

LAPORAN TUGAS AKHIR

PROTOTYPE HYDROGEN FUEL GENERATOR

**(Pengaruh *Supply* Arus Listrik dan Jumlah Lempeng Elektroda Terhadap
Produksi Gas Hidrogen dengan Elektrolit Asam Sulfat)**



**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan S1 (Terapan)
pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi
Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang**

**OLEH :
AHMAD MUZAKKIR
0610 4041 1404**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2014**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

PROTOTYPE HYDROGEN FUEL GENERATOR

**(Pengaruh *Supply* Arus Listrik dan Jumlah Lempeng Elektroda Terhadap
Produksi Gas Hidrogen dengan Elektrolit Asam Sulfat)**

Oleh:

**AHMAD MUZAKKIR
NIM 061040411404**

Pembimbing I,

**Palembang, Juli 2014
Pembimbing II,**

**Ir. Erlinawati, M.T.
NIP 196107051988112001**

**Ir. Arizal Aswan, M.T.
NIP 195804241993031001**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi
S1 (Terapan) Teknik Energi**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia**

**Ir. Arizal Aswan, M.T.
NIP 195804241993031001**

**Ir. Robert Junaidi, M.T.
NIP.196607121993031003**

Motto :

- **Barangsiapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri.” (QS Al-Ankabut [29]: 6)**
- **Cara untuk menjadi di depan adalah memulai sekarang. Jika memulai sekarang, tahun depan Anda akan tahu banyak hal yang sekarang tidak diketahui, dan Anda tak akan mengetahui masa depan jika Anda menunggu-nunggu (Nabi Muhammad SAW)**
- **Tidak ada yang mustahil untuk orang yang punya kemauan**

Kupersembahkan Untuk :

- ❖ **Allah SWT beserta Rasul-Nya yang selalu menemani setiap langkah kaki ini.**
- ❖ **Kedua orang tua yang telah bersusah payah memberikan yang terbaik untukku dan tanpa lelah selalu mendoakanku.**
- ❖ **Kakak-kakak ku yang selalu memberiku semangat dan doa**
- ❖ **Semua keluarga besarku yang selalu mendoakanku.**
- ❖ **Kedua pembimbingku Ir. Erlinawati, M.T dan Ir. Arizal Aswan, M.T yang tanpa lelah memberikan bimbingan sampai selesainya laporan ini.**
- ❖ **Pak Ahmad Zikri, S.T. M.T yang selalu memberikan saran dan masukan kepada kami.**
- ❖ **Pak Widodo yang selalu menolong dan memberikan masukan sampai alat yang kami buat selesai.**
- ❖ **Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Beserta Staff di jurusan Teknik Energi dan Teknik Kimia terimakasih atas segala bantuannya.**
- ❖ **Teman Seperjuangan, Pratama Kusuma, Iftikar Mukti Ali, Pratiwi Purnama Sari, Ogi Cahaya Mada dan Heni Nurani Apriliana.**
- ❖ **Teman – Teman di DIV Teknik Energi dan Jurusan Teknik Kimia Polsri.**

ABSTRAK

PROTOTYPE HYDROGEN FUEL GENERATOR

(Pengaruh *Supply* Arus Listrik dan Jumlah lempeng Elektroda Terhadap Produksi Gas Hidrogen dengan Elektrolit Asam Sulfat)

(Ahmad Muzakkir, 2014, 97 Lembar, 64 Tabel, 31 Gambar, 4 Lampiran)

Pemanfaatan air sebagai energi alternatif salah satunya adalah dengan mengubahnya menjadi bentuk gas melalui proses elektrolisis. Untuk mengubah air menjadi gas tersebut dibutuhkan aliran arus listrik dan lempeng elektroda untuk menguraikan air menjadi gas hidrogen dan oksigen. Variasi arus yang digunakan adalah 5, 10 dan 15 amper, sedangkan untuk lempeng elektroda dibuat dengan dimensi 96 m². Dari permasalahan tersebut, maka dirancang *Prototype Hydrogen Fuel Generator*. Tujuan pembuatan alat ini adalah digunakan untuk menghasilkan gas hidrogen. Variasi Arus dan jumlah lempeng elektroda digunakan sebagai variabel tak tetap untuk menghitung berapa efisiensi listrik yang digunakan, *Specific Fuel Consume* dan % *energy loss*. Dari hasil perhitungan, gas hidrogen yang dihasilkan meningkat seiring dengan besarnya arus listrik yang dipakai, gas hidrogen tertinggi didapat pada arus 15 amper dan elektroda 8 lempeng yaitu 0,2324 mol kemudian yang paling rendah 0,1373 mol pada arus 5 amper dan elektroda 4 lempeng. Dari efisiensi elektrik, semakin meningkat sesuai dengan jumlah lempeng elektroda yang digunakan. Efisiensi tertinggi didapat pada arus 5 amper dan elektroda 8 lempeng yaitu 41,2020 % kemudian yang palig rendah 20,5811 % pada arus 15 amper dan elektroda 8 lempeng. Sedangkan untuk % heat loss berbanding terbalik dengan efisiensi, semakin rendah efisiensi maka % heat loss semakin besar, begitu juga sebaliknya. Sementara nilai konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) naik seiring dengan besarnya arus listrik yang digunakan

Kata Kunci : Air, Hidrogen, Arus, Elektroda, Efisiensi.

ABSTRACT

PROTOTYPE HYDROGEN FUEL GENERATOR

(Effect of Electrical Current Supply and Number of Electrode Plates On Hydrogen Gas Production with Sulphuric Acid Electrolyte)

(Ahmad Muzakir, 2014, 97 Pages, 64 Tables, 31 Pictures, 4 Appendixes)

Utilization of water as an alternative energy one is to turn it into a gaseous form through the process of electrolysis. To change the water into the gas flow of electrical current needed and plate electrodes to decompose water into hydrogen and oxygen gas. Variations of current are 5, 10 and 15 amperes, while for plate electrodes made with dimensions of 96 cm². From that problem, the prototype of Hydrogen Fuel Generator is designed. The purpose of this tool is used to generate hydrogen gas. Flow variations and number plate electrode was used as a fixed variable to calculate how the efficiency of the electricity used, Specific Fuel Consume and percent of energy loss. From the calculation, the hydrogen gas produced increases with the amount of electric current is used, the highest hydrogen gas obtained at 15 ampere current and electrode plate 8 which is 0.2324 moles then the lowest 0.1373 mol at 5 ampere current and electrode 4 plates. From electrical efficiency, increasing according to the number plate electrodes is used. The highest efficiency obtained at 5 ampere current and electrode plate 8 which is 41.2020% and 20.5811% the lowest in 15 ampere current and electrode plate 8. As for the percent of heat loss is inversely proportional to the efficiency, the lower the efficiency of the percent of heat loss is greater, and vice versa. While the value of specific fuel consumption (SFC) increased as the amount of electric current that is used.

Keywords: Water, Hydrogen, Flow, Electrode, Efficiency.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas segala Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “*Prototype Hydrogen Fuel Generator (Pengaruh Supply Arus Listrik Terhadap Produksi Gas Hidrogen dengan Elektrolit Asam Sulfat)*”

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya. Tugas Akhir ini didasarkan pada studi rancang bangun yang dilakukan pada bulan April-Juni 2014.

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

1. RD. Kusmanto, S.T, M.M, selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ir. Robert Junaidi, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
3. Zulkarnain, S.T, M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
4. Ir. Arizal Aswan, M.T, selaku Ketua Program studi Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya dan selaku Pembimbing II yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Ir. Erlinawati, M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Staf Pengajar, Administrasi, dan Jurusan teknik Kimia dan teknik Energi atas bantuan dan kemudahan yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Kedua orang tua dan saudara-saudara saya yang telah memberikan do'a, restu, motivasi, bantuan moril dan semangat serta dukungannya selalu penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Terima kasih kepada Pratama Kusuma W, Iftikar Mukti Ali, Pratiwi Purnama Sari, Ogi Cahaya Mada dan Heni Nurani Apriliana atas segala bantuannya, secara langsung maupun tak langsung.
9. Teman-teman 8 EGB dan teman-teman Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang Angkatan 2010 yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu, terima kasih atas masukan dan bantuannya yang telah diberikan selama ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan ridho-Nya kepada kita, Amin.

Palembang, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat	3
1.4 Rumusan Masalah	4
BAB II. URAIAN PROSES	
2.1 Sel Elektrolisis	5
2.1.1 Faktor yang Mempengaruhi Elektrolisis	6
2.2 Elektrolisis Air	7
2.3 Air	8
2.4 Elektrolit	9
2.4.1 Jenis Elektrolit	11
2.5 Elektroda.....	12
2.5.1 Jenis Elektroda	13
2.5.2 Baja Tahan Karat.....	14
2.6 Gas Hidrogen	14
2.6.1 Karakteristik Gas Hidrogen	15
2.7 Menghitung Jumlah Gas yang Dihasilkan pada Proses Elektrolisis	16
2.8 Menghitung Energi yang digunakan pada Proses Elektrolisis.....	17
2.9 Menghitung Efisiensi Elektroliser	18
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	19
3.2 Pendekatan Desain Struktural	19
3.2.1 Desain Alat Hydrogen Fuel Generator	20
3.2.2 Menghitung Volume Tabung Elektrolisis Air.....	23
3.2.3 Menghitung Volume Penampung Air atau Bubbler	23
3.2.4 Menghitung Volume Tabung Penampung Gas H ₂	23
3.2.5 Menghitung Dimensi Lempeng Elektroda.....	24
3.3 Waktu dan Tempat	25
3.4 Alat dan Bahan.....	25
3.4.1 Bahan yang Digunakan	25
3.4.2 Alat yang Digunakan	25
3.5 Perlakuan dan Rancangan Percobaan	25
3.6 Prosedur Percobaan.....	26
3.6.1 Pembuatan Reaktor Elektrolisis, Tabung Penampung air dan Tabung Absorber	26
3.6.2 Prosedur Percobaan Hydrogen Fuel Generator	27

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	28
4.2 Pembahasan.....	30
4.2.1 Pengaruh Arus Listrik dan Jumlah Lempeng Elektroda terhadap Produksi Gas Hidrogen yang Dihasilkan Secara Praktek.....	30
4.2.2 Pengaruh Listrik dan Jumlah Lempeng Elektroda terhadap Produksi Gas Oksigen yang dihasilkan	31
4.2.3 Pengaruh Arus Listrik dan Jumlah Lempeng Elektroda terhadap Efisiensi Listrik	32
4.2.4 Pengaruh Arus Listrik dan Jumlah Lempeng Elektroda terhadap % <i>Energy Loss</i>	34
4.2.5 Pengaruh Arus Listrik dan Jumlah Lempeng Elektroda terhadap <i>Specific Fuel Consume</i> (SFC).....	35
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
 DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Ketetapan Fisik Air	9
2. Nilai Potensial Reduksi Standar Beberapa Elektroda.....	10
3. Sifat Fisik Gas Hidrogen.....	16
4. Data Berat Alat Elektrolisis Sebelum dan Sesudah	40
5. Hasil Elektrolisis dengan Arus 5 Ampere dan Elektroda 4 Lempeng	40
6. Hasil Elektrolisis dengan Arus 5 Ampere dan Elektroda 6 Lempeng	41
7. Hasil Elektrolisis dengan Arus 5 Ampere dan Elektroda 8 Lempeng	41
8. Hasil Elektrolisis dengan Arus 10 Ampere dan Elektroda 4 Lempeng	42
9. Hasil Elektrolisis dengan Arus 10 Ampere dan Elektroda 6 Lempeng	43
10. Hasil Elektrolisis dengan Arus 10 Ampere dan Elektroda 8 Lempeng	44
11. Hasil Elektrolisis dengan Arus 15 Ampere dan Elektroda 4 Lempeng	44
12. Hasil Elektrolisis dengan Arus 15 Ampere dan Elektroda 6 Lempeng	46
13. Hasil Elektrolisis dengan Arus 15 Ampere dan Elektroda 8 Lempeng	47
14. P Tabung U Pada Elektroda 4 Lempeng dan Arus 5 Amper.....	49
15. P Tabung U Pada Elektroda 6 Lempeng dan Arus 5 Amper.....	49
16. P Tabung U Pada Elektroda 8 Lempeng dan Arus 5 Amper.....	50
17. P Tabung U Pada Elektroda 4 Lempeng dan Arus 10 Amper.....	50
18. P Tabung U Pada Elektroda 6 Lempeng dan Arus 10 Amper.....	51
19. P Tabung U Pada Elektroda 8 Lempeng dan Arus 10 Amper.....	52
20. P Tabung U Pada Elektroda 4 Lempeng dan Arus 15 Amper.....	53
21. P Tabung U Pada Elektroda 6 Lempeng dan Arus 15 Amper.....	54
22. P Tabung U Pada Elektroda 8 Lempeng dan Arus 15Amper.....	55
23. Laju Alir Untuk Arus 5 Amper dan 4 Lempeng Elektroda	58
24. Laju Alir Untuk Arus 5 Amper dan 6 Lempeng Elektroda	58
25. Laju Alir Untuk Arus 5 Amper dan 8 Lempeng Elektroda	59
26. Laju Alir Untuk Arus 10 Amper dan 4 Lempeng Elektroda	59
27. Laju Alir Untuk Arus 10 Amper dan 6 Lempeng Elektroda	60
28. Laju Alir Untuk Arus 10 Amper dan 8 Lempeng Elektroda	61
29. Laju Alir Untuk Arus 15 Amper dan 4 Lempeng Elektroda	62
30. Laju Alir Untuk Arus 15 Amper dan 6 Lempeng Elektroda	63
31. Laju Alir Untuk Arus 15 Amper dan 8 Lempeng Elektroda	64
32. Jumlah Gas yang Dihasilkan Secara Teori	66
33. Jumlah Gas yang Dihasilkan Secara Praktek.....	68
34. Jumlah Oksigen yang terserap pada <i>Bubbler</i>	69
35. Perhitungan H ₂ O yang Terserap Absorber.....	70
36. Neraca Massa pada Reaktor dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng	70
37. Neraca Massa pada Reaktor dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng.....	71
38. Neraca Massa pada Reaktor dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng.....	71
39. Neraca Massa pada Reaktor dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng.....	71
40. Neraca Massa pada Reaktor dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng ...	72
41. Neraca Massa pada Reaktor dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng.....	72
42. Neraca Massa pada Reaktor dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng.....	72

43. Neraca Massa pada Reaktor dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng	73
44. Neraca Massa pada Reaktor dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng.....	73
45. Neraca Massa pada Bubbler dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng.....	73
46. Neraca Massa pada Bubbler dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng.....	74
47. Neraca Massa pada Bubbler dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng.....	74
48. Neraca Massa pada Bubbler dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng....	74
49. Neraca Massa pada Bubbler dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng....	75
50. Neraca Massa pada Bubbler dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng....	75
51. Neraca Massa pada Bubbler dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng.....	75
52. Neraca Massa pada Bubbler dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng....	76
53. Neraca Massa pada Bubbler dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng....	76
54. Neraca Massa pada Absorber dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng....	76
55. Neraca Massa pada Absorber dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng ...	77
56. Neraca Massa pada Absorber dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng ...	77
57. Neraca Massa pada Absorber dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng ...	77
58. Neraca Massa pada Absorber dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng...	78
59. Neraca Massa pada Absorber dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng...	78
60. Neraca Massa pada Absorber dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng....	78
61. Neraca Massa pada Absorber dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng....	79
62. Neraca Massa pada Absorber dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng...	79
63. Energi yang Digunakan pada Proses Elektrolisis	91
64. Efisiensi Elektrik dan % <i>Energy Loss</i> serta SFC (Sfecific Fuel Consume)....	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tampak Samping Alat <i>Hydrogen Fuel Generator</i>	20
2. Tampak Atas <i>Hydrogen Fuel Generator</i>	21
3. Tampak Depan <i>Hydrogen Fuel Generator</i>	22
4. Dimensi Lempeng Elektroda.....	24
5. Pengaruh Arus Listrik dan Lempeng Elektroda Terhadap Produksi Gas Hidrogen Secara Praktek	30
6. Pengaruh Suplay Arus Listrik dan Lempeng Elektroda Terhadap Produksi Gas Oksigen.....	32
7. Pengaruh Suplay Arus Listrik dan Lempeng Elektroda Terhadap Efisiensi Elektrik	33
8. Pengaruh Suplay Arus Listrik dan Lempeng Elektroda Terhadap <i>Energi Loss</i> Produksi Gas Hidrogen	34
9. Pengaruh Suplay Arus Listrik dan Jumlah Lempeng Elektroda terhadap <i>Specific Fuel Consume</i> (SFC)	35
10. Neraca Massa pada Proses Elektrolisis Elektroda 4 Lempeng Arus 5 A.....	80
11. Neraca Massa pada Proses Elektrolisis Elektroda 6 Lempeng Arus 5 A.....	81
12. Neraca Massa pada Proses Elektrolisis Elektroda 8 Lempeng Arus 5 A.....	82
13. Neraca Massa pada Proses Elektrolisis Elektroda 4 Lempeng Arus 10 A.....	83
14. Neraca Massa pada Proses Elektrolisis Elektroda 6 Lempeng Arus 10 A.....	84
15. Neraca Massa pada Proses Elektrolisis Elektroda 8Lempeng Arus 10 A.....	85
16. Neraca Massa pada Proses Elektrolisis Elektroda 4 Lempeng Arus 15 A.....	86
17. Neraca Massa pada Proses Elektrolisis Elektroda 6 Lempeng Arus 15 A.....	87
18. Neraca Massa pada Proses Elektrolisis Elektroda 8 Lempeng Arus 15 A.....	88
19. Reaktor Elektrolisis.....	93
20. Tabung <i>Bubbler</i>	93
21. Tabung Absorber	93
22. Tabung Penampung	93
23. Elektroda	94
24. <i>Battery</i> atau <i>accu</i>	94
25. Pembuatan Kerangka Alat <i>Hydrogen Fuel Generator</i>	94
26. Pemasangan Komponen Alat (<i>Bubbler</i> , Reaktor dan Absorber).....	95
27. Pembuatan Lempeng Elektroda	95
28. <i>Finishing</i> Pembuatan Alat <i>Hydrogen Fuel Generator</i>	96
29. Reaktor Sebelum Elektrolisis.....	96
30. Reaktor Sesudah Elektrolisis.....	96
31. Rangkaian Proses Elektrolisis.....	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Pengamatan	40
2. Perhitungan	48
3. Gambar.....	93
4. Data Pengesahan, Surat Rekomendasi dan Surat Asistensi	98