyala api yang luas yaitu 4-75%. Sedangkan bahan bakar bensin hanya 1.4-7.6%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun perbandingan antara udara dan bahan bakar jauh dari *stoikiometri* (campuran *ideal*), proses pembakaran akan tetap terjadi. Akibatnya pembakaran berlangsung sempurna pada gas hidrogen, sehingga konsumsi bahan bakar pada *engine* menjadi lebih hemat. Selain itu juga dapat menurunkan temperatur dan menurunkan emisi polutan yang dihasilkan.

b. *Small quenching distance*

Hidrogen memiliki jarak *quenching* yang rendah (0.6 mm untuk hidrogen dan 2.0 mm untuk bensin), yang mana berdasarkan jarak dari dinding internal silinder ke sumber api. Ini berarti lebih sulit memadamkan api hidrogen dibanding dengan bahan bakar yang lainnya.

c. *Minimum ignition source energy*

Jumlah energi yang diperlukan untuk menyalakan hidrogen lebih rendah dibanding dengan energi yang dibutuhkan untuk menyalakan bensin (0.24 mJ) sedangkan hidrogen yaitu 0.02 mJ. Kelebihannya pembakaran akan tetap terjadi meskipun campuran miskin bahan bakar dan memungkinkan terjadinya pembakaran dengan cepat.

d. *Flame velocity and adiabatic flame*

Hidrogen terbakar dengan kecepatan rambat api yang tinggi, menyebabkan kerja mesin hidrogen mendekati siklus kerja mesin termodinamika *ideal* (rasio kekuatan bahan bakar paling efisien) ketika pencampuran bahan bakar mencapai *stokiometri*.

e. *High auto-ignition temperature*

Auto Ignition Temperature adalah temperature minimum yang diperlukan untuk memulai pembakaran di dalam suatu campuran bahan bakar. Untuk gas hidrogen, *Auto Ignition Temperature* relatif tinggi yaitu sebesar 585°C. Hal ini membuat

campuran hidrogen sulit terbakar tanpa adanya sumber pengapian tambahan. Dengan demikian dapat mengurangi terjadinya *knocking* atau detonasi.

Dan menurut pernyataan Chakrapani dan Neelamegam (2011:140) menyatakan,

“Actually, the Hydrogen requires little bit of energy of ignition to produce wide level of tremendous flammable temperature in the speed of lighting and there is no chance to compare with other fuel in this world. As a result of fact it increases the engine performance, torque, and millage and minimums fuel consumption”.

Maksud dari pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa, hidrogen hanya butuh sedikit energi dari pengapian untuk mendapatkan temperatur yang luas sehingga lebih mudah terbakar oleh kecepatan percikan api dan tidak bisa dibandingkan dengan bahan bakar lain di dunia ini. Hasilnya meningkatkan performa mesin, torsi, dan minimum konsumsi bahan bakar.

B. Penelitian yang Relevan

Penelitian yang relevan merupakan penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan, adalah:

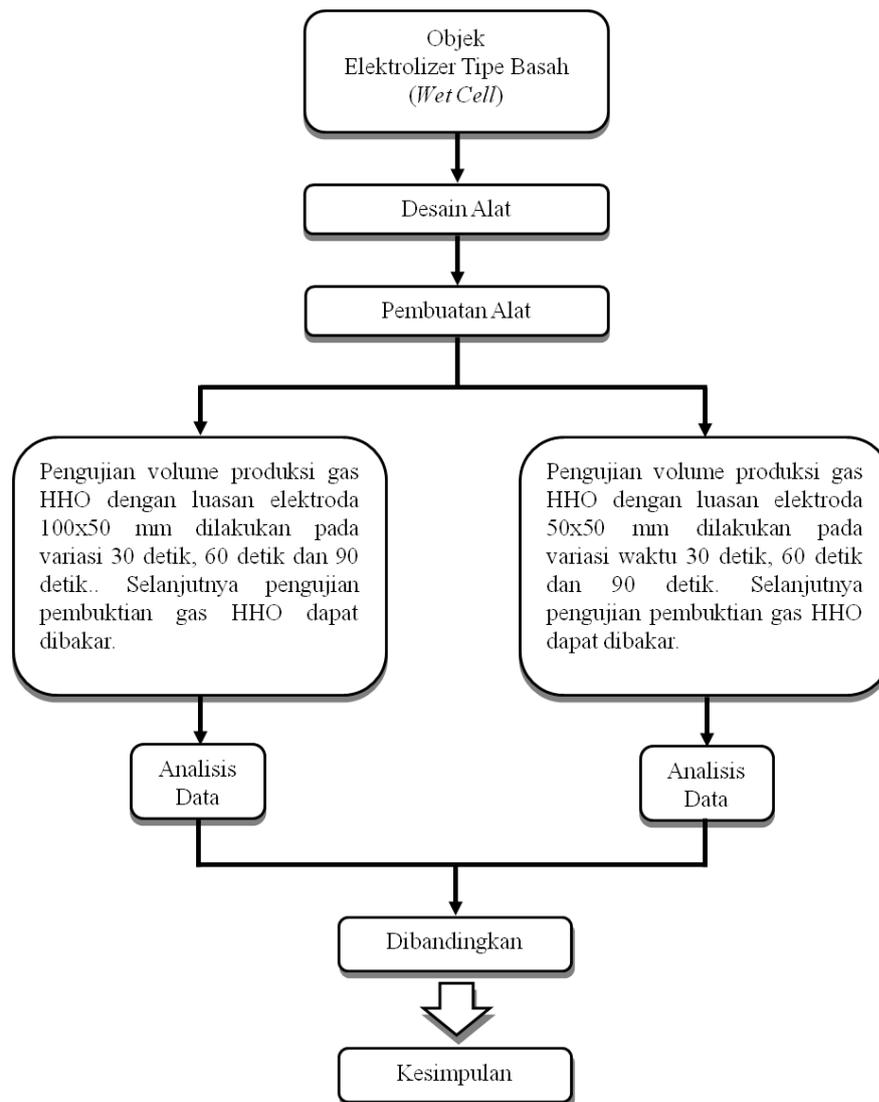
1. Fahrudin (2015), Debit gas HHO yang terbesar dihasilkan dengan elektroda 9 lubang yaitu 5 cc HHO dalam 52 detik atau sebesar 5,77 cc/min.
2. Murjito (2013), Pembuatan *Electrolyzer*, Alat yang disebut *electrolyzer* ini menghasilkan HHO (2 part Hydrogen + 1 Oxygen) gas

yang sangat mudah terbakar yang kemudian HHO ini dimasukkan ke ruang bakar pada kendaraan bermotor.

3. Ena Marlina (2016), KOH mempunyai nilai yang lebih besar sebagai katalis untuk mempercepat proses elektrolisis H₂O yaitu pada prosentase 4 % laju gas yang dihasilkan 16,33 ml/s sedangkan pada NaHCO₃ menghasilkan 12,675 ml/s, dikarenakan KOH termasuk jenis senyawa elektrolit kuat, yang mana ketika dilarutkan dalam air (H₂O) terurai menjadi *ion-ion* sehingga memiliki daya hantar listrik yang baik dan ketika proses elektrolisis terjadi larutan KOH cenderung lebih panas.

C. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual dalam penelitian ini digunakan untuk memudahkan untuk menjelaskan teoritis tentang pengaruh luasan elektroda jenis *stainless steel* terhadap volume produksi gas oksihidrogen (HHO) pada elektrolizer tipe basah (*wet cell*). Membandingkan pengaruh penggunaandimensi elektroda 50x50 mm dengan 100x50 mm terhadap volume produksi gas HHO sampai dengan Pengujian gas HHO yang mengandung gas hidrogen yang memiliki sifat mudah terbakar. Kerangka konseptual dalam penelitian ini dapat di lihat pada gambar.



Gambar 3. Kerangka Konseptual.

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, kajian teori, dan kerangka konseptual yang penulis telah uraikan diatas, maka pertanyaan penelitian yang dapat dikemukakan dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah luasan elektroda pada proses elektrolisis dengan menggunakan elektrolizer berpengaruh terhadap volume produksi gas HHO yang dihasilkan?

2. Apakah gas HHO hasil proses elektrolisis pada elektrolizer mengandung gas hidrogen yang sangat mudah terbakar?

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah uraikan diatas ,dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data dan hasil penelitian yang telah dilakukan elektrolizer tipe basah (*wet cell*) dengan dimensi elektroda 100x50 mm dan 50x50 mm Dalam waktu 30 detik, hasil analisis menunjukkan terdapat pengaruh yang cukup signifikan pada pengujian volume produksi gas HHO pada dimensi elektroda 100x50 mm meningkat sebanyak 40 ml atau sebanyak 48,02%. Kemudian dalam waktu 60 detik, volume produksi gas HHO meningkat sebanyak 41,11 ml atau sebanyak 30,32%. Dan dalam waktu 90 detik volume produksi gas HHO meningkat sebanyak 173,33 ml atau sebanyak 63,80%.
2. Berdasarkan data dan hasil penelitian yang telah dilakukan pada elektrolizer tipe basah (*wet cell*) dapat disimpulkan bahwa penggunaan elektrolizer dalam proses elektrolisis dapat menghasilkan gas oksihidrogen (HHO) dan gas HHO mengandung gas hidrogen yang dapat terbakar dengan mudah. Ini dibuktikan dalam sebuah vidio pengujian pembakaran gas HHO.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti memiliki beberapa saran yang ingin disampaikan, yaitu:

1. Penelitian ini masih terbatas pada satu tipe elektrolizer saja, maka disarankan untuk meneliti kedua tipe elektrolizer dan mengukur volume produksi gas HHO mana yang lebih efektif dan efisien penggunaannya sebelum di aplikasikan ke kendaraan
2. Penelitian ini masih terbatas pada pengukuran volume produksi gas HHO saja, maka disarankan untuk mencari sebuah alat atau membuat sebuah alat yang dapat mendeteksi jumlah kandungan gas hidrogen yang terkandung di dalam gas HHO yang dihasilkan oleh elektrolizer dalam proses elektrolisis.
3. Hendaknya peneliti lain melakukan penelitian terhadap jenis-jenis katalisator dan memvariasikan jarak antar elektroda kemudian membandingkan kondisi dengan penerapan apa yang paling efektif penggunaannya terhadap produksi gas HHO yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajuddin. dkk. (2007). *IPA TERPADU SMP dan MTs Jilid 1A*. Jakarta: esis dari imprint Erlangga
- APU, Suharto.(2011). *Limbah Kimia Dalam Pencemaran Udara dan Air*. Perpustakaan Nasional: ANDI OFFSET
- Arikunto, Suharismi. (2006). *Managemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, Suharismi. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Bonner, D William, dkk. (1995). *Memahami Lingkungan Atmosfer Kita*. Bandung: ITB.
- Chang, Raymond (2003). *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Dharmadi, Hamid (2014). *Metode Penelitian Pendidikan dan Sosial (Teori Konsep Dasar dan Implementasi)*. Bantung: Alfabeta.
- Fahrudin, A'Rasy. (2015). "Studi Eksperimen Karakteristik Generator HHO Model Wet Cell dengan Elektroda Pelat Berlubang". *JTE-U* (1, No. 1) Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Fardiansah, Indrawan, dkk. (2017), "Pengaruh Penggunaan Elektroliser Kawat Tembaga Dan Jenis Busi Terhadap Emisi Gas Buang Co Dan Hc Pada Sepeda Motor Honda Beat Tahun 2010". *Jurnal Teknik Mesin* (Vol 1 No. 1) JPTK,UNS.
- E. Leelakrishnan, dkk. (2013). *Performance And Emission Characteristics Of Brown's Gas Enriched Air In Spark Ignition Engine*. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 2, Issue 2, February 2013.
- Marlina, Ena. (2016), "Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit Terhadap Produksi Brown's Gas". *Jurnal Teknik Mesin* (Vol 17 No.2) Hlm.189. Universitas Islam Malang.
- Marlina, Ena, dkk. (2013). "Produksi Brown's Gas Hasil Elektrolisis H₂O Dengan Katalis NaHCO₃". *Jurnal Teknik Mesin* (Vol 4. No.4) Hlm. 53—58. Universitas Brawijaya.