

LAPORAN TUGAS AKHIR

PROTOTYPE HYDROGEN FUEL GENERATOR

**(Produksi Gas Hidrogen Ditinjau dari Reaktor Jenis Plat Alumunium dan
Stainless Steel serta Variasi Konsentrasi Elektrolit NaCl)**



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

**OLEH :
GRACE REZA. S
0611 4041 1546**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2015**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

PROTOTYPE HYDROGEN FUEL GENERATOR
**(Produksi Gas Hidrogen Ditinjau dari Reaktor Jenis Plat Alumunium dan
Stainless Steel serta Variasi Konsentrasi Elektrolit NaCl)**

Oleh:

GRACE REZA. S
NIM 0611 4041 1546

Pembimbing I,

Palembang, Juni 2015
Pembimbing II,

Ir. Erlinawati, M.T.
NIP 196107051988112001

Ir. Irawan Rusnadi, M.T.
NIP 196702021994031004

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan (D IV) Teknik Energi

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Ir. Arizal Aswan, M.T.
NIP 195804241993031001

Ir. Robert Junaidi, M.T.
NIP 196607121993031003

Motto :

- **Dia memberikan kekuatan kepada yang lelah dan menambah semangat kepada yang tiada berdaya.” (Yesaya 40:26)**
- **Ketika kemalasan melanda, ingatlah selalu setiap perjuangan keras orangtua dalam mencari rejeki, dan tak lelah berdoa untuk kesuksesan anak-anaknya.**
- **Do what you love, love what you do.**

Kupersembahkan Untuk :

- ❖ **Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat dan nafas kehidupan yang diberikan.**
- ❖ **Kedua orang tua yang tak henti memberikan yang terbaik untukku dan tanpa lelah selalu mendoakanku.**
- ❖ **Seluruh teman-teman serta keluarga besarku yang selalu mendoakanku.**
- ❖ **Kedua pembimbingku Ir. Erlinawati, M.T dan Ir. Irawan Rusnadi, M.T yang tanpa lelah memberikan bimbingan hingga laporan ini terselesaikan.**
- ❖ **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 atas segala bantuannya.**
- ❖ **Teman Seperjuangan, Syaiful Rijal, Ridho Nendra, dan Syafariadi AG yang sama-sama telah berjibaku dalam mengerjakan tugas akhir ini.**
- ❖ **Teman – Teman di DIV Teknik Energi dan Jurusan Teknik Kimia Polsri .**
- ❖ **Fitrie Cantate, Dani Sebastian, Yosafat Mathias, serta rekan-rekan Zwolf Voice atas dukungan moralnya selama ini.**

ABSTRAK

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 paling 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

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.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iv
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 Tujuan	3
1.3 Manfaat	3
1.4 Rumusan Masalah	4
BAB II. URAIAN PROSES	
2.1 Air	5
2.2 Gas Hidrogen	6
2.2.1 Karakteristik Gas Hidrogen	7
2.3 Elektrolisis Air	8
2.3.1 Sel Elektrolisis	9
2.3.2 Faktor yang mempengaruhi elektrolisis	10
2.4 Elektrolit	11
2.4.1 Jenis Elektrolit	12
2.5 Elektroda.....	14
2.5.1 Jenis Elektroda	15
2.5.2 <i>Stainless Steel</i>	16
2.5.7 <i>Alumunium</i>	19
2.5.8 Sifat Fisik <i>Alumunium</i>	21
2.6 Teknologi HHO	21
2.6.1 Generator HHO	22
2.7 Menghitung Jumlah Gas yang Dihasilkan pada Proses Elektrolisis	24
2.7.1 Perhitungan secara Teoritis	24
2.7.2 Perhitungan secara Praktek	25
2.8 Menghitung Konsumsi Energi	26
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	27
3.2 Pendekatan Desain Struktural.....	27
3.2.1 Desain Alat <i>Hydrogen Fuel Generator</i>	28
3.2.2 Menghitung Volume Penampung Air atau <i>Bubbler</i>	33
3.2.3 Menghitung Dimensi Lempeng Elektroda.....	33
3.2.4 Menghitung Volume Tabung Elektrolisis.....	33
3.2.5 Menghitung Volume Tabung Penampung Gas H ₂	34
3.3 Waktu dan Tempat	34
3.4 Alat dan Bahan.....	34

3.4.1 Bahan yang Digunakan	34
3.4.2 Alat yang Digunakan	34
3.5 Perlakuan dan Rancangan Percobaan	35
3.6 Prosedur Percobaan.....	35
3.6.1 Pembuatan Reaktor Elektrolisis, Tabung Penampung air dan Tabung Absorber	35
3.6.2 Prosedur Percobaan Hydrogen Fuel Generator	36
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil dan Pembahasan	39
4.2 Pembahasan.....	40
4.2.1 Perbandingan Produksi Gas Hidrogen dengan Variasi 2 Jenis Plat dan Konsentrasi Elektrolit.....	41
4.2.2 Perbandingan Arus yang Digunakan dengan Variasi 2 Jenis Plat dan Konsentrasi Elektrolit.....	43
4.2.3 Perbandingan <i>Spesific Energy Consume</i> dengan Variasi 2 Jenis Plat dan Konsentrasi Elektrolit	44
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sifat Fisik dan Kimia Air.....	6
2. Sifat Fisik Gas Hidrogen.....	7
3. Nilai Potensial Reduksi Standar Beberapa Elektroda	18
4. Sifat Fisik <i>Aluminium</i>	21
5. Jumlah gas yang dihasilkan secara praktek.....	39
6. <i>Specific Energy Consume</i> ada proses elektrolisis.....	40
7. Data Hasil Percobaan Reaktor Plat Stainless Steel	50
8. Data Hasil Percobaan Reaktor Plat Stainless Steel	51
9. Data Berat Reaktor Elektrolisis.....	52
10. Massa yang digunakan pada tiap konsentrasi	53
11. Jumlah Gas yang Dihasilkan Secara Teori	56
12. Jumlah Gas yang Dihasilkan Secara Praktek	60
13. Perhitungan HCl yang Terserap Absorber	60
14. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Stainless Steel Percobaan 1	61
15. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Stainless Steel Percobaan 2	61
16. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Stainless Steel Percobaan 3	62
17. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Stainless Steel Percobaan 1	62
18. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Stainless Steel Percobaan 2	62
19. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Stainless Steel Percobaan 3	63
20. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Stainless Steel Percobaan 1	63
21. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Stainless Steel Percobaan 2	63
22. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Stainless Steel Percobaan 3	64
23. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Aluminium Percobaan 1	64
24. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Aluminium Percobaan 2	64
25. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Aluminium Percobaan 3	65
26. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Aluminium Percobaan 1	65
27. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Aluminium Percobaan 2	65
28. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Aluminium Percobaan 3	66

29. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 1	66
30. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 2	66
31. Neraca Massa Reaktor Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 3	67
32. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan 1	67
33. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan 2	67
34. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan 3	68
35. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan 1	68
36. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan 2	68
37. . Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan 3.....	69
38. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan 1.....	69
39. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan	
2.....	69
40. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan 3....	70
41. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 1....	70
42. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 2....	70
43.. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 3...	71
44. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 1	71
45. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 2....	71
46. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 3....	72
47. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 1.....	72
48. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 2..	72
49. Neraca Massa Bubbler Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 3	73
50. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Stainless Steel	

Percobaan 1 ...	73
51. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan 2....	73
52. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan 3 ...	74
53. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan 1...	74
54. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan2.....	74
55. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan3.....	75
56. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan1.....	75
57. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan2.....	75
58. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Stainless Steel	
Percobaan3.....	76
59. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 1... ..	76
60. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan2.....	76
61. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,1 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan3.....	77
62. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 1... ..	77
63. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 2	77
64. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,25 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 3	78
65. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Alumunium8	
Percobaan 1	78
66. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 2	78
67. Neraca Massa Absorber Konsentrasi 0,5 N dengan Plat Alumunium	
Percobaan 3	79
68. <i>Specific Energy Consume</i> masing – masing konsentrasi dan jenis plat dipakai.....	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Teknologi HHO	22
2. Luasan Elektroda pada Generator HHO dry cell.....	23
3. Tampak Samping <i>Hydrogen Fuel Generator type dry cell</i>	28
4. Tampak Depan <i>Hydrogen Fuel Generator tipe dry cell</i>	29
5. Tampak Atas <i>Hydrogen Fuel Generator tipe dry cell</i>	32
6. Dimensi Lempeng Elektroda	33
7. Perbandingan Produksi Gas Hidrogen dengan Variasi 2 Jenis Plat dan Konsentrasi Elektrolit	41
8. Perbandingan arus yang digunakan dengan variasi 2 jenis plat dan Konsentrasi Elektrolit	43
9. Perbandingan <i>Spesific Energy Consume</i> dengan variasi 2 jenis plat dan Konsentrasi Elektrolit	44
10. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,1 N Plat Stainless Steel Percobaan ke 1	80
11. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,1 N Plat Stainless Steel Percobaan ke 2	81
12. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,1 N Plat Stainless Steel Percobaan ke 3	82
13. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,25 N Plat Stainless Steel Percobaan ke 1.....	83
14. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,25 N Plat Stainless Steel Percobaan ke 2.....	84
15. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,25 N Plat Stainless Steel Percobaan ke 3.....	85
16. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,5 N Plat Stainless Steel Percobaan ke 1	86
17. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,5 N Plat Stainless Steel Percobaan ke 2	87
18. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,5 N Plat Stainless Steel Percobaan ke 3	88
19. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,1 N Plat Alumunium Percobaan ke 1.....	89
20. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,1 N Plat Alumunium Percobaan ke 2.....	90
20. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,1 N Plat Alumunium Percobaan ke 3.....	91
21. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,25 N Plat Alumunium Percobaan ke 1	92

22. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,25 N Plat Alumunium Percobaan ke 2.....	93
23. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,25 N Plat Alumunium Percobaan ke 3.....	94
24. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,5 N Plat Alumunium Percobaan ke 1.....	95
25. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,5 N Plat Alumunium Percobaan ke 2.....	96
26. Diagram Neraca Massa pada <i>Hydrogen Fuel Generator</i> Konsentrasi 0,5 N Plat Alumunium Percobaan ke 3.....	97
27. Elektrolisis.....	Reaktor 100
28. <i>Storage Gas</i>	100
29. Silika.....	Tabung Absorber 101
30. Listrik.....	Panel 101
31. Tabung Bubbler.....	101
32. Gel.....	Silika 101

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Pengamatan	50
2. Perhitungan	53
3. Gambar	100
4. Data Pengesahan, Surat Rekomendasi dan Surat Asistensi	102

