

ANALISIS ALAT GENERATOR HIDROGEN BERBASIS ELEKTROLISIS

ELECTROLYSIS-BASED HYDROGEN GENERATOR ANALYSIS

Fachrian Gufron Mahulau, Suherna, Impol Siboro

Universitas Balikpapan Jl Pupuk RaYA Gunung Bahagia, Balikpapan
fgufron05@gmail.com

ABSTRAK

Semakin meningkatnya kebutuhan akan energy tidak lepas dari meningkatnya jumlah penduduk, meningkatnya taraf hidup masyarakat, jumlah kendaraan yang semakin meningkat, pertumbuhan industri yang semakin meningkat dengan sangat pesat sehingga menyebabkan konsumsi energi yang meningkat. Namun pemerintah melalui Kebijakan Energi Nasional (KEN) mengeluarkan beberapa solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu dengan melakukan konversi, dan intensifikasi energi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas dari generator hidrogen dalam memproduksi gas hidrogen terhadap ketergantungan masyarakat akan energi konvensional atau gas LPG. Dalam rangka penulisan ini, maka penulis memilih penelitian di Jl. Soekarno Hatta KM 3,5 RT :038 No: 65 Batu Ampar. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dengan pengamatan, pencatatan secara sistematis langsung pada objeknya, sertapengambilan foto foto dan pengambilan data dari sumber referensi lain yang berkaitan dengan permasalahan. Berdasarkan penelitian yang telah peneliti lakukan mengenai produksi gas hidrogen dengan generator hidrogen berbasis elektrolisis dapat disimpulkan jika alat yang peneliti buat tidak efektif untuk mengatasi ketergantungan masyarakat akan penggunaan energi konvensional atau LPG, biaya yang dibutuhkan untuk menghasilkan 3 kg gas hidrogen dengan alat ini adalah Rp428.504.141, sedangkan harga gas LPG 3 kg adalah Rp25.000

Kata kunci : Generator Hidrogen, gas LPG, elektrolisis

ABSTRACT

The increasing need for energy cannot be separated from the increasing population, increasing people's living standards, increasing number of vehicles, industrial growth which is increasing very rapidly, causing increased energy consumption. However, the government through the National Energy Policy (KEN) issued several solutions to overcome these problems, namely by converting and intensifying energy. This study aims to determine the effectiveness of hydrogen generators in producing hydrogen gas against people's dependence on conventional energy or LPG gas. In the context of this writing, the authors chose research on Jl. Soekarno Hatta KM 3.5 RT :038 No: 65 Batu Ampar. This study uses research methods with observation, systematic recording directly on the object, as well as taking photos and taking data from other reference sources related to the problem. Based on the research that researchers have done regarding the production of hydrogen gas with an electrolysis-based hydrogen generator, it can be concluded that if the tool that the researcher makes is not effective in overcoming people's dependence on the use of conventional energy or LPG, the cost required to produce 3 kg of hydrogen gas with this tool is IDR 428. 504,141, while the price of 3 kg LPG gas is IDR 25,000

Keywords: Hydrogen generator, LPG gas, electrolysis

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam perkembangan energi terbarukan telah banyak ditemukan berbagai alternatif dalam bidang bahan bakar, mengingat semakin meningkatnya kebutuhan

akan konsumsi energi setiap tahun namun berbanding terbalik dengan produksi energi (energi konvensional) yang semakin menurun. Hal ini dapat memicu ketahanan energi dalam

menyelesaikan permasalahan akan kebutuhan energi di masyarakat.

Semakin meningkatnya kebutuhan akan energi tidak lepas dari meningkatnya jumlah penduduk, meningkatnya taraf hidup masyarakat, jumlah kendaraan yang semakin meningkat, serta pertumbuhan industri yang semakin meningkat dengan sangat pesat sehingga menyebabkan konsumsi energi yang meningkat. Namun pemerintah melalui Kebijakan Energi Nasional (KEN) mengeluarkan beberapa solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu dengan melakukan konversi, dan intensifikasi energi.

Salah satu energi yang dapat di manfaatkan adalah energi hidrogen yang di peroleh dari hasil elektrolis pada air sehingga mendapatkan kandungan hidrogen untuk menjadi pengganti energi konvensional, mengingat akan keberlimpahan air maka metode ini cukup menjanjikan keefektifannya dimasa sekarang maupun dimasa yang akan datang.

Air adalah molekul senyawa H_2O yang banyak terdapat di alam. Air adalah sumber kehidupan yang dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup di muka bumi ini, kekuatan air ini tidak terlepas dari peran masing masing unsur penyusunnya, yaitu molekul Oksigen dan Hidrogen

Berdasarkan hal itu, penulis ingin mengambil judul untuk tugas akhir “ANALISIS ALAT GENERATOR HIDROGEN BERBASIS ELEKTROLISIS” yang bertujuan untuk menghasilkan bahan bakar berupa gas hidrogen sebagai pengganti energi konvensional.

Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang, maka masalah pokok yang dikemukakan adalah seberapa besar efektifnya alat generator hidrogen dalam memproduksi gas hidrogen terhadap kebutuhan masyarakat yang masih bergantung pada energi konvensional atau gas LPG?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas dari generator hidrogen dalam memproduksi gas hidrogen terhadap ketergantungan masyarakat akan energi konvensional atau gas LPG.

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah tersebut diantaranya adalah sebagai berikut :

- a) Power Supply yang digunakan menggunakan listrik DC
- b) Material elektroda menggunakan material Alumunium
- c) Elektroda yang digunakan berbentuk pelat dengan ukuran 2 x 10 cm
- d) Percobaan menggunakan katalis NaCl pada larutan air
- e) Perhitungan harga produksi menggunakan teori *Variable Coasting*
- f) Efektifitas biaya produksi dan kuantitas gas yang dihasilkan
- g) Asumsi penggunaan alat dalam perhitungan waktu produksi adalah 1000 alat
- h) Percobaan dilakukan selama 20 menit

METEDOLOGI

Lokasi dan Waktu Penelitian

Dalam rangka penulisan ini, maka penulis memilih penelitian di Jl. Soekarno Hatta KM 3,5 RT :038 No: 65 Batu Ampar. Waktu penelitian sampai dengan penyusunan dimulai dari bulan Juli 2020 sampai Januari 2021.

Objek Penelitian

Objek penelitian pada skripsi ini difokuskan pada bahan bakar berupa gas Hidrogen yang dihasilkan dari proses elektrolisis menggunakan alat generator hidrogen yang peneliti buat dengan wadah transparan berukuran 21x13cm, pelat alumunium 2 buah sebagai katoda dan anoda dan arus listrik DC 24V menggunakan adapter, serta balon sebagai media penampung gas hidrogen hasil elektrolisis dari katoda dan anoda.



Gambar 3.1 Alat Generator Hidrogen

Teknik Pengumpulan Data

Teknik penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental dengan rangkaian kegiatan sebagai berikut :

- a. Observasi yaitu dengan pengamatan, pencatatan secara sistematis langsung pada objeknya, melihat kondisi bahan dan melakukan pengecekan ,untuk

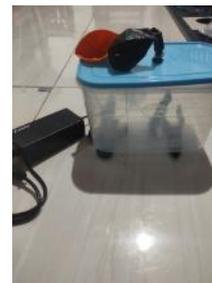
memperoleh data atau informasi yang diperlukan.

- b. Dokumentasi yaitu dengan pengambilan foto-foto dan pengambilan data dari sumber referensi lain yang berkaitan dengan permasalahan.
- c. Referensi yaitu sumber-sumber referensi yang dapat menunjang penelitian dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISIS ALAT GENERATOR HIDROGEN BERBASIS ELEKTROLISIS”

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Coba dan Pengambilan Data Alat Generator Hidrogen

Setelah semua alat dan bahan terpasang, maka langkah selanjutnya adalah uji coba alat generator hidrogen, uji coba ini berlangsung selama 20 menit dan memastikan semua alat dan bahan telah terpasang dengan benar,



Gambar 4.1 Uji Coba Alat Generator Hidrogen

metode yang peneliti gunakan untuk mengetahui berat gas hidrogen hasil elektrolisis ini adalah dengan cara gas hidrogen hasil elektrolisis akan dicelupkan kedalam wadah berisi air yang sebelumnya telah ditimbang untuk mengetahui berat wadah berisi air tersebut sebelum dicelupkan balon

berisi gas hidrogen, saat balon dicelupkan, air yang ada pada wadah akan tumpah keluar dari wadah tersebut, kemudian balon yang telah dicelupkan diangkat kembali, setelah itu wadah yang berisi air tersebut ditimbang kembali, untuk mengetahui jumlah gas hidrogen dalam balon yang dicelupkan sebelumnya, hal ini sesuai dengan hukum



Archimedes

Gambar 4.2 Penimbangan Sebelum Proses Pencelupan Balon Berisi Gas Hidrogen

Berat wadah berisi air sebelum dicelupkan balon berisi gas hidrogen adalah 1051,1 gram, kemudian dilanjutkan mencelupkan balon berisi gas hidrogen



Gambar 4.3 Proses Pencelupan Balon Berisi Gas Hidrogen



Gambar 4.4 Hasil Pencelupan Balon Berisi Gas Hidrogen Kedalam Wadah Berisi Air

kedalaman wadah berisi air, agar mendapatkan data jumlah gas hidrogen didalam balon. Berat wadah berisi air setelah dicelupkan balon berisi gas hidrogen adalah 1015,4 gram

Perhitungan Gas Hasil Uji Coba

Setelah proses uji coba dan pengambilan data, maka selanjutnya perhitungan hidrogen hasil proses elektrolisis dengan persamaan berikut:

Berat Awal Wadah Berisi Air – Berat Akhir Wadah berisi Air

$$1051,1\text{gr} - 1015,4\text{gr} = 35,7\text{ gr}$$

Karena air memiliki berat jenis 1, maka 35,7gr adalah 35,7 ml atau 0,357 L, untuk mengetahui massa jenis gas hidrogen yang dihasilkan dari hasil uji coba maka dilanjutkan dengan perhitungan gas ideal sebagai berikut.

Diketahui :

$$P = 1\text{ atm (Atmosfer Standar)}$$

$$V = 0,357\text{ L}$$

$$R = 0,082\text{ L.atm/mol.K}$$

$$T = 293\text{ K}^\circ\text{ (Suhu Kamar)}$$

$$n = \frac{1 \times 0,357}{0,082 \times 293}$$

$$n = \frac{0,357}{24,026}$$

$$n = 0,0148\text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa} &= \text{mol} \times \text{mr H}_2 && \text{mr H}_2 \\ &= 2 \times \text{ArH} \\ &= 0,0148 \times 2 \\ &= 2.1 \\ &= 0,0297\text{ gr} \\ &= 2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka diketahui gas hydrogen yang dihasilkan alat uji coba tersebut adalah 0,0297 gram

Menghitung Total Percobaan Untuk Menghasilkan Gas Hidrogen Sebanyak 3Kg

$$\begin{aligned} \text{Percobaan} &= \text{Hasil Yang Diinginkan} : \\ &\text{Hasil uji coba sekali percobaan} \\ &= 3000 \text{ gr} : 0,0297 \text{ gr} \\ &= 101.010,1 = 101.011 \end{aligned}$$

proses percobaan

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka dapat disimpulkan untuk mencapai hasil 3000gr (3Kg) membutuhkan 101.011 proses percobaan

Menghitung Waktu Produksi

Berdasarkan hasil uji coba alat generator hidrogen, peneliti akan menentukan berapa kali percobaan dan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan gas sebanyak 3Kg menggunakan 1000 alat produski dengan persamaan berikut

ST (Standart Time)

1. Pemotongan pelat alumunium 2 pelat : 30 detik
2. Pemasanga pelat alumunium : 1 menit
3. Pemasangan instalasi listrik : 1 menit
4. Pembuatan elektrolit : 2 menit
5. Proses elektrolisis : 20 menit

Total *Standrat Time* adalah 24,5 menit

$$\text{Waktu Produksi} = \frac{\text{ST x Proses Produksi}}{\text{Jumlah Alat}}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Produksi} &= \frac{24,5 \times 101.011}{1000} \\ &= 2.474,77 \text{ menit} / 41,24 \text{ jam} \end{aligned}$$

Menghitung Biaya Produksi

Berdasarkan perhitungan harga pokok sekali produksi menurut *variable costing* sebagai berikut:

1. Biaya Bahan Baku

Perhitungan biaya bahan baku berdasarkan jumlah produksi gas hidrogen yang dihasilkan oleh geneator hidrogen berbasis elektrolisis sebagai berikut :

a. Larutan Elektrolit

Larutan elektrolit pada proses elektrolisis dihasilkan dari proses pencampuran antara air dan garam (NaCl) dalam sekali proses produksi membutuhkan 1 liter elektrolit dengan biaya Rp 3000 x 101.011 proses produksi = Rp 303.033.000

b. Pelat Alumunium (Al)

Pelat Alumunium berukuran 1m² dengan harga Rp50.000 dapat menghasilkan 500 pelat dengan ukuran 2x10 cm ,maka Rp50.000 : 500 pelat = Rp100/plat, sebanyak 2 pelat sebagai katoda dan anoda untuk pengujian ini dengan harga Rp200, maka Rp200 x 101.011 proses poduksi = Rp20.202.200

c. Lem Bakar

Lem bakar yang digunakan untuk sekali proses elektrolisis sebanyak 1 pcs dengan harga Rp 325, maka Rp325 x 101.011 proses produksi = Rp32.828.575

- d. Wadah Transparan
 Wadah transparan dengan ukuran 21x13 sebanyak 1 pcs dengan harga Rp 10.000, maka $Rp\ 10.000 \times 1000$ alat produksi = Rp 10.000.000
- e. Selang 1 mm
 Selang 1 mm sepanjang 1 meter adalah Rp 28.000, pada proses ini selang yang digunakan sepanjang 4 cm dan sebanyak 2 pcs, sehingga harga untuk 1 alat adalah Rp 224, maka $Rp224 \times 1000$ alat produksi = Rp 244.000
- f. Balon
 Harga balon per bungkus 10 pcs adalah Rp12.000, maka $Rp12.000 : 10$ pcs = Rp1.200/pcs, pada penelitian ini pengujian menggunakan 2 pcs balon untuk menampung hasil gas elektrolisis pada katoda dan anoda, $Rp1.200 \times 2 = Rp2.400$, dan biaya untuk 1000 proses produksi adalah $Rp2.400 \times 1000 = Rp2.400.000$
- g. Cuter
 Pada proses pembuatan alat uji coba, peneliti menggunakan cutter untuk membuat tempat katoda dan anoda pada wadah transparan dengan harga Rp15.000
- h. Kabel NYAF
 Pada penelitian ini, pengujian menggunakan kabel NYAF, 1 meter kabel NYAF Rp 1000, maka $Rp1000 :$
- 100 mm = Rp10/cm, untuk sebuah alat produksi menggunakan 60cm untuk katoda dan anoda, maka $Rp10 \times 60 = Rp\ 600$, dan biaya untuk 1000 alat produksi adalah $Rp600 \times 1000 = Rp\ 600.000$
- i. Skun Jepit
 Harga skun jepit adalah Rp500/pcs dan membutuhkan 2 pcs skun jepit per alat uji coba dengan total Rp1000/alat, maka $Rp1000 \times 1000$ alat uji coba = Rp1.000.000
- j. Adapter
 Harga adapter adalah Rp 80.000, dan pada penelitian ini, pengujian membutuhkan 1000 adapter, maka $Rp\ 80.000 \times 1000$ alat = Rp8.000.000
2. Biaya Tenaga Kerja
 Dalam memproduksi gas hidrogen selama 41 jam 24 menit dengan 2 orang bagian produksi dan mempersiapkan alat untuk produksi selanjutnya, maka berdasarkan Keputusan Gubernur Kalimantan Timur 561/K.595/2021 tentang penetapan upah minimum tenaga kerja sebesar Rp3.118.397 selama 26 hari kerja, maka upah per harinya adalah $Rp3.118.397 : 26 = Rp119.936/hari : 8$ jam = Rp14.992/jam, maka $41,24$ jam $\times Rp14.992 = Rp618.270$, dengan menggunakan 2 orang pada bagian produksi maka total biaya tenaga kerja

adalah $Rp618.270 \times 2 = Rp1.236.540,16$
 $Rp464,75 \times 101.011 \text{ uji coba} = Rp46.944.862,3$

3. Biaya *Overhead* Pabrik Variabel

Tabel 4.1 Rincian Biaya Produces Gas

Berdasarkan struk tagihan Hidrogen 3 Kg

listrik bulan September golongan tarif listrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah golongan R-1/TR batas daya 0-450VA dengan biaya Rp169/kwh.



Gambar 4.5 Struk Tagihan Listrik



Gambar 4.6 Output Adapter

Output adapter yang digunakan dalam uji coba ini adalah $24V=5A$, maka biaya listrik pada uji coba ini sebagai berikut

Diketahui :

$Watt = A \times V = 5 \times 24 = 120 \text{ watt}$

$Waktu = 20 \text{ menit} = 0,33 \text{ jam}$

$Biaya = Rp 169/kWh$

Maka :

$= (kWh \times waktu) \times biaya/kWh$

$= ((120 \text{ watt} : 1000) \times 0,33) \times 169$

$= Rp464,75 / \text{uji coba}$

Untuk mendapatkan hasil 3 kg gas hidrogen maka membutuhkan 101.011 kali uji coba, maka

Biaya	Per 3 Kg Gas Hidrogen
Bahan Baku Langsung :	
Larutan Elektrolit	Rp303.033.000
Pelat Alumunium	Rp20.202.200
Lem Bakar	Rp 32.828.575
Wadah Transparan	Rp 10.000.000
Selang 1mm	Rp2.400.000
Balon	Rp2.244.000
Cutter	Rp15.000
Kabel NYAV	Rp 600.000
Skun Jepit	Rp1.000.000
Adapter	Rp8.000.000
Biaya Tenaga Kerja :	
2 Orang Tenaga Kerja	Rp1.236.540,16
Biaya <i>Overhead</i> Pabrik Variabel :	
Listrik	Rp46.944.862,3
Total Biaya Produksi :	Rp428.504.141

KESIMPULAN

Perbandingan harga gas LPG dan gas hidrogen dengan berat masing-masing 3kg

Tabel 4.2 Perbandingan Harga Gas LPG dan Hidrogen Hasil Generator Hidrogen Sebanyak 3 kg

Nama Barang	Harga
LPG 3 kg	Rp25.000
Gas Hidrogen 3 kg	Rp428.504.141

Berdasarkan tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa gas hidrogen hasil dari generator hidrogen yang dibuat oleh peneliti tidak dapat menjadi energi alternatif untuk mengatasi ketergantungan masyarakat akan energi konvensional atau gas LPG.

SARAN

Adapun saran-saran yang ingin peneliti sampaikan adalah sebagai berikut:

1. Harus dipikirkan alternative bahan baku yang lebih murah dan peralatan produksi yang lebih terjangkau, agar biaya produksi lebih murah
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dan metode produksi yang lebih efektif

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam melakukan penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini penulis telah mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Gunawan, S.T., MT selaku Dekan Fakultas

Teknologi Industri Universitas Balikpapan

2. Siska Ayu Kartika, S.t.,M.MT selaku Ketua Program Studi Teknik Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan yang memberikan izin kepada penulis untuk belajar.
3. Suherna, S.Si, M.T selaku dosen pembimbing I, dan Impol Siboro, ST, M.T selaku dosen pembimbing II, yang telah dengan penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu dan bimbingan terbaik kepada penulis.
4. Para Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis.
5. Para Karyawan/wati Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan yang telah membantu penulis dalam proses belajar.
6. Ayahanda Yasri Mahulau, Ibunda Fatma Tatisina dan kakak penulis Balgis yang selalu memberikan perhatian dan juga dukungan yang tulus, yang tak pernah lelah mendoakan keberhasilan bagi penulis.
7. Warga RT.038 yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam melakukan penelitian.
8. Teman-teman yang selalu mendoakan dan mendukung penulis selama melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Rahma, "Elektrolisis," *J. Prakt. Kim. Dasar II*, pp. 4–18, 2014.
- [2] Y. Setiawan, F. Salam, and N. Diterima, "GAS HIDROGEN PADA

- PROSES ELEKTROLISIS TERHADAP EMISI DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK,” 2018.
- [3] A. M. Putra, “ANALISIS PRODUKTIFITAS GAS HIDROGEN DAN GAS OKSIGEN PADA ELEKTROLISIS LARUTAN KOH,” *J. NEUTRINO*, 2012, doi: 10.18860/neu.v0i0.1642.
- [4] H. A. Notonegoro, “Membuat alat pengubah air menjadi bahan bakar,” no. May 2008, 2016.
- [5] B. Abdul, “Karakterisasi Unjuk Kerja Generator Gas HHO Tipe Dry Cell dengan Elektroda Titanium dan Penambahan PWM,” *Jur. Tek. Mesin*, 2017.
- [6] R. Tjatur and S. Nurhayati, “Proses Elektrolisa pada Prototipe ‘Kompor Air’ dengan Pengaturan Arus dan Temperatur,” 2009.
- [7] and G. Haris, A., Riyanti, A. D., “Kimia Fisika,” *Pengendapan Logam Tembaga Dengan Metod. Elektrolisis Intern.*, 2005.
- [8] A. Hardianti and W. Hadi, “Elektrolisis Air Laut Sebagai Sumber Energi Ramah Lingkungan Oxygen Evolution in Seawater Electrolysis As Eco-Friendly Energy Source,” pp. 1–17, 2011.
- [9] Purniawan Yuda, “Metode Variabel Coasting Dalam Penentuan Harga Pokok Produksi Untuk Menentukan Harga Jual,” 2020.
-