

LAPORAN AKHIR

**PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN NaCl TERHADAP
JUMLAH HIDROGEN YANG DIHASILKAN PADA
*PROTOTYPE WATER ELECTROLYZER***



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

**Dorie Kartika
0613 3040 0295**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2016**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

**Pengaruh Konsentrasi Larutan NaCl terhadap Jumlah
Hidrogen yang Dihasilkan pada *Prototype Water Electrolyzer***

Oleh:

**DORIE KARTIKA
0613 3040 0295**

Pembimbing I,



**Ir. Nyayu Zubaidah, M.Si.
NIP. 195501011988112001**

**Palembang, Juli 2016
Pembimbing II,**



**Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
NIP. 196711191993032003**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia**



**Adi Syakdani, S.T., M.T
NIP. 196904111992031001**

**Telah Diseminarkan Dihadapan Tim Penguji
Di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada Tanggal 3 Agustus 2016**

1. **Dr. Ir. M. Yerizam, M.T.**
NIP. 196107091989031002



2. **Adi Syakdani, S.T., M.T.**
NIP. 196904111992031001



3. **Hilwatullisan, S.T., M.T.**
NIP. 196811041992032001



4. **Mellianti, S.T., M.T.**
NIP. 197509142005012002



Palembang, Agustus 2016
Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Adi Syakdani, S.T., M.T.
NIP. 196904111992031001

Motto:

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Rabb-mu lah hendaknya kamu berharap (Al-Insyirah: 6-8).

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum hingga mereka mengubah diri mereka sendiri (Q.S. Ar-Ra'd: 11).

Dan apabila kamu menghitung nikmat Allah, niscaya kamu tidak akan dapat menghitungnya (Q.S. Ibrahim: 34).

Allah tidak membebani seseorang itu melainkan seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya (Q.S. Al-Baqara: 286).

Kupersembahkan Kepada:

- *Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW*
- *Bapak dan Ibuku Tersayang*
- *Dosen Pembimbing (Ir. Nyayu Zubaidah, M.Si dan Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si)*
- *Saudaraku*
- *Keluargaku di lingkaran cinta*
- *Almamaterku*

ABSTRAK

Pengaruh Konsentrasi Larutan NaCl terhadap Jumlah Hidrogen yang Dihasilkan pada *Prototype Water Electrolyzer*

(Dorie Kartika, 2016, 53 Halaman, 20 Tabel, 21 Gambar, 4 Lampiran)

Energi merupakan komponen yang sangat penting dalam kehidupan manusia karena seluruh aktivitas manusia membutuhkan energi. Energi bahan bakar yang saat ini banyak digunakan berasal dari bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui sehingga semakin lama akan semakin berkurang. Di sisi lain, Indonesia merupakan negara maritim yang 2/3 bagiannya adalah wilayah perairan. Hal ini sangat memungkinkan jika Indonesia mengembangkan energi terbarukan bersumber dari air. Menipisnya cadangan energi fosil membuat manusia berusaha mencari sumber energi terbarukan, salah satunya adalah bahan bakar hidrogen. Penggunaan bahan bakar hidrogen bukan merupakan suatu hal yang baru. Hidrogen merupakan unsur yang sangat melimpah keberadaannya di bumi. Dari berbagai aspek hidrogen sangat menjanjikan, seperti aspek lingkungan, sumber daya alam, kesehatan, dan sebagainya. Produk dari penggunaan energi hidrogen ini adalah air. Dalam keadaan uap dan es, air tidak membahayakan kecuali digunakan dalam bentuk negatif. Dengan memanfaatkan air yang keberadaannya sangat melimpah di bumi ini dapat menjadikan hidrogen sebagai bahan bakar alternatif yang potensial. Proses untuk mendapatkan hidrogen dari air disebut proses elektrolisis air. Dalam penelitian ini telah dibuat *prototype water electrolyzer*. Air yang digunakan pada penelitian ini yaitu 6 Liter dengan variabel berubah yaitu konsentrasi larutan NaCl 10, 20, 30, 40, dan 50%. Produksi gas hidrogen yang optimal yaitu pada konsentrasi larutan NaCl 50% dengan jumlah gas sebesar 5,1739 Liter dan persen mol hidrogen di dalam produk yaitu 78,45%.

Kata kunci: Air, Elektrolisis, Energi, Hidrogen, dan Konsentrasi Elektrolit.

ABSTRACT

The Effect of NaCl Solution Concentration to The Amount of Hydrogen Which is Produced by Prototype Water Electrolyzer

(Dorie Kartika, 2016, 53 Pages, 20 Tables, 21 Figures, 4 Appendixes)

Energy has become a necessity in human life since all human activities are needing the energy. Nowadays fuel energy that is widely used comes from fossil fuels and is not renewable. On the other hand, Indonesia is a maritime country which its 2/3 part are waters. It makes it possible for Indonesia to develop renewable energy comes from water. The rapid depletion of fossil energy causes human to try finding the renewable energy source, one of them is hydrogen fuel. The use of hydrogen fuel is not a new thing. It is an abundant element in the earth's existence. From various aspects, hydrogen has high promising side such as environmental, natural resources, health, and others. Product resulted from the use of hydrogen energy is water. In the state of vapor and ice, the water is not harmful unless it is used in a negative form. By using water which is very large on this earth can make hydrogen as an potential alternative fuel. The process of obtaining hydrogen from water is called water electrolysis process. This research has created a prototype of water electrolyzer. The water used in this research is 6 Liters with the changed variable which is the concentration of NaCl 10, 20, 30, 40, and 50%. Hydrogen gas on the optimal production is in concentration of NaCl solution of 50% with its volume is 5,1739 Liter and mole percent of hydrogen in the product is 78.45%.

Keywords: Water, Electrolysis, Energy, Hydrogen, and Electrolyte Concentration.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan akhir yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Larutan NaCl terhadap Jumlah Hidrogen yang Dihasilkan pada *Prototype Water Electrolyzer*“. Pembuatan laporan ini merupakan persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma III sesuai dengan kurikulum yang ditetapkan oleh Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Data dan informasi yang terdapat dalam laporan akhir ini diperoleh dari eksperimen (penelitian) yang dilakukan dan dianalisis di laboratorium kontrol produksi PT. PUSRI dengan berbagai tahapan, yaitu dari tahapan studi literatur sampai pada akhir penyelesaian laporan.

Dalam melaksanakan penelitian dan menyelesaikan penyusunan laporan akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Carlos R.S., S.T., M.T selaku Pembantu Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Adi Syakdani, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ahmad Zikri, S.T., M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ir. Nyayu Zubaidah, M.Si selaku Dosen Pembimbing I di Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si selaku Dosen Pembimbing II di Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Orang tua dan keluarga kami tercinta yang selalu mendukung kami.
8. Segenap dosen, staf karyawan, dan teknisi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Bambang Sugiarto dan Nurul Agustini sebagai rekan-rekan saya selama melakukan penelitian, yang saling membantu, memberikan semangat, dan

kerja sama yang baik dalam menyelesaikan laporan akhir ini.

10. Saudara-saudaraku di lingkaran cinta yang senantiasa mengajak dan mengingatkan untuk selalu melakukan kebaikan.
11. Rekan-rekan seperjuangan di kelas KA 2013.
12. Seluruh mahasiswa Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
13. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca, yang tentunya akan mendorong penulis untuk berkarya lebih baik lagi pada kesempatan yang akan datang. Semoga uraian dalam laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan	5
1.3 Manfaat	5
1.4 Perumusan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Air	7
2.2 Elektrolisis Air.....	7
2.3 Elektrolit	10
2.4 Elektroda.....	12
2.5 Hidrogen	14
2.5.1 Ikatan Hidrogen	15
2.5.2 Hidrogen sebagai Bahan Bakar	15
2.5.3 Penyimpanan Hidrogen	16
2.5.4 Penggunaan Hidrogen.....	17
2.6 Analisis Hidrogen Menggunakan Kromatografi Gas	17
2.7 Perhitungan Penentuan Jumlah Gas H ₂ yang Dihasilkan	18
2.8 Perhitungan Debit Gas	19
2.9 Perhitungan Energi yang Dihasilkan pada Proses Elektrolisis	19
2.10 Perhitungan Efisiensi, <i>Heat Loss</i> , dan <i>SFC (Specific Fuel Consume)</i> Elektrolisis	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	21
3.2 Pendekatan Desain Struktural.....	21
3.2.1 Desain Alat <i>Prototype Water Electrolyzer</i>	22
3.3 Pertimbangan Percobaan	24
3.3.1 Waktu dan Tempat.....	24
3.3.2 Bahan dan Alat	24
3.3.3 Perlakuan dan Analisis Statistik Sederhana	25

3.4 Pengamatan.....	25
3.5 Prosedur Percobaan	25
3.5.1 Tahap I Perangkaian <i>Prototype Water Electrolyzer</i>	25
3.5.2 Tahap II Elektrolisis Air Menggunakan <i>Prototype Water Electrolyzer</i>	26
3.5.3 Tahap III Prosedur Analisis Gas Hidrogen Menggunakan GC ...	26
3.5.4 Diagram Proses Penelitian.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil.....	28
4.1.1 Hasil Perhitungan Mol dan Volume Gas Hidrogen dengan Variasi Konsentrasi Secara Teori	28
4.1.2 Hasil Perhitungan Mol dan Volume Gas Hidrogen dengan Variasi Konsentrasi Secara Praktek.....	29
4.1.3 Hasil Perhitungan Potensial Sel yang Digunakan pada Proses Elektrolisis	30
4.1.4 Hasil Perhitungan SFC pada Variasi Konsentrasi Larutan NaCl yang Digunakan	30
4.1.5 Hasil Analisis Produk Gas yang Dihasilkan Menggunakan Kromatografi Gas.....	30
4.2 Pembahasan	31
4.2.1 Analisis Alat Prototype Water Electrolyzer	31
4.2.2 Pengaruh Konsentrasi Larutan Elektrolit NaCl terhadap Volume Gas Hidrogen yang Dihasilkan Secara Teori.....	31
4.2.3 Pengaruh Konsentrasi Larutan Elektrolit NaCl terhadap Volume Gas Hidrogen yang Dihasilkan Secara Praktek	33
4.2.4 Nilai Potensial Sel yang Digunakan pada Proses Elektrolisis...	36
4.2.5 Pengaruh <i>Heat Loss</i> , Efisiensi Elektrik, dan SFC (<i>Spesific Fuel Consume</i>) Terhadap Gas Hidrogen yang Dihasilkan.....	37
4.2.6 Pengaruh Konsentrasi NaCl Terhadap Komposisi Kandungan Gas Hidrogen	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Potensi Sumber Daya Energi Fosil 2011-2012	1
2. Potensial Reduksi Standar	12
3. Nilai Kalor pada Berbagai Macam Bahan Bakar	16
4. Gas yang Dihasilkan Secara Teori	29
5. Volume Gas yang Dihasilkan Secara Teori	29
6. Volume Gas yang Dihasilkan Secara Praktikum	29
7. Nilai E Sel pada Produk H ₂	30
8. Nilai SFC (<i>Specific Fuel Consume</i>) Terhadap Volume Gas Hidrogen yang Dihasilkan Secara Teori dan Praktek.....	30
9. Hasil Analisis Produk Menggunakan Kromatografi Gas.....	30
10. Ketinggian H ₂ Pada Tabung Penampung H ₂	43
11 Kondisi Operasi Alat <i>Prototype Water Electrolyzer</i>	43
12. Hasil Analisis Produk Menggunakan Kromatografi Gas.....	43
13. Konsentrasi Larutan NaCl.....	45
14. Tekanan Gas H ₂	45
15. Volume Gas H ₂ Secara Teori	46
16. Volume Gas H ₂ Secara Praktikum	48
17. Nilai E sel pada Produk H ₂	49
18. Nilai SFC (<i>Specific Fuel Consume</i>) Terhadap Volume Gas Hidrogen yang Dihasilkan Secara Teori dan Praktek	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pasokan Energi Primer Berdasarkan Jenis Energi Tahun 2011 dan 2050	2
2. Data Historis Persentase Pasokan Energi Primer Berdasarkan Jenis Energi	3
3. Gaya Tarik-Menarik pada Molekul Air	7
4. Elektrolisis Air	8
5. Konstruksi Alat Kompiler Air.....	8
6. Deret Volta	13
7. Tampak Atas Alat <i>Prototype Water Electrolyzer</i>	22
8. Tampak Depan Alat <i>Prototype Water Electrolyzer</i>	23
9. Tampak Samping Alat <i>Prototype Water Electrolyzer</i>	24
10. Diagram Proses Penelitian	27
11. Pengaruh Konsentrasi Larutan NaCl Terhadap Volume Gas Hidrogen yang Dihasilkan Secara Teori	32
12. Pengaruh Konsentrasi Larutan NaCl Terhadap Volume Gas Hidrogen yang Dihasilkan Secara Praktek.....	34
13. Grafik Hubungan SFC (<i>Spesific Fuel Consume</i>) Terhadap Volume Gas Hidrogen yang Dihasilkan Secara Teori dan Praktek	38
14. Pengaruh Konsentrasi NaCl Terhadap Gas Hidrogen pada Analisis Kromatografi Gas	39
15. Alas Tabung Penampung Gas	51
16. Tabung Penampung Gas Hidrogen dan Oksigen.....	51
17. <i>Box Panel</i>	51
18. Penampung Bahan Baku.....	51
19. Pembuatan Kerangka Alat.....	52
20. Alat <i>Prototype Water Electrolyzer</i>	52
21. Pengoperasian Alat <i>Prototype Water Electrolyzer</i>	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Pengamatan	43
2. Perhitungan	44
3. Dokumentasi Penelitian	51
4. Surat-Menyurat	54