

PROTOTYPE HYDROGEN FUEL GENERATOR
(Uji Kelayakan Gas Hasil Elektrolisis Sebagai Bahan Bakar)



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan S1 Terapan
pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi S1 Terapan Teknik Energi
Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang**

Oleh :

**Heni Nurani Apriliana
0610 4041 1386**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2014**

LEMBAR PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

PROTOTYPE HYDROGEN FUEL GENERATOR
(Uji Kelayakan Gas Hasil Elektrolisis Sebagai Bahan Bakar)

Oleh :

HENI NURANI APRILIANA
0610 4041 1386

Pembimbing I,

Ir. Arizal Aswan, M.T
NIP.195804241993031001

Ketua Program Studi,
S1 (Terapan) Teknik Energi

Ir. Arizal Aswan, M.T
NIP.195804241993031001

Palembang, Juli 2014
Pembimbing II,

Zurohaina, S.T., M.T
NIP. 196707181992032001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

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

Motto :

- *Belajar dan belajarlal semaksimal mungkin saat ini seakan kau akan hidup seribu tahun lagi.*
- *Syukurilah apa yang telah kamu dapatkan hari ini dan tak berhenti berusaha untuk menjadi yang terbaik dihari esok.*
- *Dimanapun engkau berada, sesempit dan sesesak apapun itu, jika engkau dapat menemukan kesenangan, kebahagiaan dan mensyukuri karunia-NYA, engkau akan merasakan surga disana.*
- *Keyakinan adalah salah satu kunci menuju gerbang kesuksesan dunia dan akhirat.*

Kupersembahkan kepada :

- *Allah SWT*
- *Kedua orang tuaku*
- *Kakak dan adik-adikku*
- *Bapak Ir. Arizal Aswan, MT.*
- *Ibu Zurohaina, ST., MT.*
- *Dosen Politeknik Negeri Sriwijaya*
- *Sahabat di Jurusan Teknik Energi dan Teknik Kimia*
- *M. Ridho Gumantara*

ABSTRAK

PROTOTYPE HYDROGEN FUEL GENERATOR

(Uji Kelayakan Gas Hasil Elektrolisis Sebagai Bahan Bakar)

(Heni Nurani, 2014, 117 Halaman, 56 Tabel, 22 Gambar, 4 Lampiran)

Saat ini bahan bakar fosil adalah salah satu sumber energi yang paling banyak digunakan. Kondisi ini menyebabkan banyak kalangan sadar akan ketergantungan pada minyak bumi yang harus segera diatasi. Sehingga banyak kalangan yang mengembangkan sumber energi alternatif yaitu hidrogen. Pada penelitian ini hidrogen dihasilkan melalui proses elektrolisis dengan bahan baku air dengan campuran elektrolit NaCl 0,05 N. Berdasarkan hasil penelitian bahwa beda tekan pada manometer U dengan tekanan pada penampung gas berbanding terbalik, dikarenakan produksi gas pada reaktor elektrolisis sudah mulai jenuh dan sedikit memproduksi gas, sehingga sedikit pula memberikan tekanan pada manometer U dan tetap mengisi tabung penampung gas sehingga tekanan pada tabung penampung semakin bertambah. Pada penelitian ini produksi gas yang banyak pada arus 15 Ampere dengan 4 Lempeng, yaitu 0,2535 mol. Sedangkan, produksi gas yang paling sedikit terdapat pada arus 5 Ampere dengan 4 Lempeng, yaitu 0,1908 mol. Effisiensi elektrik terbesar terdapat pada arus 5 Ampere dengan jumlah elektroda 8 lempeng, yaitu 41,3627 %. Sedangkan effisiensi elektrik terkecil terdapat pada arus 10 Ampere dengan jumlah elektroda 4 lempeng, yaitu 20,5823 %. Heat loss terbesar terdapat pada arus 10 Ampere dengan jumlah elektroda 4 lempeng, yaitu 79,4177 %. Sedangkan heat loss terkecil terdapat pada arus 5 Ampere dengan jumlah elektroda 8 lempeng, yaitu 58,6373 %. Besaran SFC terbesar terdapat pada arus 5 Ampere dengan jumlah elektroda 8 lempeng, yaitu 42,6914 %. Sedangkan SFC terkecil terdapat pada arus 5 Ampere dengan jumlah elektroda 8 lempeng, yaitu 13,7966 %.

Kata kunci : Elektrolisis, Elektroda, Air, Hidrogen, Baterai

ABSTRACT

PROTOTYPE OF HYDROGEN FUEL GENERATOR (The Feasibility Test of Gas From the Result of the Electrolysis as Fuel)

(Heni Nurani, 2014, 117 Pages, 56 Tables, 22 Fig, 4 Appendix)

Nowadays petroleum fuel is one of sources energy that one of the most widely used. This condition causes many people aware of the dependence on petroleum that must be addressed immediately. So that many people who develops this alternative energy sources namely hydrogen. In this research the hydrogen produced by electrolysis process with raw materials water and electrolit mixing NaCl 0,05 N. brdsrkan result of this research the different of pressure on manometer U with pressure on gas tank is back compared. It is caused production gas on electrolysis reactor was deactivation and producces gas in lttle number. so it gave little of pressure on manometer U. And keep filled gas tank. so pressure on gas tank so more increase. In this research that got large number at current 15 ampere with 4 slabs. It is 2,2535 mol. And most little effisiensi electric at 10 ampere with sum of electroda 4 slabs. It is 79,4177 %. And most little heat loss at 5 ampere with sum of electroda 8 slabs. It is 58,6373 %.the biggest SFC scale at 5 ampere with sum electroda 8 slabs. It is 42, 6914 % and the most little SFC is at current 5 ampere with sum electroda 8 slabs, it is 13,7966 %.

Keywords: Electrolysis, Electroda, Water, Hydrogen, Battery

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “*Prototype Hydrogen Fuel Generator (Uji Kelayakan Gas Hasil Elektrolisis Sebagai Bahan Bakar)* “. Pembuatan laporan ini merupakan persyaratan guna menyelesaikan pendidikan S1 Terapan sesuai dengan kurikulum yang ditetapkan oleh Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

Data dan informasi yang terdapat dalam Laporan Tugas Akhir ini diperoleh dari eksperimen (penelitian) yang dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya dengan berbagai tahapan, yaitu dari tahapan studi literatur sampai pada akhir penyelesaian laporan. Penulis berusaha semaksimal mungkin untuk menyelesaikan laporan ini walaupun banyak keterbatasan kemampuan.

Dalam melaksanakan penelitian dan menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. R.D. kusumanto, 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 Prodi S1 Terapan Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
5. Zurohaina, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
6. Ibu Ir. Erlinawati, M.T. dan Pak Ahmad Zikri, S.T., M.T. yang telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
7. Bapak/Ibu Dosen Pengajar Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Seluruh Staf Administrasi dan Teknisi Jurusan Teknik Kimia atas bantuan dan kemudahan yang diberikan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.

9. Keluargaku khususnya kedua orang tuaku , kakakku Adi, serta adik-adikku (Diana, Citra Wisnu) atas semua dukungan moril, material, doa, ridho, dan segala-galanya yang sudah diberikan kepadaku. Semoga dengan pencapaian ini bisa memberikan kebahagiaan dan kebanggaan bagi kalian karena inilah salah satu bentuk baktiku.
10. Teman – teman kelas EGA dan EGB yang selalu ada dan memberikan doa serta senyum manis kalian yang menjadi tambahan semangat bagiku.
11. Sahabat-sahabat ku d’cheniez (Cylvi, Afril dan Endang), serta Sahabat seperjuangan di Polsri (Uning, Lia, Sepri, dan Weni) dan Ridho yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
12. Teman satu kelompok (Tiwi, Ogi, dan Zackir), yang telah membantu dan bersama-sama menyelesaikan penelitian serta Laporan Tugas Akhir ini.
13. Semua pihak yang telah banyak membantu kelancaran penyusunan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan semuanya, semoga Allah membalas kebaikan kalian.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya. Semoga Tuhan memberikan balasan kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu penulis. Akhir kata penulis mengharapkan semoga Laporan Tugas Akhir ini berguna bagi kita semua.

Palembang, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sel Elektrolisis.....	5
2.2 Elektrolisis Air	7
2.3 Air	9
2.4 Elektrolit	10
2.4.1 Jenis Elektrolit	11
2.5.2 Natrium Klorida (NaCl)	12
2.5 Elektroda.....	14
2.5.1 Jenis Elektroda.....	16
2.5.2 Baja Tahan Karat	17
2.6 Gas Hidrogen	17
2.7 Perhitungan Jumlah Gas H ₂ yang Dihasilkan.....	20
2.8 Menghitung Energi yang digunakan pada Proses Elektrolisis.....	21
2.9 Menghitung Efisiensi Elektroliser.....	23
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	24
3.2 Pendekatan Desain Struktural	24
3.2.1 Desain Alat <i>Hydrogen Fuel Generator</i>	26
3.2.2 Menghitung volume Tabung Elektrolisis Air.....	29

3.2.3 Menghitung Volume Penampung Air atau <i>Bubbler</i>	29
3.2.4 Menghitung Volume Tabung Penampung Gas H ₂	29
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	30
3.4 Bahan dan Alat	30
3.4.1 Bahan yang Digunakan	30
3.4.2 Alat yang Digunakan	30
3.5 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	30
3.6 Prosedur Percobaan	31
3.6.1 Pembuatan Reaktor Elektrolisis, Tabung Penampung Air dan Tabung Absorber	31
3.6.2 Prosedur Percobaan <i>Hydrogen Fuel Generator</i>	32
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	35
4.2 Pembahasan	36
4.2.1 Pengaruh Arus dan Jumlah Lempeng Elektroda terhadap Produksi Gas Hydrogen yang dihasilkan.....	36
4.2.2 Pengaruh Arus dan Jumlah Lempeng Elektroda terhadap Produksi Gas Oksigen yang dihasilkan	37
4.2.3 Pengaruh Arus dan Jumlah Lempeng Elektroda terhadap Efisiensi Electric.....	38
4.2.4 Pengaruh Arus dan Jumlah Lempeng Elektroda terhadap % Heat Loss.....	39
4.2.5 Pengaruh Arus dan Jumlah Lempeng Elektroda terhadap <i>specific fuel consume</i> (Sfc).....	40
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
 DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Ketetapan Fisik Air	10
2. Nilai Potensial Reduksi Standar Beberapa Elektroda	15
3. Sifat Fisik Gas Hidrogen.....	19
4. Data Gas Campuran dan Gas H ₂ serta O ₂ yang dihasilkan.....	35
5. Data Perhitungan Hasil %Elect Efisiensi, % Head Loss, dan Sfc.....	36
6. Tabulasi Beda Tekan Manometer U Jumlah Lempeng 4 dan Arus 5A.....	54
7. Tabulasi Beda Tekan Manometer U Jumlah Lempeng 4 dan Arus 10A.....	55
8. Tabulasi Beda Tekan Manometer U Jumlah Lempeng 4 dan Arus 15A.....	56
9. Tabulasi Beda Tekan Manometer U Jumlah Lempeng 6 dan Arus 5A.....	57
10. Tabulasi Beda Tekan Manometer U Jumlah Lempeng 6 dan Arus 10A.....	58
11. Tabulasi Beda Tekan Manometer U Jumlah Lempeng 6 dan Arus 15A.....	59
12. Tabulasi Beda Tekan Manometer U Jumlah Lempeng 8 dan Arus 5A.....	60
13. Tabulasi Beda Tekan Manometer U Jumlah Lempeng 8 dan Arus 10A.....	60
14. Tabulasi Beda Tekan Manometer U Jumlah Lempeng 8 dan Arus 15A.....	61
15. Laju Alir Jumlah lempeng 4 dan Arus 5 A.....	64
16. Laju Alir Jumlah lempeng 4 dan Arus 10 A.....	65
17. Laju Alir Jumlah lempeng 4 dan Arus 15 A.....	66
18. Laju Alir Jumlah Lempeng 6 dan Arus 5 A.....	67
19. Laju Alir Jumlah Lempeng 6 dan Arus 10 A.....	67

20. Laju Alir Jumlah lempeng 6 dan Arus 15 A.....	68
21. Laju Alir Jumlah lempeng 8 dan Arus 5 A.....	68
22. Laju Alir Jumlah lempeng 8 dan Arus 10 A.....	69
23. Laju Alir Jumlah lempeng 8 dan Arus 15 A.....	69
24. Gas Campuran dan Gas H ₂ dan O ₂ yang dihasilkan Secara Teoritis.....	71
25. Gas Campuran dan Gas H ₂ serta O ₂ yang dihasilkan Secara Praktek.....	73
26. Jumlah Oksigen yang terserap pada <i>Bubbler</i>	74
27. Data Hasil Perhitungan H ₂ O yang Terserap Absorber.....	75
28. Neraca Massa Pada Reaktor Untuk arus 5 Ampere dan 4 Lempeng Elektroda.....	76
29. Neraca Massa Pada <i>Bubbler</i> Elektrolisis Untuk arus 5 Ampere dan 4 Lempeng Elektroda.....	76
30. Neraca Massa Pada Absorber Elektrolisis Untuk arus 5 Ampere dan 4 Lempeng Elektroda.....	76
31. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis Untuk arus 5 Ampere dan 6 Lempeng Elektroda.....	77
32. Neraca Massa Pada <i>Bubbler</i> Elektrolisis Untuk arus 5 Ampere dan 6 Lempeng Elektroda.....	77
33. Neraca Massa Pada Absorber Elektrolisis Untuk arus 5 Ampere dan 6 Lempeng Elektroda.....	77
34. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis Untuk arus 5 Ampere dan 8 Lempeng Elektroda.....	78
35. Neraca Massa Pada <i>Bubbler</i> Elektrolisis Untuk arus 5 Ampere dan 8 Lempeng Elektroda.....	78
36. Neraca Massa Pada Absorber Elektrolisis Untuk arus 5 Ampere dan 8 Lempeng Elektroda.....	78
37. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis Untuk arus 10 Ampere dan 4 Lempeng Elektroda.....	79
38. Neraca Massa Pada <i>Bubbler</i> Elektrolisis Untuk arus 10 Ampere dan 4 Lempeng Elektroda.....	79
39. Neraca Massa Pada Absorber Elektrolisis Untuk arus 10 Ampere dan 4 Lempeng Elektroda.....	79

40. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis Untuk arus 10 Ampere dan 6 Lempeng Elektroda.....	80
41. Neraca Massa Pada <i>Bubbler</i> Elektrolisis Untuk arus 10 Ampere dan 6 Lempeng Elektroda.....	80
42. Neraca Massa Pada Absorber Elektrolisis Untuk arus 10 Ampere dan 6 Lempeng Elektroda.....	80
43. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis Untuk arus 10 Ampere dan 8 Lempeng Elektroda.....	81
44. Neraca Massa Pada <i>Bubbler</i> Elektrolisis Untuk arus 10 Ampere dan 8 Lempeng Elektroda.....	81
45. Neraca Massa Pada Absorber Elektrolisis Untuk arus 10 Ampere dan 8 Lempeng Elektroda.....	81
46. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis Untuk arus 15 Ampere dan 4 Lempeng Elektroda.....	82
47. Neraca Massa Pada <i>Bubbler</i> Elektrolisis Untuk arus 15 Ampere dan 4 Lempeng Elektroda.....	82
48. Neraca Massa Pada Absorber Elektrolisis Untuk arus 15 Ampere dan 4 Lempeng Elektroda.....	82
49. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis Untuk arus 15 Ampere dan 6 Lempeng Elektroda.....	83
50. Neraca Massa Pada <i>Bubbler</i> Elektrolisis Untuk arus 15 Ampere dan 6 Lempeng Elektroda.....	83
51. Neraca Massa Pada Absorber Elektrolisis Untuk arus 15 Ampere dan 6 Lempeng Elektroda.....	83
52. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis Untuk arus 15 Ampere dan 8 Lempeng Elektroda.....	84
53. Neraca Massa Pada <i>Bubbler</i> Elektrolisis Untuk arus 15 Ampere dan 8 Lempeng Elektroda.....	84
54. Neraca Massa Pada Absorber Elektrolisis Untuk arus 15 Ampere dan 8 Lempeng Elektroda.....	84
55. Energi yang Digunakan pada Proses Elektrolisis.....	96
56. Efisiensi Elektrik dan % Heat Loss serta SFC (Sfecific Fuel Consume).....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Elektrolisis Air.....	8
2. Proses Elektrolisis Air dan NaCl.....	13
3. Karakteristik Campuran (Volume) Gas Hidrogen dan Udara	19
4. Visualisasi Pelepasan Gas Hidrogen ke Udara Menggunakan Teknik Foto BOS	20
5. Tampak Samping Prototype Fuel Generator.....	26
6. Tampak Samping Prototype Fuel Generator	27
7. Tampak Depan Prototype Fuel Generator	28
8. Diagram Alir Prosedur Percobaan.....	34
9. Pengaruh Arus dan Jumlah Lempeng pada Produksi Gas Hidrogen....	37
10. Pengaruh Arus dan Jumlah Lempeng pada Produksi Gas Oksigen.....	38
11. Pengaruh Arus dan Jumlah Lempeng terhadap Efisiensi Eletrik.....	39
12. Pengaruh Arus dan Jumlah Lempeng terhadap Heat Loss.....	40
13. Pengaruh Arus dan Jumlah Lempeng terhadap sfc	41
14. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> dengan Arus 5 A dan Elektroda 4 Lempeng.....	85
15. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> dengan Arus 5 A dan Elektroda 6 Lempeng.....	86
16. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> dengan Arus 5 A dan Elektroda 8 Lempeng.....	87
17. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> dengan Arus 10 A dan Elektroda 4 Lempeng.....	88
18. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> dengan Arus 10 A dan Elektroda 6 Lempeng.....	89
19. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> dengan Arus 10 A dan Elektroda 8 Lempeng.....	90

20. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> dengan Arus 15 A dan Elektroda 4 Lempeng.....	91
21. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> dengan Arus 15 A dan Elektroda 6 Lempeng.....	92
22. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> dengan Arus 15 A dan Elektroda 8 Lempeng.....	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lembar Data Pengamatan	45
2. Lembar Perhitungan.....	53
3. Gambar – Gambar.....	98
4. Surat-surat.....	102