

**STUDI KELAYAKAN PRODUKSI HIDROGEN PADA  
REAKTOR *ALUMINIUM CORROSION AND ELECTROLYSIS*  
(ACE)**



**Disusun sebagai salah satu syarat  
Menyelesaikan Tugas Akhir Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)  
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

**Oleh :**

**INDAH YOLANDA  
0613 4041 1650**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2017**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI KELAYAKAN PRODUKSI HIDROGEN PADA REAKTOR  
*ALUMINIUM CORROSION AND ELECTROLYSIS (ACE)*

OLEH:

INDAH YOLANDA  
0613 4041 1650

Palembang, Agustus 2017

Menyetujui,  
Pembimbing I,

Pembimbing II,

Ahmad Zikri.,S.T.,M.T  
NIDN. 0007088601

Ir. Irawan Rusnadi, M.T.  
NIDN. 0002026710

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

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

*MOTTO:*

*“Jika seseorang bepergian dengan tujuan untuk mencari ilmu, maka Allah SWT akan menjadikan perjalanannya bagaikan perjalanan menuju surga” – Nabi Muhammad SAW*

*Impian menjadi nyata bila bermusuhan dengan rasa malas*

*Jangan ingat lelahnya belajar, tapi ingat buah manisnya yang bisa dipetik dikemudian hari*

*Tanpa ilmu dan pengetahuan, kita seperti dilorong gelap yang dipaksa untuk berjalan*

*Fokuskan diri pada target yang akan dicapai*

*Sesungguhnya kesuksesan itu berjalan diatas kesusahan dan pengorbanan*

*Kupersembahkan Untuk:*

- ❖ Kedua orang tuaku Muhammad Nazor dan Herlina*
- ❖ Kedua adikku Gerald Flakasa dan Shelllo Saputra*
- ❖ Kedua pembimbingku Ahmad Zikri, S.T., M.T. dan Ir. Irawan Rusnadi, M.T.*
- ❖ Teman-teman kelas 8 EGB*
- ❖ Teman-teman satu tim Daya, Purqan, Indah, Yasin, Mei, Nita, Algan, Firman, Vidia, Firdaus*
- ❖ Teman-teman Teknik Energi 2013*

## ABSTRAK

### **STUDI KELAYAKAN PRODUKSI HIDROGEN PADA REAKTOR *ALUMINIUM CORROSION AND ELECTROLYSIS (ACE)***

---

**(Indah Yolanda, 2017, 93 halaman, 45 tabel, 20 gambar, 4 lampiran)**

Penggunaan hidrogen sangat disarankan karena hidrogen sebagai energi terbarukan yang paling bersih dan paling efisien dengan kelimpahan yang luar biasa, dan sedikitnya emisi polusi yang dihasilkan selama pemakaiannya. Teknologi produksi hidrogen menggunakan proses elektrolisis dengan Potasium Hidroksida yang digunakan sebagai katalis sehingga proses produksi hidrogen akan semakin cepat. Semakin tinggi konsentrasi potasium hidroksida maka semakin tinggi pula flow gas hidrogen yang dihasilkan. Dalam memproduksi hidrogen ini digunakan pula bahan Aluminium. Aluminium memiliki kepadatan energi yang tinggi dan dianggap logam yang paling berlimpah di bumi menurut para peneliti. Dengan ditambahkan aluminium ke dalam reaktor maka flow gas akan semakin cepat. Variasi jenis aluminium sangat dibutuhkan agar dapat dilihat mana yang bisa menghasilkan gas lebih banyak. Dari penelitian didapatkan flow gas tertinggi dihasilkan dari jenis aluminium kaleng coca cola yaitu sebesar 62,4622 ml/s dan ditinjau dari segi ekonomi sangat menguntungkan karena berasal dari kaleng bekas sehingga lebih hemat. Berdasarkan analisa kriteria kelayakan dengan aspek finansial bahwa produksi hidrogen dengan reaktor ACE ini tidak layak dijalankan dikarenakan nilai NPV < 0, B/C Ratio < 1, Payback Period tidak tercapai, dan IRR < nilai diskonto.

**Kata Kunci : Hidrogen, Elektrolisis, Potasium Hidroksida, Aluminium, Studi Kelayakan.**

## ABSTRACT

### A FEASIBILITY OF HIDROGEN PRODUCTION AT ALUMINIUM CORROSION AND ELECTROLYSIS (ACE) REACTOR

---

(Indah Yolanda, 2017, 93 pages, 45 table, 20 figures, 4 attachments)

The use of hydrogen is very recommended to use, because hydrogen is the cleanest and most efficient renewable energy with abundance of remarkable, and also it's risk less the emission of pollution in the using. The production of hydrogen technology uses a electrolysis process with Potassium Hydroxide which is used as a catalyst, so it's production of hydrogen will be more quickly. The higher the concentration of potassium hydroxide is, the higher the flow hydrogen gas produced. In producing hydrogen, it also uses Aluminum. According to the researches, Aluminum has a high density and it's considered as the most abundant metal in the earth. By adding Aluminum into the reactor, so the flow rate of gas become more quickly. Variety of aluminum is needed to make a differences to analyze the potential for producing gas. From the research result that the highest gas flow produced from coca-cola akuminum can is 62,4622 ml/s and its observed by economic sides that it's very profitable, because it took from the trace can. According to feasibility criteria with financial aspect that hydrogen production with ACE reactor is not suitable to do, because the NPV value  $< 0$ , B/C ratio  $< 1$ , payback period is unreachable, and IRR lower than the discount value.

**Keywords : Hydrogen, Electrolysis, Potasium Hidroksida, Aluminum, Feasibility.**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“STUDI KELAYAKAN PRODUKSI HIDROGEN PADA REAKTOR ALUMINIUM CORROSION AND ELECTROLYSIS (ACE)”**

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Kimia Prodi Sarjana Terapan Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Tugas Akhir ini didasarkan pada studi rancang bangun yang dilakukan pada bulan Maret-Juli 2017.

Selama penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Adi Syakdani, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ahmad Zikri, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ir. Arizal Aswan, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ahmad Zikri, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Staf Pengajar, Administrasi, dan Teknisi Laboratorium di Jurusan Teknik Kimia atas bantuan dan kemudahan yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Terima kasih kepada kedua orang tua tercinta Ayahanda Muhammad Nazor dan Ibunda Herlina serta kedua adikku Gerald Flakasa dan Shello Saputra

yang selalu memberikan do'a restu, semangat, dukungan, dan motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

9. Teman-teman kelas EGB 2013 yang selama 4 tahun ini selalu menemani dan berjuang bersama.
10. Rekan-rekan satu kelompok Hidrogen: Aulia Purqan, Daya Wulandari, Indah Nurcahyanti, Muhammad Yasin, Achmad Algan, Meilani Khairlia P, Nita Saraswati, Vidia Wati, Firman Harris, Firdaus, yang telah bersama-sama saling memberi bantuan dan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
11. Teman-teman satu angkatan Teknik Energi 2013 yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu, terima kasih atas motivasi yang telah diberikan selama ini.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Kimia khususnya Program Studi Sarjana Terapan (DIV) Teknik Energi.

Palembang, Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat.....	3
1.4 Perumusan Masalah.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Sel Elektrolisis .....	4
2.2 Elektrolisis Air .....	6
2.3 Larutan Elektrolit .....	8
2.4 Elektroda .....	11
2.5 Gas Hidrogen .....	13
2.5.1 Karakteristik Gas Hidrogen.....	13
2.6 Aluminium .....	14
2.6.1 Aluminium dan Sumbernya .....	14
2.6.2 Karakteristik Gas Hidrogen.....	15
2.6.3 Senyawa-senyawa Aluminium dan Paduan Aluminium.....	16
2.7 Galium.....	18
2.8 Studi Kelayakan .....	19
2.8.1 <i>Net Present Value</i> (NPV) .....	19
2.8.2 <i>Net Benefit Cost Ratio</i> (Net B/C) .....	20
2.8.3 <i>Payback Period</i> (PBP) .....	20
2.8.2 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR) .....	21
2.9 Menghitung Jumlah Gas pada Proses Elektrolisis .....	21



2.9.1 Teori Hoffman.....	21
2.9.2 Hukum Gas Ideal.....	22
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Pendekatan Desain Fungsional .....	24
3.2 Pendekatan Desain Struktural .....	26
3.2.1 Diagram Alir Proses Reaktor Hidrogen .....	26
3.2.2 Reaktor Hidrogen .....	26
3.2.3 Seperangkat <i>Bubbler, Absrober</i> dan <i>Suction Vessel</i> .....	31
3.2.4 <i>Storage</i> .....	32
3.2.5 <i>Engine</i> .....	33
3.3 Pertimbangan Percobaan .....	33
3.3.1 Waktu .....	33
3.3.2 Tempat.....	33
3.4 Alat Dan Bahan .....	33
3.4.1 Peralatan Reaktor ACE .....	33
3.4.2 Peralatan Laboratorium.....	34
3.4.3 Bahan-bahan pada unit Reaktor ACE .....	35
3.5 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	35
3.5.1 Pengamatan .....	37
3.5.2 Prosedur Percobaan .....	37
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
4.1 Data Hasil Penelitian .....	40
4.2 Pembahasan.....	41
4.2.1 Pengaruh Paduan Aluminium Terhadap Produksi Gas Hidrogen .....	42
4.2.2 Pengaruh Variasi Jenis Aluminium Terhadap Produksi Gas Hidrogen .....	43
4.2.3 Hasil Analisis Kelayakan Finansial Produksi Hidrogen .....	44
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran.....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Sifat Daya Hantar Listrik dalam Larutan .....	9
2. Nilai Potensial Reduksi Standar Beberapa Elektroda .....	12
3. Sifat Fisik Gas Hidrogen.....	13
4. Sifat Fisik Aluminium.....	15
5. Pengaruh Paduan Aluminium Terhadap Produksi Gas H <sub>2</sub> .....	41
6. Pengaruh Variasi Jenis Aluminium Terhadap Produksi Gas H <sub>2</sub> .....	43
7. Hasil Analisis Kelayakan Finansial .....	44
8. Data Hasil Proses Elektrolisis .....	48
9. Data Hasil Proses Korosi Aluminium dan Proses Elektrolisis .....	48
10. Data Hasil Proses Korosi Aluminium + Galium dan Proses Elektrolisis .....	48
11. Data Hasil Proses Elektrolisis .....	49
12. Data Hasil Proses Korosi Aluminium dan Proses Elektrolisis.....	49
13. Data Hasil Proses Korosi Aluminium + Galium dan Proses Elektrolisis .....	49
14. Data Hasil Proses Elektrolisis .....	50
15. Data Hasil Proses Korosi Aluminium dan Proses Elektrolisis.....	50
16. Data Hasil Proses Korosi Aluminium + Galium dan Proses Elektrolisis .....	50
17. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan Aluminium Powder.....	51
18. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan Kaleng Coca cola .....	51
19. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan Kaleng Sprite .....	51
20. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan Kaleng Greensands .....	52
21. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan Aluminium Powder.....	52
22. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan Kaleng Coca cola .....	52
23. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan Kaleng Sprite .....	53
24. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan Kaleng Greensands .....	53
25. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan Aluminium Powder.....	53
26. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan Kaleng Coca cola .....	54
27. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan Kaleng Sprite .....	54
28. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan Kaleng Greensands .....	54
29. Tekanan Hidrogen dalam <i>Suction Vessel</i> .....	57
30. Total Gas Hasil Elektrolisis Secara Praktik .....	60
31. Total Gas Hasil Elektrolisis dan Korosi Aluminium Secara Praktik.....	61
32. Total Gas Hasil Elektrolisis dan Korosi Aluminium+Galium Secara Praktik	61
33. Total Gas Hasil Elektrolisis dan Aluminium Powder Secara Praktik.....	61
34. Total Gas Hasil Elektrolisis dan Kaleng Coca cola Secara Praktik.....	62
35. Total Gas Hasil Elektrolisis dan Kaleng Sprite Secara Praktik .....	62
36. Total Gas Hasil Elektrolisis dan Kaleng Greensands Secara Praktik .....	62
37. Neraca Massa pada Reaktor ACE.....	66
38. Neraca Energi pada Konsentrasi 0,8 M dengan Arus 9,76 A .....	70

39. Biaya Investasi Reaktor ACE.....	71
40. Biaya Tetap Reaktor ACE.....	72
41. Biaya Variabel Reaktor ACE.....	72
42. Laba/Rugi Reaktor <i>Aluminium Corrosion and Electrolysis</i> (ACE).....	74
43. Cash Flow Reaktor <i>Aluminium Corrosion and Electrolysis</i> (ACE) .....	75
44. Penilaian Kelayakan Usaha dengan Metode NPV dan B/C ratio .....	77
45. Penilaian Kelayakan Usaha dengan Metode <i>Payback Period</i> .....	77

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Elektrolisis Air .....	7
2. Flow diagram unit Produksi Gas.....	26
3. Rancangan Gambar Teknik Reaktor Hidrogen .....	27
4. Gambar Reaktor Secara Utuh.....	28
5. Gambar Reaktor Perbagian .....	29
6. Rancangan Elektroda didalam Reaktor .....	30
7. Rancangan Gambar Teknik Seperangkat <i>Bubbler</i> .....	31
8. Rancangan Gambar Teknik Seperangkat <i>Storage</i> .....	32
9. Alur Logika Penelitian .....	36
10. Grafik Pengaruh Penambahan Bahan Baku Terhadap Produksi Gas Hidrogen .....	42
11. Grafik Pengaruh Variasi Jenis Aluminium Terhadap Produksi Gas Hidrogen .....	43
12. Tampak Depan Reaktor ACE.....	79
13. Tampak Belakang Reaktor ACE.....	79
14. Reaktor ACE .....	79
15. Bubbler.....	79
16. Storage ACE .....	79
17. Kompresor.....	79
18. Termogan .....	80
19. Katalis Pottasiun hidroksida (KOH) .....	80
20. Oksigen Scavenger Asam Askorbat.....	80

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Data Pengamatan .....	48
Lampiran 2. Perhitungan .....	55
Lampiran 3. Gambar Alat .....	79
Lampiran 4. Surat-Surat	