



Analisa Konsentrasi Reaktan Terhadap Produk Gas Hidrogen Pada Reaksi Hidrolisis Kompur Berbahan Bakar Limbah Kaleng Bekas

Sukadi ^{a, *}, Novarini ^b,

^a Program Studi, Teknik Mesin, Politeknik Jambi, Jln Lingkar Barat 2 Kota Jambi, Indonesia

^b Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Jambi, Jln Lingkar Barat 2 Kota Jambi, Indonesia

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima 00 Desember 00

Diterima setelah direvisi 00 Januari 00

Disetujui 00 Februari 00

Kata kunci:

hidrolisis

aluminium

NaOH

Abstract- Inorganic waste is rubbish that cannot be broken down by nature such as metals, plastics and glass. Garbage for the city of Jambi is a problem that has not been resolved to date. One example of the type of metal waste that can be managed is Aluminum such as used beverage cans. One way that technology can be developed to treat aluminum waste packaging for used beverage cans (soft drinks) is by way of recycling. The method that can be used is the hydrolysis process to produce hydrogen gas as stove fuel. The hydrolysis process is carried out by mixing Sodium Hydroxide, Aluminum, and Water. An analysis of the composition of Aluminum, Water and Sodium Hydroxide (NaOH) is carried out to produce maximum hydrogen gas with a fixed reactor volume. the results of research conducted obtained the volume of H volume gas formed, the highest pressure and temperature (130 l, 200 psi and 100 ° C) with the use of maximum reactants, namely aluminum from 400 g canned waste and 4N NaOH. NaOH acts as a catalyst in the aluminum reaction and water forms NaAl (OH)₄ which releases hydrogen gas in the exothermic reaction..

Intisari- Limbah anorganik merupakan limbah yang tidak dapat diuraikan oleh alam seperti logam, plastik dan kaca. Limbah bagi kota Jambi adalah suatu permasalahan yang belum terselesaikan sampai saat ini. Salah satu contoh jenis limbah logam yang dapat dikelola adalah Aluminium seperti kemasan kaleng minuman bekas. Salah satu cara teknologi yang dapat dikembangkan untuk mengolah limbah Aluminium kemasan kaleng minuman bekas (soft drink) tersebut adalah dengan cara daur ulang. Metode yang bisa digunakan adalah dengan proses hidrolisis untuk menghasilkan gas hydrogen sebagai bahan bakar kompor. Proses hidrolisis dilakukan dengan mencampurkan Natrium Hidroksida, Alumunium, dan Air. analisa komposisi Aluminium, Air dan Natrium Hidroksida (NaOH) dilakukan untuk menghasilkan gas hydrogen secara maksimal dengan volume reaktor yang tetap. Hasil penelitian yang dilakukan didapatkan volume gas H₂ yang terbentuk, tekanan dan temperatur tertinggi (130 l, 200 psi dan 100°C) dengan penggunaan reaktan maksimal yaitu aluminium dari limbah kaleng 400 g dan NaOH 4N. NaOH berfungsi sebagai katalis dalam reaksi aluminium dan air membentuk NaAl (OH)₄ yang melepas gas hydrogen dalam reaksi eksoterm.

1. Pendahuluan

Sampah adalah suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber aktivitas manusia maupun proses alam yang belum memiliki nilai ekonomis. Berdasarkan asalnya sampah padat dapat digolongkan sebagai sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik sendiri merupakan sampah yang dapat diuraikan dalam proses alami seperti sisa makanan, kertas dan kayu. Sedangkan sampah anorganik merupakan sampah yang tidak dapat diuraikan oleh alam seperti logam, plastik dan kaca. Sampah

bagi kota Jambi adalah suatu permasalahan yang belum terselesaikan sampai saat ini oleh pemerintah kota Jambi. Sumber sampah di kota Jambi ini berasal dari timbunan sampah rumah tangga sebesar 45,26%, sampah kantor 5,58%, sampah pasar tradisional 30,01%, sampah pusat perniagaan 7,17%, sampah fasilitas publik 6,15%, sampah kawasan 0,00% dan sampah lain 5,82% yang masing-masing terdiri dari sampah sisa makanan sebesar 35%, kayu, ranting dan daun 26,90%, kertas 7,20%, plastik 12,30%, logam 0,30%, kain tekstil 2,10%, karet dan kulit 0,60%, kaca 1,20% dan yang lain lain 14,40% Sampah logam yang diproduksi oleh masyarakat kota Jambi

* Corresponding Author:

E-mail: sukadi@politeknikjambi.ac.id

kurang lebih memiliki sekitar 1,38375 ton/hari. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Talang Gulo yang tersedia saat ini sudah hampir overload. Dalam waktu dekat, TPA dikhawatirkan tidak akan bisa lagi menampung sampah yang diproduksi warga Kota Jambi setiap harinya [1]

Salah satu contoh jenis sampah logam yang dapat dikelola adalah Aluminium seperti kemasan kaleng minuman bekas. Salah satu cara teknologi yang dapat dikembangkan untuk mengolah limbah Aluminium kemasan kaleng minuman bekas (soft drink) tersebut adalah dengan cara daur ulang. Karena daur ulang merupakan salah satu cara pengelolaan sampah yang sangat efisien dalam menghasilkan suatu produk yang mempunyai nilai ekonomis. Pemanfaatan limbah Aluminium kaleng minuman bekas untuk bahan menghasilkan suatu energi belum banyak dilakukan. Padahal limbah Aluminium kaleng minuman bekas yang cukup banyak bisa diproses menjadi energi alternatif seperti gas hidrogen.

Hidrogen adalah salah satu energi yang paling menjanjikan dan tepat, yang dapat menggantikan bahan bakar fosil yang tidak berkelanjutan dan dapat digunakan dalam sel bahan bakar stasioner atau portabel untuk menghasilkan listrik karena ramah lingkungan dan nilai kalorinya yang tinggi. Ada banyak metode untuk menghasilkan hidrogen, seperti pembentukan kembali uap gas alam, elektrolisis air dan reaksi hidrida kimia[2]

Hidrogen berbasis terbarukan memiliki pengaruh lebih rendah terhadap lingkungan. Sumber terbarukan seperti energi matahari, tenaga angin, energi panas bumi dan sumber lain tersedia untuk produksi hidrogen. Banyak peneliti telah memanfaatkan energi tersebut untuk produksi hidrogen [3]

Gas hidrogen dianggap sebagai alternatif energi yang menjanjikan sebagai pembawa energi bersih dengan efisiensi tinggi, murah dan ramah lingkungan untuk sistem energi terbarukan. Kepadatan dan biaya hidrogen adalah parameter penting yang harus menjadi pertimbangan untuk sistem energi hidrogen praktis [4]

Pengembangan teknologi yang menggunakan hidrogen sebagai pengganti energi berbahan bakar fosil sangat dibutuhkan saat ini, terutama teknologi penyimpanan hidrogen yang baru. Asam format (FA) dan metanol (CH₃OH) dianggap sebagai bahan kimia cair yang efektif untuk penyimpanan hidrogen karena lebih mudah ditangani daripada bahan padat atau gas [5]

Pembentukan hidrogen di bawah tekanan gas variabel, dari kondisi vakum ke atmosfer didapatkan bahwa produksi hidrogen meningkat. Namun dalam kondisi ini, 30% Na diuapkan karena efek gabungan dari tekanan rendah dan suhu tinggi.[5]

Menurut [6] Gas hidrogen dapat diproduksi dengan menggunakan limbah aluminium foil dan limbah aluminium dari kaleng minuman pada suasana basa (NaOH)

Natrium hidroksida (NaOH) berfungsi sebagai katalis dalam reaksi aluminium dan air, serta membantu aluminium mengikat OH⁻ dari senyawa air membentuk NaAl(OH)₄ sehingga melepaskan hidrogen [7]

Hidrogen adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, tidak beracun. Hidrogen memiliki kandungan energi sekitar 120MJkg⁻¹ (LHV). Hidrogen adalah elemen paling melimpah di alam semesta kita, yang berjumlah 90% dari jumlah atom dan 75% massa dari total materi. [8]

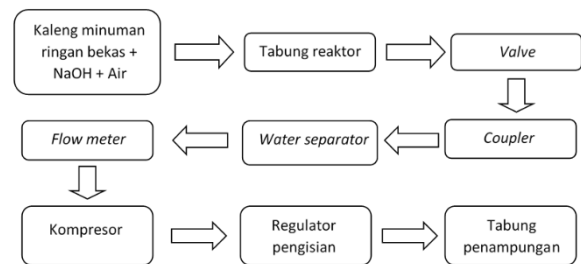
Aplikasi yang dapat digunakan pada gas hidrogen ini salah satunya ialah dengan pembuatan kompor berbahan bakar gas hidrogen. Adapun pembuatan bahan bakar gas kompor hidrogen ini melalui reaksi antara Aluminium, Air dan Natrium Hidroksida (NaOH) [9].

Agar kompor gas berbahan air menghasilkan kuantitas gas yang banyak maka diperlukan dimensi reaktor yang besar[10]. Selain itu penyimpanan hidrogen perlu ditinjau dan dibandingkan berdasarkan aspek termodinamika. Penerapan teknologi penyimpanan tertentu, seperti hidrogen cair, metanol, amonia, dan dibenziltoluena, terbukti menguntungkan dalam hal kepadatan penyimpanan, biaya penyimpanan, dan keamanan [11]

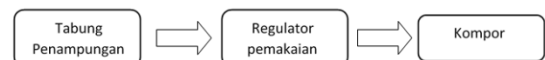
Kompor berbahan bakar gas hidrogen dapat digunakan sebagai salah satu solusi untuk mengurangi masalah sampah dan kelangkaan gas elpiji yang sedang dirasakan masyarakat. Berdasarkan pertimbangan beberapa hal diatas sehingga penulis perlu melakukan analisa komposisi Aluminium, Air dan Natrium Hidroksida (NaOH) yang tepat sehingga menghasilkan gas hidrogen secara maksimal dengan volume reaktor yang tetap.

2. Bahan dan Metode

Dari rangkaian proses pembuatan gas Hidrogen pada gambar 1 dapat diketahui bagaimana prinsip kerja pembuatan gas Hidrogen. Gas Hidrogen berasal dari reaksi kimia antara campuran Natrium Hidroksida, Aluminium, dan Air.



Gambar 1. Proses Produksi Gas Hidrogen

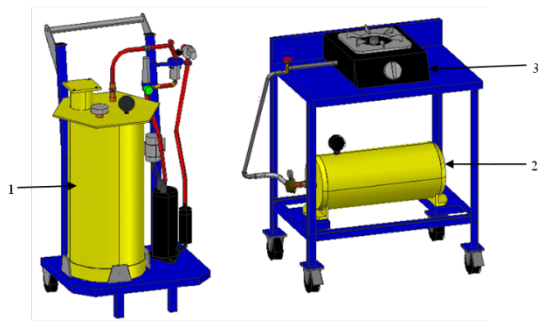


Gambar 2. Pemakaian Gas Hidrogen untuk Kompor

Dimulai pertama kali dari bahan reaksi antara Aluminium, Natrium Hidroksida dan Air yang dimasukan kedalam tabung reaktor untuk menghasilkan gas Hidrogen. Kemudian gas yang telah dihasilkan dari dalam reaktor, disalurkan ke tabung penyimpanan. Di tabung reaktor dipasang alat instrument pressure gauge dan Temperature gauge untuk mengetahui tekanan dan suhu kerja didalam tabung reaktor. Sebelum gas disalurkan ke dalam tabung penyimpanan gas melewati beberapa tahapan proses diantaranya gas yang berada di tabung reaktor akan terhisap keluar melewati keran setelah katup kerandibuka, setelah itu gas masuk ke water sedimeter untuk dipisahkan dari kandungan Air yang ikut terbawa oleh gas. Kemudian gas akan melewati flowmeter sehingga dapat dibaca laju aliran gas tersebut. Kemudian gas tersebut akan masuk ke kompresor dan kemudian dimampatkan kedalam tabung penyimpanan sehingga tekanan

gas yang akan tersimpan didalam tabung penyimpanan menjadi naik. Di tabung penyimpanan dipasang juga alat instrument pressure gauge untuk mengetahui berapa tekanan gas yang tersimpan didalam tabung penyimpanan. Setelah gas melewati tabung penyimpanan gas akan mengalir menuju kompor untuk dilakukan proses pembakaran dan menghasilkan nyala api seperti ditunjukkan pada gambar 2. Diantara komponen flow meter dengan kompresor dipasang sambungan (coupler) yang berfungsi sebagai pemutus sambungan ketika akan melepas sambungan antara kedua komponen tersebut.

Dimulai pertama kali dari bahan reaksi antara Aluminium, Natrium Hidroksida dan Air yang dimasukan kedalam tabung reaktor untuk menghasilkan gas Hidrogen. Kemudian gas yang telah dihasilkan dari dalam reaktor, disalurkan ke tabung penyimpanan. Di tabung reaktor dipasang alat instrument pressure gauge dan Temperature gauge untuk mengetahui tekanan dan suhu kerja didalam tabung reaktor. Sebelum gas disalurkan ke dalam tabung penyimpanan gas melewati beberapa tahapan proses diantaranya gas yang berada di tabung reaktor akan terhisap keluar melewati keran setelah katup kerandibuka, setelah itu gas masuk ke water sedimeter untuk dipisahkan dari kandungan Air yang ikut terbawa oleh gas. Kemudian gas akan melewati flowmeter sehingga dapat dibaca laju aliran gas tersebut. Kemudian gas tersebut akan masuk ke kompresor dan kemudian dimampatkan kedalam tabung penyimpanan sehingga tekanan gas yang akan tersimpan didalam tabung penyimpanan menjadi naik. Di tabung penyimpanan dipasang juga alat instrument pressure gauge untuk mengetahui berapa tekanan gas yang tersimpan didalam tabung penyimpanan. Setelah gas melewati tabung penyimpanan gas akan mengalir menuju kompor untuk dilakukan proses pembakaran dan menghasilkan nyala api seperti ditunjukkan pada gambar 2. Diantara komponen flow meter dengan kompresor dipasang sambungan (coupler) yang berfungsi sebagai pemutus sambungan ketika akan melepas sambungan antara kedua komponen tersebut.



Gambar 3. Desain Kompor Berbahan Bakar Gas Hidrogen

Keterangan :

1. Tabung reaktor
2. Tabung penampungan gas Hidrogen
3. Kompor

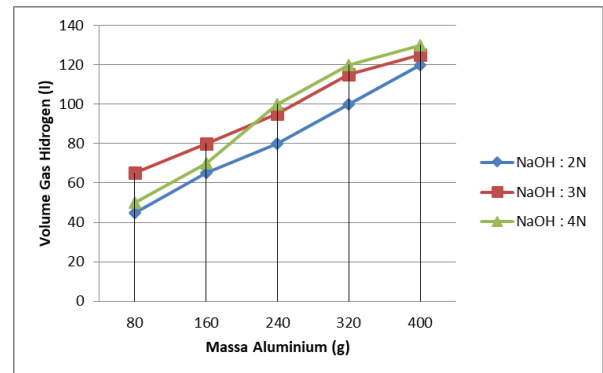
3. Hasil dan Pembahasan

Monitoring flowmeter yang terpasang di output reaktor sebagai jumlah kuantitas H₂ yang dihasilkan dari reaksi antar limbah kaleng bekas dengan larutan Natrium Hidroksida (NaOH) dari konsentrasi 2N, 3N dan 4N dengan jumlah aluminium dari kaleng bekas 80 g, 160 g, 240 g, 320 g dan

400 g. berikut tren volume gas hydrogen yang terbentuk terhadap massa aluminium dan konsentrasi larutan Natrium Hidroksida ditunjukkan pada gambar 4.

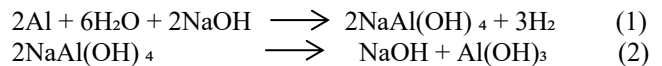
Gambar 4. Hubungan Massa Aluminium Terhadap Volume Gas Hidrogen

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan waktu reaksi 43 menit dapat dilihat pada gambar 4 bahwa dengan konsentrasi NaOH semakin tinggi maka gas hydrogen yang terbentuk semakin tinggi dan sebaliknya semakin rendah konsentrasi NaOH maka gas hydrogen yang terbentuk makin rendah. Hal ini dikarenakan NaOH berfungsi sebagai katalis reaktif yang merusak lapisan oksida (Al₂O₃), dimana lapisan oksida ini berfungsi sebagai pelindung pada permukaan aluminium yang membantu aluminium mengikat OH⁻ dari air membentuk NaAl(OH)₄,

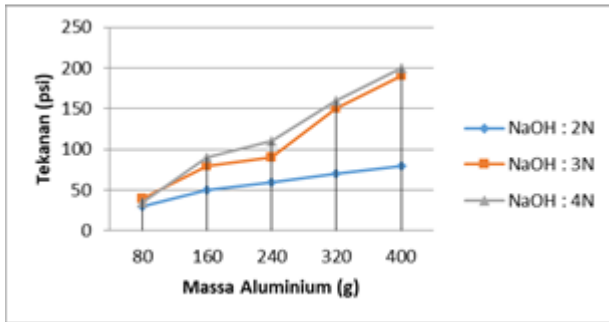


sehingga melepaskan seperti reaksi 1 dan 2.

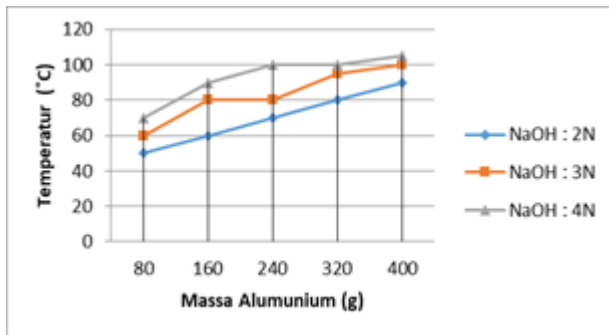
Reaksi antara aluminium dan air dengan Natrium Hidroksida (NaOH) untuk produksi hydrogen [1] dapat ditunjukkan pada reaksi dibawah ini:



Dari gambar 4 terlihat bahwa H₂ yang terbentuk tertinggi pada massa aluminium 400 gram dengan konsentrasi NaOH 4N yaitu 130 liter. hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah aluminium maka volume gas H₂ yang dihasilkan semakin tinggi juga, karena Aluminium yang mengikat OH⁻ dari air juga banyak yang mengakibatkan gas H₂ lepas dari ikatan senyawa air tersebut.



Gambar 5. Hubungan Massa Aluminium Terhadap Tekanan Gas Hidrogen.



Gambar 6. Hubungan Massa Aluminium Terhadap Temperatur.

Dari gambar 5 dan 6 terlihat bahwa tekanan dan temperatur tertinggi terjadi pada penggunaan reaktan dengan massa Aluminium 400 g dan NaOH berkonsentrasi 4N, yaitu 200 psi dan 100°C. Hal ini terjadi karena semakin banyak volume gas hydrogen yang terbentuk mengakibatkan tekanan dan temperatur juga naik karena reaksi antara Aluminium, Larutan NaOH dan air merupakan reaksi eksoterm (melepas panas).

sebesar 200 psi dan temperatur tertinggi juga didapat pada penggunaan Aluminium 400 g dan konsentrasi NaOH 4N. hal ini terjadi karena semakin banyak gas hydrogen yang terbentuk mengakibatkan tekanan dan temperatur juga naik karena reaksi antara Aluminium dan larutan NaOH dan air merupakan reaksi eksoterm (melepaskan panas).

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan volume gas H₂ yang terbentuk, tekanan dan temperatur tertinggi (130 l, 200 psi dan 100°C) dengan penggunaan reaktan maksimal yaitu aluminium dari limbah kaleng 400 g dan NaOH 4N. NaOH berfungsi sebagai katalis dalam reaksi aluminium dan air serta air membentuk NaAl (OH)₄ yang melepas gas hydrogen dalam reaksi eksoterm.

Ucapan terima kasih

Terima kasih disampaikan kepada Program Studi Teknik Mesin Politeknik Jambi yang telah memfasilitasi penelitian ini.

Referensi

- [1] Nurlailis, "1," *Tribun Jambi*, Jambi, 04-Nov-2017.
- [2] H. Wang, Z. Wang, Z. Shi, X. Gong, J. Cao, and M. Wang, "Facile hydrogen production from Al-water reaction promoted by choline hydroxide," *Energy*, vol. 131, pp. 98–105, 2017.
- [3] F. Suleman, I. Dincer, and M. Agelin-Chaab, "Environmental impact assessment and comparison of some hydrogen production options," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 40, no. 21, pp. 6976–6987, 2015.
- [4] B. Coskuner Filiz and A. Kanturk Figen, "Insight into the role of solvents in enhancing hydrogen production: Ru-Co nanoparticles catalyzed sodium borohydride dehydrogenation," *Int. J. Hydrogen Energy*, no. xxxx, pp. 1–12, 2019.
- [5] N. Onishi, G. Laurency, M. Beller, and Y. Himeda, "Recent progress for reversible homogeneous catalytic hydrogen storage in formic acid and in methanol," *Coord. Chem. Rev.*, vol. 373, pp. 317–332, 2018.
- [6] Y. Siregar and D. Inayati, "Produksi Gas Hidrogen Dari Limbah Aluminium," *Valensi*, vol. 2, no. 1, pp. 362–367, 2010.
- [7] S. Wahyuni, L. Hakim, and F. Hasfita, "Pemanfaatan Limbah Kaleng Minuman Aluminium Seabagai Penghasil Gas Hidrogen Menggunakan Katalis Natrium Hidroksida (NaOH)," *Teknol. Unimal*, vol. 5, no. 1, pp. 92–104, 2016.
- [8] G. Voitic et al., "Hydrogen Production," in *Comprehensive Energy Systems*, vol. 3–5, Elsevier Inc., 2018, pp. 1–40.
- [9] Y. Wulandari and Syamsuri, "Studi Performansi Dari Kompur Gas Berbahan Bakar Air dengan Reaksi Dari Aluminium dan Sodium Hidroksida," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan II 2014*, 2014.
- [10] J. Lianda, E. Cahyo, P. Hakiki, and Rodiah, "Desain Elektrolisa Air Sebagai Bahan Bakar Kompur Gas," no. November, pp. 323–327, 2015.
- [11] J. Andersson and S. Gronkvist, "Large-scale storage of hydrogen," *Int. J. Hydrogen Energy*, no. xxxx, 2019.