

PRODUKSI BROWN'S GAS HASIL ELEKTROLISIS H<sub>2</sub>O DENGAN KATALIS NaHCO<sub>3</sub>

Ena Marlina<sup>1)</sup> Slamet Wahyudi<sup>2)</sup> Lilis Yulianti<sup>3)</sup>  
 Mahasiswa Program Magister Teknik Mesin Universitas Brawijaya<sup>1)</sup>,  
 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya<sup>2,3)</sup>,  
 Jl. MT Haryono 167 Malang 65145  
 E-mail: [ena\\_padantya@yahoo.co.id](mailto:ena_padantya@yahoo.co.id)

**Abstract**

*This research is intended to investigate the effect of NaHCO<sub>3</sub> (Natrium Bicarbonate) percentage on the performance of HHO (Brown's Gas) production using electrolysis method. Performance of HHO production that was observed in this research were electric power that used for HHO production as well as rate and efficiency of HHO production. Electrolysis is decomposition of water molecules (H<sub>2</sub>O) into hydrogen and oxygen molecules (HHO) using electricity in an electrolyte solution. This process takes place when two electrodes (anode and cathode) placed in the water and direct electric current flowed through the system. In this research Natrium Bicarbonate was dissolved in the water to increase the rate of electrolysis process. Percentage of Natrium Bicarbonate was varied from 2,5% – 15%. The results show that electric power that used for HHO production and rate of HHO production were increased with the increasing of Natrium Bicarbonate percentage and reach their maximum value at 12,5% Natrium Bicarbonat. However maximum value for electrolysis efficiency was occurred for Natrium Bicarbonate percentage of 10%.*

**Keywords:** Brown's Gas, Electrolysis, NaHCO<sub>3</sub> (Natrium Bikarbonat), Performance of electrolysis process.

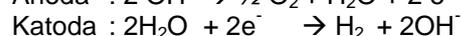
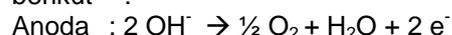
**PENDAHULUAN**

Pada saat ini, pemenuhan kebutuhan energi sebagian besar masih tergantung dengan energi fosil, padahal persediaan energi fosil sudah menipis. Selain itu, penggunaan energi fosil juga dapat menimbulkan efek rumah kaca<sup>[1]</sup>. Dengan menipisnya cadangan energi fosil dan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat untuk melestarikan lingkungan, maka pemenuhan kebutuhan energi salah satunya dilakukan dengan energi alternatif. Salah satu energi terbarukan yang menjadi perhatian beberapa Negara maju adalah Hidrogen. Hidrogen bukanlah sumber energi (*energy source*) melainkan pembawa energi (*energy carrier*), artinya Hidrogen tidak tersedia bebas di alam atau dapat ditambahkannya sumber energi fosil. Hidrogen harus diproduksi<sup>[2]</sup>. Pada prinsipnya, Hidrogen bisa diperoleh dengan memecah senyawa yang paling banyak mengandung unsur Hidrogen. Sampai saat ini, produksi Hidrogen dengan bahan

baku air yang sudah komersial adalah dengan proses elektrolisis.

Brown's Gas merupakan gas hasil dari proses pemecahan air murni (H<sub>2</sub>O) dengan proses elektrolisis. Gas yang dihasilkan dari proses elektrolisis air tersebut adalah gas Hidrogen dan Oksigen, dengan komposisi 2 Hidrogen dan 1 Oksigen (HHO)<sup>[3]</sup>.

Elektrolisis adalah suatu proses penguraian molekul air (H<sub>2</sub>O) menjadi Hidrogen (H<sub>2</sub>) dan Oksigen (O<sub>2</sub>) dengan energi pemicu reaksi berupa energi listrik. Proses ini dapat berlangsung ketika dua buah elektroda ditempatkan dalam air dan arus searah dilewatkan diantara dua elektroda tersebut. Hidrogen terbentuk pada katoda, sementara Oksigen pada anoda. Selama ini elektrolisis dikenal sebagai proses produksi Hidrogen dari air yang paling efektif dengan tingkat kemurnian tinggi, tapi terbatas untuk skala kecil. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut<sup>[4]</sup> :



Pada proses elektrolisis air, katalis yang digunakan adalah larutan elektrolit. Elektrolit dapat berfungsi sebagai konduktor listrik, dimana arus listrik dibawa oleh pergerakan ion<sup>[5]</sup>. Elektrolit yang digunakan adalah NaHCO<sub>3</sub> (Natrium Bikarbonat) yang dilarutkan didalam air aquades. Natrium Bikarbonat adalah senyawa kimia dengan rumus NaHCO<sub>3</sub>, dalam penyebutannya kerap disingkat *bicnat*. Senyawa ini termasuk kelompok garam dan sudah digunakan sejak lama. Senyawa ini disebut juga Sodium Bikarbonat atau Hidrogen Karbonat<sup>[6]</sup>. Dengan melarutkan elektrolit didalam air akan meningkatkan konduktifitas listrik karena dengan penambahan elektrolit pada proses elektrolisis akan menurunkan energi yang dibutuhkan, sehingga laju reaksi pemecahan molekul air menjadi lebih cepat.

Elektroda adalah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah sirkuit<sup>[7]</sup>. Elektroda merupakan salah satu komponen yang sangat penting pada proses elektrolisis air. Elektroda berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari sumber tegangan ke air yang akan dielektrolisis. Pada elektrolisis yang menggunakan arus DC, elektroda terbagi menjadi dua kutub yaitu positif sebagai anoda dan negatif sebagai katoda. Material serta luasan katoda yang digunakan sangat berpengaruh terhadap gas HHO (*Brown's Gas*) yang dihasilkan dari proses elektrolisis air.

Adapun kinerja generator HHO dengan menggunakan proses elektrolisis dipengaruhi oleh beberapa parameter sebagai berikut:

1. Daya yang dibutuhkan untuk proses produksi HHO.

Besarnya daya yang dibutuhkan generator HHO ditentukan oleh besarnya tegangan dan arus listrik yang digunakan dalam proses elektrolisis.

$$P = V \cdot I \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

P = Daya yang dibutuhkan generator HHO (Watt)

V = Beda potensial/voltase (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

2. Laju produksi /flow rate gas HHO.

Laju produksi gas HHO ditentukan dengan persamaan 2.

$$Q_{HHO} = \frac{V_{gas\ HHO}}{t} \left[ \frac{ml}{s} \right] \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

Q<sub>HHO</sub> = Laju produksi gas HHO (ml/s)

V<sub>gasHHO</sub> = Volume gas HHO yang dihasilkan (ml)

t = Waktu yang diperlukan untuk menghasilkan HHO (s)

3. Efisiensi Generator HHO.

Efisiensi generator HHO atau proses elektrolisis dihitung dengan persamaan 3.

$$\eta_{HHO} = \frac{Q_{HHO} \times \rho_{HHO} \times LHV_{HHO}}{P} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

η<sub>HHO</sub> = Laju produksi gas HHO

ρ<sub>HHO</sub> = Densitas gas HHO (kg/m<sup>3</sup>)

LHV<sub>HHO</sub> = Low heating Value gas HHO (J/kg)

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara prosentase NaHCO<sub>3</sub> (Natrium Bikarbonat) dan jumlah energi elektrolisis terhadap laju pembentukan gas Hidrogen pada proses elektrolisis, serta mendapatkan prosentase NaHCO<sub>3</sub> (Natrium Bikarbonat) yang terbaik pada produksi gas HHO (*Brown's Gas*).

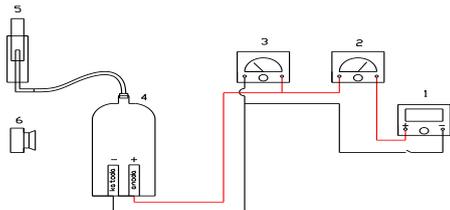
**METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental (*experimental method*). Dengan cara ini akan di uji pengaruh prosentase katalis NaHCO<sub>3</sub> (Natrium Bikarbonat) terhadap produksi gas HHO (*Brown's Gas*). Penelitian ini menggunakan prosentase katalis NaHCO<sub>3</sub> (Natrium Bikarbonat) sebesar 2.5; 5; 7.5; 10; 12.5 dan 15%.

Variabel terkontrol adalah tegangan listrik searah 12 V, Jenis dan model elektroda *stainless steel* tipe 316 L berbentuk pipa dan volume air yang dielektrolisis sebanyak 500 ml.

Variabel penelitian yang diamati adalah daya listrik (Watt) yang digunakan untuk menghasilkan gas HHO (Brown's Gas), laju produksi / *flow rate* gas HHO (Brown's Gas) dan energi yang dihasilkan dari proses elektrolisis (energi yang terkandung dalam HHO).

**Instalasi Penelitian**

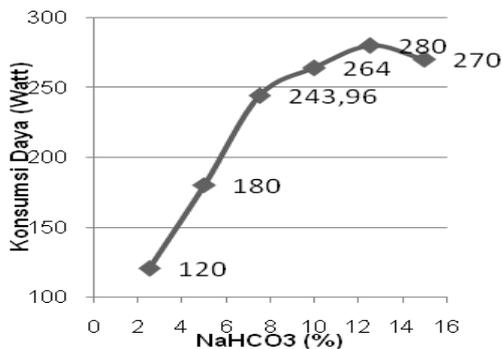


- |                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| 1. Battery charger | 4. Elektrolizer            |
| 2. Volt meter      | 5. Gelas ukur + stop watch |
| 3. Amperemeter     | 6. Kamera                  |

Gambar 1. Instalasi penelitian produksi Gas HHO (Brown's Gas).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara prosentase  $\text{NaHCO}_3$  terhadap konsumsi daya yang digunakan dalam proses elektrolisis.



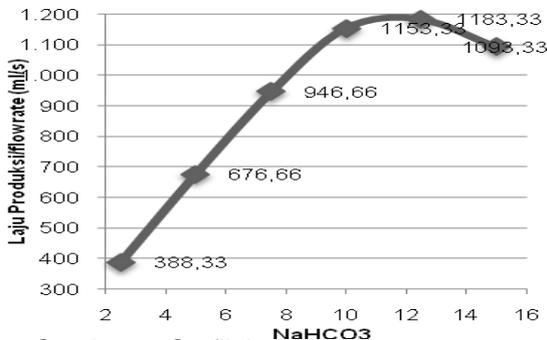
Gambar 2. Hubungan prosentase  $\text{NaHCO}_3$  terhadap konsumsi daya

Larutan elektrolit adalah suatu senyawa yang bila dilarutkan dalam pelarut akan menghasilkan larutan yang dapat menghantarkan arus listrik, menurut Michael Faraday elektrolit merupakan suatu zat yang dapat menghantarkan listrik jika berada dalam bentuk larutan<sup>[8]</sup>. Larutan elektrolit dalam air terdisosiasi kedalam

partikel-partikel bermuatan listrik positif dan negatif yang disebut ion (ion positif dan ion negatif) Jumlah muatan ion positif akan sama dengan jumlah muatan ion negatif, sehingga muatan ion dalam larutan netral. Ion-ion inilah yang bertugas menghantarkan arus listrik. Dengan semakin banyaknya kandungan  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat) dalam air, maka air tersebut semakin besar dalam menghantarkan arus listrik<sup>[9]</sup>. Karena  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat) yang terlarut dalam air akan terurai menjadi anion  $\text{Na}^+$  dan kation  $\text{HCO}_3^-$ . Anion dan kation tersebut akan menghantarkan arus listrik didalam air. Sehingga semakin banyak  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat) yang terlarut dalam air akan semakin besar pula arus listrik yang dapat dihantarkan oleh larutan elektrolit tersebut. Ketika terdapat beda potensial dalam rangkaian yang melalui larutan elektrolit, maka energi listrik akan digunakan untuk terjadinya reaksi elektrolisis air. Tetapi kenaikan energi listrik yang digunakan tidak naik secara linier terhadap kenaikan kandungan elektrolit  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat) dalam air, karena semakin banyak kandungan  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat) dalam air akan membuat larutan elektrolit semakin jenuh/larutan semakin pekat, sehingga gerakan anion dan kation jadi terbatas. Pada larutan pekat, pergerakan ion lebih sulit sehingga daya hantarnya menjadi lebih rendah<sup>[10]</sup>. Oleh karena itu kenaikan grafik konsumsi daya terhadap kenaikan kandungan  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat) semakin melandai.

Pada Gambar 2 terlihat bahwa konsumsi daya terbesar adalah pada prosentase  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat) 12,5 % dengan konsumsi daya listrik sebesar 280 Watt.

Gambar 3 menunjukkan pengaruh prosentase  $\text{NaHCO}_3$  terhadap laju produksi HHO.

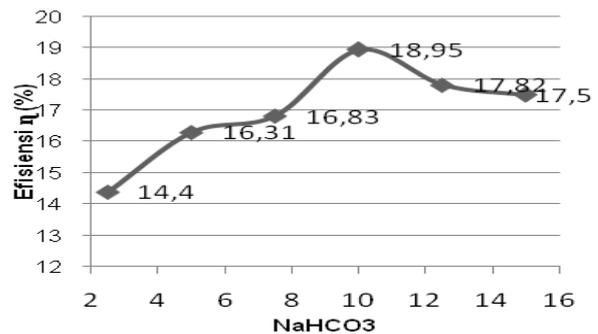


Gambar 3. Grafik hubungan prosentase  $\text{NaHCO}_3$  terhadap laju produksi (flow rate) HHO

Secara umum terlihat bahwa laju produksi gas HHO (Brown,s Gas) naik seiring bertambahnya prosentase  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat), hal ini terjadi karena dengan bertambahnya prosentase  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat) menyebabkan larutan elektrolit semakin banyak mengandung anion dan kation dari  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat). Dengan semakin banyaknya anion dan kation yang terkandung dalam larutan elektrolit akan menyebabkan larutan elektrolit semakin besar menghantarkan arus listrik dan semakin banyak pula energi listrik yang dapat digunakan untuk melakukan reaksi elektrolisis<sup>[11]</sup>. Sehingga semakin banyak pula molekul air yang terelektrolisis dan gas HHO yang dihasilkan juga akan semakin meningkat. Prosentase  $\text{NaHCO}_3$  yang terus ditingkatkan dalam larutan elektrolit akan menyebabkan larutan elektrolit semakin jenuh, sehingga anion dan kation dalam larutan elektrolit juga semakin sulit untuk bergerak didalam larutan ketika menghantarkan arus listrik, karena jarak antara partikel terlalu dekat. Sehingga daya hantarnya menjadi rendah dan reaksi elektrolisis yang terjadi tidak akan optimal, dan peningkatan laju produksi gas HHO cenderung menurun. Gambar 3. menunjukkan bahwa laju produksi gas HHO terbesar pada prosentase  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat) 12,5% sebesar 1183,33 ml/det. Hal ini terjadi karena pada variasi 12,5% larutan masih digolongkan

encer, tetapi setelah prosentase dinaikan ke 15% di grafik terlihat laju produksi/flowrate gas HHO menurun hingga dititik 1093,33 ml/det.

Hubungan antara prosentase Natrium Bikarbonat dan efisiensi produksi HHO ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan prosentase  $\text{NaHCO}_3$  terhadap efisiensi generator HHO.

Efisiensi generator HHO merupakan perbandingan antara energi yang terkandung dalam gas HHO yang dihasilkan terhadap energi listrik yang digunakan untuk mengelektrolisis molekul  $\text{H}_2\text{O}$  menjadi gas HHO (Brown's Gas).

Gambar 4 menunjukkan bahwa efisiensi generator HHO cenderung naik hingga prosentase  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat) 10% dan mencapai efisiensi maksimum pada titik 18,95%. Hal ini terjadi karena dengan semakin bertambahnya prosentase  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat) larutan akan semakin kuat yang semua molekul-molekulnya terurai menjadi ion-ion (terionisasi sempurna) sehingga daya hantar listrik lebih kuat dan semakin banyak energi listrik yang dapat digunakan untuk melakukan reaksi elektrolisis. Dengan semakin bertambahnya prosentase  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat) menyebabkan larutan elektrolit semakin besar dalam mengalirkan arus listrik, sehingga molekul air yang terurai menjadi gas HHO (Brown's Gas) semakin banyak dan energi listrik yang dikonsumsi dapat secara optimal digunakan untuk terjadinya reaksi elektrolisis air. Tetapi setelah mencapai titik maksimum kenaikan

produksi gas HHO (Brown's Gas) lebih kecil dari kenaikan energi listrik yang dibutuhkan, yang disebabkan oleh semakin besarnya energi listrik yang mengalir dalam rangkaian elektrolisis maka semakin banyak energi listrik yang berubah menjadi panas yang terlepas ke lingkungan. Hal ini mengakibatkan penurunan efisiensi generator HHO.

#### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah energi yang diperlukan untuk proses elektrolisis dan laju produksi gas HHO meningkat seiring dengan bertambahnya prosentase  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat), dan mencapai nilai maksimum pada prosentase  $\text{NaHCO}_3$  sebesar 12,5%.
2. Generator HHO dengan prosentase  $\text{NaHCO}_3$  sebesar 10% memiliki efisiensi terbaik yaitu sebesar 18,954%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Irwani,S. Dan Susandi,A., "Perkembangan Energi di Indonesia sebagai Dampak Kebijakan Iklim Global", *Makalah ilmiah.*, 1., Program Studi Meteorologi, Departemen Fisika dan Meteorologi, Institut Teknologi Bandung.
- [2] Muliawati,N., "Hidrogen sebagai Sel Bahan Bakar", Tugas Makalah Mata Kuliah Energi Terbarukan, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- [3] Lowrie,P.E.W., 2005 . "Mitsubishi Cyclon" Proceeding of Electrolytic Gas, USA.
- [4] Helmenstine A.M., 2001. "Chemistry Glossary Definition of Electrolyte", New York.
- [5] Gaikwad,K.S., 2004. "Development of asolid Electrolyte for Hydrogen Production". Engineering University of South Florida.
- [6] Budi Putranto, 2009. "Kegunaan Natrium Bikarbonat" Artikel Kimia Dasyat .
- [7] Michael Faraday,1834." On Electrical Decomposition". Philosophical Transaction of The Royal Society.
- [8] Hendri Chem., 2010. "Kimia Fisika\_Daya Hantar Listrik". Artikel Kimia Daya Hantar Listrik.
- [9] Helen Margaret., 2012."Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit"., Tugas Mata Kuliah Kimia Dasar., Universitas Katolik Parahyangan.
- [10] S. Hamdani., 2010. "Larutan"., Kumpulan Artikel kimia dan Farmasi.
- [11] Meti Marayanti., 2008. "Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit". Bahan ajar., Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.

