

Perilaku sel elektrolisis air dengan elektroda stainless steel

Isana SYL ^{*)}

isana_supiah@uny.ac.id

^{*)} Staf pengajar Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY

Abstrak

Elektrolisis merupakan reaksi dekomposisi dalam suatu elektrolit oleh arus listrik. Air merupakan elektrolit sangat lemah yang dapat terionisasi menjadi ion-ion H^+ dan OH^- , sehingga memungkinkan untuk dilakukan elektrolisis untuk dipecah menjadi gas-gas hidrogen dan oksigen. Proses elektrolisis air berjalan sangat lambat sehingga perlu diupayakan cara-cara untuk meningkatkan efisiensi produk, misalnya dengan penambahan zat terlarut yang bersifat elektrolit, modifikasi elektroda atau dengan cara-cara lain yang mampu meningkatkan efisiensi produk. Pada penelitian ini dicoba melakukan elektrolisis akuades, air sumur dan larutan soda dengan menggunakan elektroda stainless steel selama 900 detik dengan tegangan 12 V. Selama proses elektrolisis dilakukan pengamatan terhadap perubahan temperatur dan pH dalam selang waktu tertentu, yang selanjutnya digunakan untuk mempelajari perilaku sel elektrolisis. Berdasarkan data variasi temperatur dan pH selama proses elektrolisis dapat dibuat termogram temperatur dan waktu serta kurva perubahan pH untuk setiap sel elektrolisis. Untuk masing-masing sel elektrolisis ternyata memberikan termogram dan kurva pH yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing sel elektrolisis memiliki perilaku yang berbeda, yang menunjukkan bahwa jenis dan atau kuantitas material yang terlibat pada proses elektrolisis dapat berbeda.

Kata kunci: elektrolisis air, stainless steel

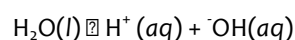
Pendahuluan

Gas hidrogen merupakan gas paling ringan, sangat mudah terbakar dan dapat menghasilkan sejumlah energi. Gas hidrogen dapat dibuat dengan berbagai cara, antara lain dengan cara elektrolisis air. Elektrolisis air sebagai sumber hidrogen telah lama dipelajari, hanya secara spesifik untuk mencapai efisiensi relatif tinggi perlu dikembangkan dan diteliti lebih lanjut, yakni dengan bervariasi jenis elektrolit, konsentrasi elektrolit, jenis elektroda dan modifikasinya, serta pemanfaatan katalis yang memungkinkan tercapainya efisiensi yang relatif tinggi. Proses elektrolisis telah lama dilakukan, tetapi secara umum biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan hidrogen belum mencapai nilai kompetitif dengan penggunaan bahan bakar minyak (<http://kompas.co.id/read/xml/2008/06/22/16013938/hidrogen.untuk.produksi.listrik.belum.ekonomis>).

Elektrolisis merupakan perubahan kimia, atau reaksi dekomposisi dalam suatu elektrolit oleh arus listrik. Elektrolit larut dalam pelarut polar (misalnya air) dengan terdisosiasi menjadi ion-ion positif (kation-kation) dan ion-ion negatif (anion-anion). Ion negatif disebut anion karena melalui

larutan tertarik ke muatan positif pada anoda, sedangkan ion positif disebut katoda karena melalui larutan akan bergerak menuju muatan negatif (katoda). Air sebagai pelarut bersifat polar. Molekul polar memiliki muatan di ujung molekulnya, yakni muatan positif dan negatif. Muatan ini mampu berinteraksi dengan muatan pada molekul polar lain untuk melarutkannya. Antar molekul-molekul tersebut terjadi transfer atom hidrogen sehingga terbentuk ion hidronium. Penambahan zat elektrolit, misalnya asam, basa atau garam dapat meningkatkan konduktivitas air sehingga proses elektrolisis air menjadi lebih cepat. Dalam sel elektrolisis terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia. Hubungan kuantitatif antara jumlah muatan listrik yang digunakan dan jumlah zat yang terlibat dalam reaksi telah dirumuskan oleh Faraday. Hal ini dapat terjadi karena melibatkan reaksi reduksi-oksidasi yang mengandalkan peran partikel bermuatan sebagai penghantar muatan listrik.

Air merupakan elektrolit sangat lemah, yang dapat mengalami ionisasi menjadi ion-ion H^+ dan OH^- .



Perilaku sel elektrolisis...

Oleh karena itu sangat memungkinkan untuk dielektrolisis menjadi gas-gas H_2 dan O_2 . Gas H_2 dapat diperoleh pada katoda karena terjadi reaksi reduksi ion H^+ , sedangkan gas O_2 diperoleh pada anoda karena terjadi reaksi oksidasi OH^- . Berdasarkan sifat air yang merupakan elektrolit sangat lemah maka ion-ion H^+ dan OH^- dalam larutan relatif sedikit, pada kondisi standar hanya sekitar 10^{-7} M, oleh karenanya elektrolisis air akan berjalan sangat lambat. Untuk itu perlu dilakukan modifikasi terhadap elektrolisis air. Modifikasi elektrolisis air dapat meliputi penambahan zat terlarut yang bersifat elektrolit, dapat berupa asam, basa atau garam atau dengan modifikasi elektroda yang digunakan atau dengan cara-cara lain. Bila dalam air terlarut anion-anion yang mudah mengalami oksidasi, selain gas oksigen akan terbentuk juga gas lain hasil oksidasi anion dalam larutan. Bila elektroda yang digunakan bersifat reaktif, pada anoda akan terjadi oksidasi elektrodanya sehingga larut dalam larutan.

Dekomposisi air menjadi hidrogen dan oksigen pada tekanan dan temperatur standar secara termodinamik tidak berlangsung spontan, hal ini ditunjukkan oleh harga potensial reaksi standar yang berharga negatif dan energi bebas Gibbs yang positif. Proses tersebut "mustahil" dapat berlangsung tanpa penambahan suatu elektrolit dalam larutan dan sejumlah energi listrik. Elektrolisis air murni berlangsung sangat lambat. Untuk mempercepat perlu ditambahkan elektrolit, seperti asam, basa atau garam. Pada elektrolisis air murni, kation H^+ akan berkumpul di anoda dan anion OH^- akan berkumpul di katoda. Hal ini dapat dibuktikan dengan menambahkan suatu indikator ke dalam elektrolisis air, daerah anoda akan bersifat asam sedangkan daerah katoda akan bersifat basa. Muatan ion akan mengganggu aliran arus listrik lebih lanjut sehingga proses elektrolisis air murni berlangsung sangat lambat. Hal ini juga merupakan alasan mengapa air murni memiliki daya hantar arus listrik yang sangat lemah. Jika suatu elektrolit dilarutkan dalam air maka daya hantar air akan naik dengan cepat. Elektrolit akan terurai menjadi kation dan anion. Anion akan bergerak ke arah anoda dan menetralkan muatan positif H^+ sedangkan kation akan bergerak ke arah katoda dan menetralkan muatan negatif OH^- . Hal ini menyebabkan arus listrik dapat mengalir lebih lanjut (http://en.wikipedia.org/wiki/Electrolysis_of_water).

Perlu dicermati dalam memilih elektrolit, karena akan terjadi persaingan antara anion dari

elektrolit dengan ion hidroksida untuk melepaskan elektron (mengalami oksidasi), demikian juga terjadi pada kation dan ion H^+ akan mengalami persaingan untuk menangkap elektron (mengalami reduksi). Anion dengan harga potensial elektroda standar lebih kecil dibandingkan ion hidroksida akan mengalami oksidasi sehingga tidak dihasilkan gas oksigen, sedangkan kation dengan harga potensial elektroda standar lebih besar dibandingkan ion hidrogen akan mengalami reduksi sehingga tidak dihasilkan gas hidrogen. Kation Li^+ , Rb^+ , K^+ , Al^{3+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ , dan Mg^{2+} memiliki potensial elektroda lebih rendah dibandingkan H^+ sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai kation dari elektrolit. Litium dan sodium sering digunakan karena murah dan mudah larut.

Anion sulfat (SO_4^{2-}) sangat sukar dioksidasi karena memiliki potensial oksidasi standar relatif besar, yakni 0,22 Volt, yang kemungkinan akan diubah menjadi ion peroksidisulfat bila potensial yang digunakan memungkinkan terjadinya oksidasi. Asam kuat seperti asam sulfat (H_2SO_4), dan basa kuat seperti kalium hidroksida (KOH) dan sodium hidroksida (NaOH) sering digunakan sebagai zat elektrolit pada elektrolisis air dalam rangka memproduksi gas-gas hidrogen dan oksigen.

Elektrolisis air pada temperatur tinggi atau elektrolisis uap air merupakan suatu metoda yang sedang diteliti, yakni elektrolisis air dengan mesin kalor. Elektrolisis air pada temperatur tinggi ternyata lebih efisien dibandingkan elektrolisis tradisional pada temperatur kamar sebab sebagian energi disediakan dalam bentuk panas, yang lebih murah dibandingkan energi listrik, dan reaksi elektrolisis menjadi lebih efisien pada temperatur yang lebih tinggi dengan total efisiensi sekitar 25-45%

(http://en.wikipedia.org/wiki/Electrolysis_of_water).

Berdasarkan perubahan kualitatif dalam sel elektrolisis maka akan berpengaruh terhadap perubahan kuantitatif zat yang ada dalam sel elektrolisis maupun perubahan kondisi sel elektrolisis itu. Bila sejumlah arus listrik dialirkan dalam suatu sel elektrolisis pada waktu tertentu mengakibatkan terjadinya perubahan temperatur sistem, menunjukkan bahwa telah terjadi suatu perubahan dalam sistem itu. Oleh karena itu dengan melacak perubahan temperatur dalam suatu selang waktu dan arus listrik tertentu serta membandingkan antara suatu sel yang satu dengan sel yang lain diharapkan dapat dilacak suatu hubungan variabel-variabel sistem.

Dalam suatu sel elektrolisis terdapat hubungan kuantitatif antara jumlah muatan listrik yang digunakan dengan jumlah reaktan maupun hasil reaksi, oleh Faraday dirumuskan seperti Persamaan (1).

$$w = \frac{eit}{96500} \dots\dots\dots(1)$$

dengan w , e , l , dan t masing-masing menyatakan jumlah gram zat dalam reaksi, bobot ekivalen zat, jumlah arus listrik yang digunakan dalam ampere, dan waktu elektrolisis yang dinyatakan dalam satuan detik. Bila jumlah arus listrik dan waktu yang digunakan pada proses elektrolisis sama, Persamaan (1) dapat dinyatakan menjadi Persamaan (2).

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{e_1}{e_2} \dots\dots\dots(2)$$

Ketakmurnian suatu senyawa dapat ditentukan dengan menggunakan analisis termal (Alberty dan Daniels, 1980: 127). Pada pendinginan cairan satu komponen, kurva hubungan temperatur terhadap waktu merupakan garis linear. Jika pendinginan berlangsung secara lambat, maka kurva pendinginan akan menjadi datar, atau terjadi patahan pada kurva pendinginan akibat terlepasnya kalor ketika cairan itu memadat. Semakin banyak komponen penyusun cairan, semakin banyak pula patahan-patahan yang tampak pada kurva. Penentuan kurva temperatur terhadap waktu dapat diterapkan pada sembarang sistem, dan dapat dipakai untuk menyelidiki karakteristik temperatur terhadap waktu sistem itu (Castellan, 1974: 259 – 285).

Hasil penelitian Isana, Endang dan Regina (1998) menunjukkan bahwa minyak baru, telah disimpan, maupun telah dilakukan perlakuan adsorpsi memberikan termogram yang spesifik untuk masing-masing sistem. Demikian juga dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Endang dan Isana (1998) menunjukkan bahwa termogram temperatur terhadap waktu untuk sistem terner 1,4-dioksan-kloroform-asetonitril dengan komposisi berbeda memiliki termogram yang spesifik pula, bergantung pada komposisi campuran. Isana dan Endang (2003) melaporkan, bahwa termogram minyak kelapa yang beredar di pasar bebas memiliki termogram yang khas untuk setiap merk dagang. Hal ini menunjukkan bahwa setiap merk dagang minyak kelapa di pasar bebas memiliki kandungan yang berbeda. Isana (2008) melaporkan, bahwa

berbagai minuman juga memiliki termogram yang khas untuk setiap merk dagang.

Perubahan temperatur sistem (T) pada selang waktu (t) tertentu memberikan informasi terjadinya perubahan energi sistem, sedangkan tidak terjadinya perubahan temperatur setelah selang waktu tertentu memberikan informasi terjadinya transisi fasa komponen dalam sistem itu. Oleh karena itu dengan mengikuti terjadinya perubahan temperatur selama waktu tertentu diharapkan memberikan suatu informasi kualitatif maupun kuantitatif dalam suatu sel elektrolisis.

Perubahan pH larutan sangat bergantung pada sifat larutan itu, berkaitan langsung dengan keasaman larutan, yang selanjutnya dapat juga mencerminkan perilaku suatu sel elektrolisis karena sangat ditentukan oleh jumlah muatan yang telah dialirkan pada sel elektrolisis itu. Bila pH larutan memiliki harga di bawah 7 larutan bersifat asam, sedangkan bila di atas 7 bersifat basa. Dengan demikian dengan mengikuti perubahan pH terhadap waktu suatu sel elektrolisis diharapkan dapat diprediksi perilaku sel elektrolisis itu. Data variasi temperatur dan pH selama selang waktu tertentu diharapkan mampu digunakan untuk mempelajari perilaku sel elektrolisis, terutama elektrolisis air.

Permasalahan dalam penelitian ini meliputi:

- Bagimanakah variasi temperatur dan waktu pada elektrolisis berbagai air sumur dan air dengan penambahan sejumlah elektrolit?
- Bagimanakah termogram temperatur dan waktu sel elektrolisis berbagai air sumur dan air dengan penambahan sejumlah elektrolit?
- Bagimanakah variasi pH pada elektrolisis berbagai air sumur dan air dengan penambahan sejumlah elektrolit?
- Bagimanakah pengaruh konsentrasi elektrolit terhadap perilaku sel elektrolisis?

Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, telah dilakukan beberapa pendekatan, yakni:

- Pengukuran perubahan temperatur pada setiap perubahan waktu pada elektrolisis air sumur dan air dengan penambahan sejumlah elektrolit.
- Penentuan termogram temperatur dan waktu sel elektrolisis berbagai air sumur dan air dengan penambahan sejumlah elektrolit.
- Pengukuran pH pada elektrolisis berbagai air sumur dan air dengan penambahan sejumlah elektrolit.

Perilaku sel elektrolisis...

- d. Memvariasi jumlah elektrolit yang ditambahkan.

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah “Termogram temperatur dan waktu sel elektrolisis berbagai air sumur dan air dengan penambahan sejumlah elektrolit akan memiliki pola yang khas untuk masing-masing sistem, demikian juga dengan pH sel elektrolisis akan berbeda untuk masing-masing sel elektrolisis karena sangat berkaitan dengan perilaku sistem itu”. Penelitian ini memiliki arti penting karena dapat memberikan informasi mengenai variasi temperatur, waktu dan pH pada elektrolisis berbagai air sumur dan air dengan penambahan sejumlah elektrolit sehingga memungkinkan untuk mempelajari perilaku sel elektrolisis tersebut.

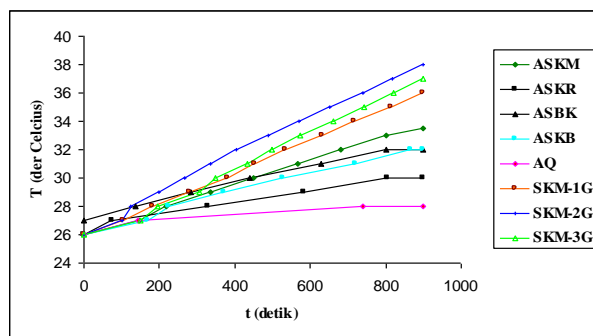
Metode penelitian

Tahap penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

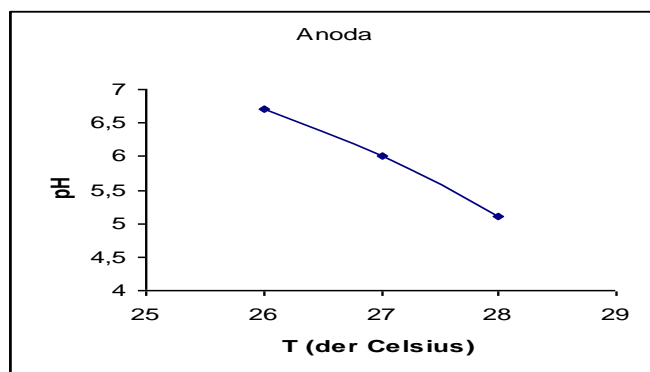
- Mengumpulkan sampel air sumur masing-masing 1000 cm³, yang diambil dari Daerah Istimewa Yogyakarta dan Klaten, yang diberi label ASKM, ASKR, ASBK dan ASKB serta membuat larutan soda kue (Na₂CO₃) dengan berbagai konsentrasi (SKM-1G, SKM-2G dan SKM-3G), yakni dengan melarutkan masing-masing 1, 2 dan 3 gram soda kue dalam 1000 cm³ akuades.
- Menyiapkan peralatan elektrolisis, dengan menggunakan elektroda stainless steel lempengan dengan tebal 1 mm, lebar 52 mm dan panjang 97 mm, jumlah anoda sebanyak 7 lempeng dan katoda sejumlah 8 lempeng, jarak antar elektroda 3,5 - 4 mm.
- Melakukan proses elektrolisis air sumur, larutan soda kue berbagai konsentrasi dan akuades (AQ) pada tegangan 12 V, serta mengamati perubahan temperatur dan pH untuk masing-masing sistem selama 900 detik.
- Menentukan termogram temperatur dan waktu untuk masing-masing sistem.
- Membuat kurva perubahan pH terhadap waktu.

Hasil dan Pembahasan

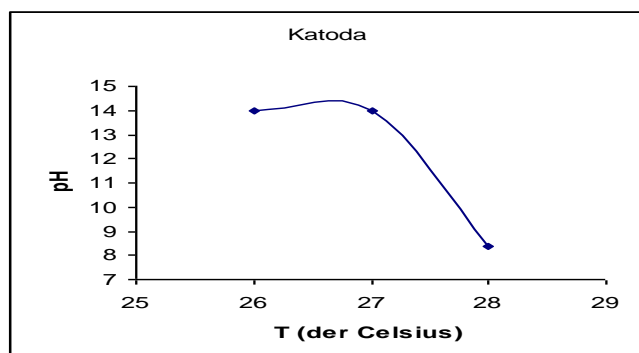
Hasil pengukuran perubahan temperatur (°C) pada setiap perubahan waktu (detik) pada elektrolisis akuades, air sumur dan air dengan penambahan sejumlah elektrolit dapat dilihat pada Tabel 1 (Lampiran), sedangkan termogram masing-masing sistem dapat dilihat pada Gambar 1. Adapun hasil pengukuran pH pada setiap sistem dapat dilihat pada Tabel 2 (Lampiran) dan kurva pH terhadap waktu untuk masing-masing sistem dapat dilihat pada Gambar 2 - 9.



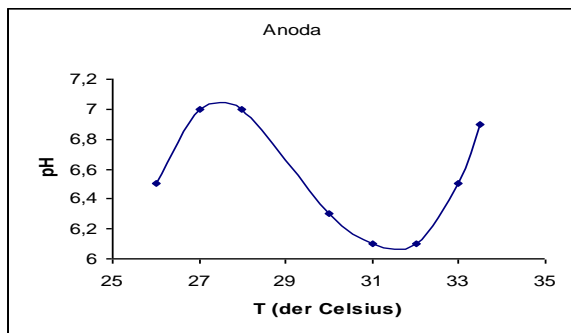
Gambar 1. Kurva Temperatur terhadap Waktu pada Elektrolisis Berbagai Larutan



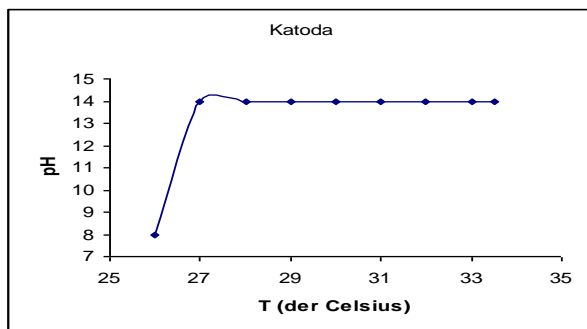
Gambar 2a. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis AQ (Anoda)



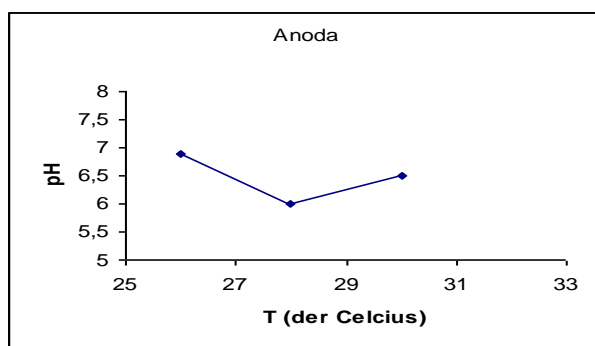
Gambar 2b. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis AQ (Katoda)



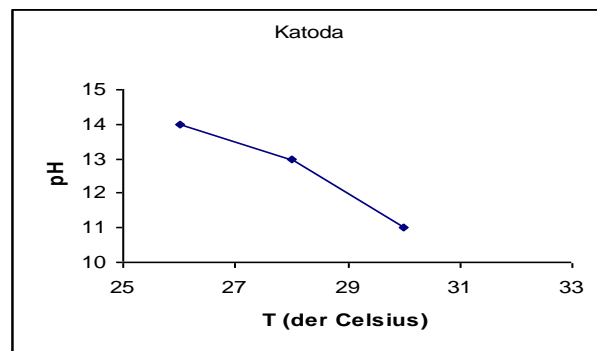
Gambar 3a. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis ASKM (Anoda)



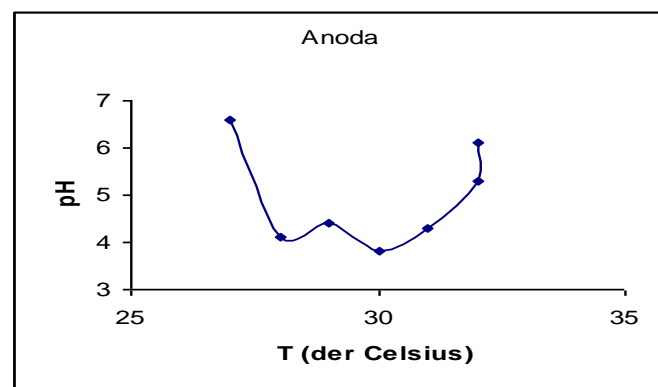
Gambar 3b. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis ASKM (Katoda)



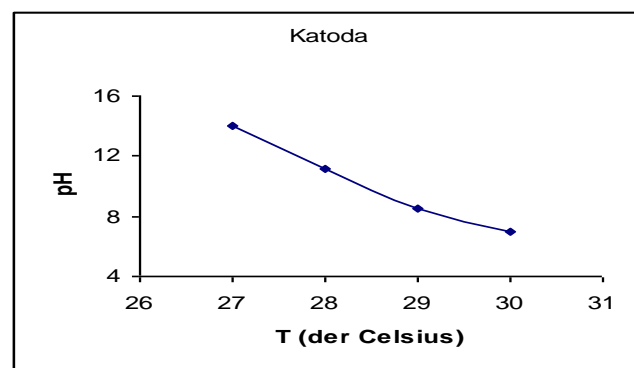
Gambar 4a. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis ASKR (Anoda)



Gambar 4b. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis ASKR (Katoda)

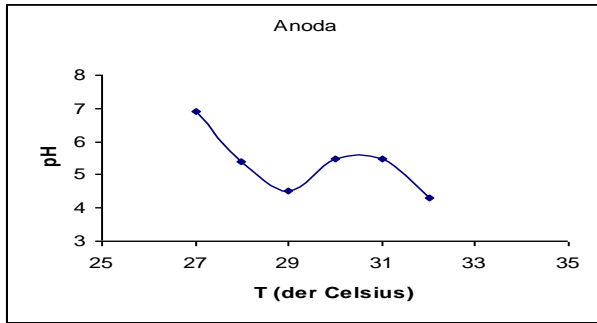


Gambar 5a. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis ASBK (Anoda)

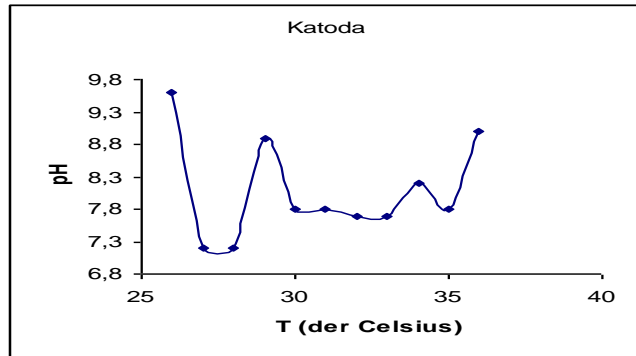


Gambar 5b. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis ASBK (Katoda)

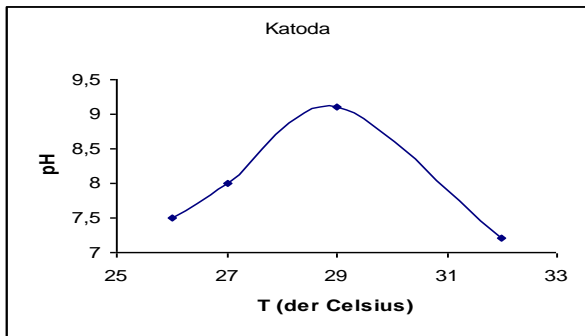
Perilaku sel elektrolisis...



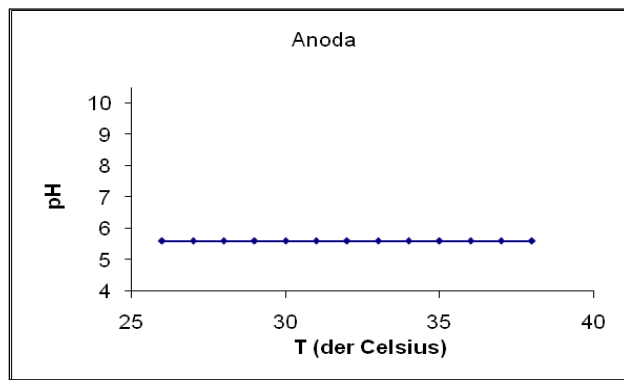
Gambar 6a. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis ASKB (Anoda)



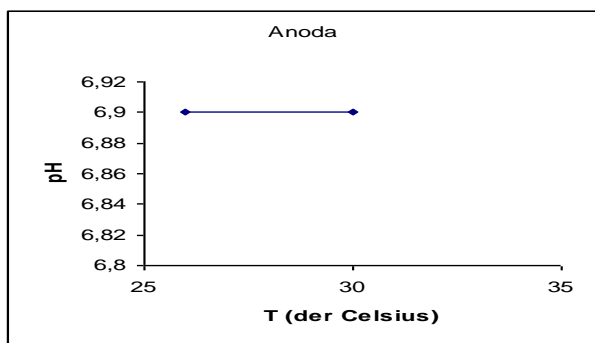
Gambar 7b. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis SKM-1G (Katoda)



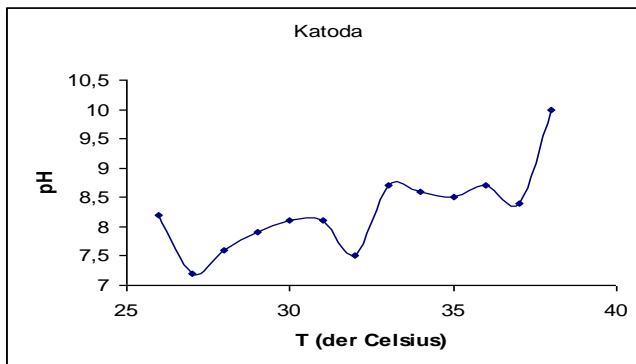
Gambar 6b. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis ASKB (Katoda)



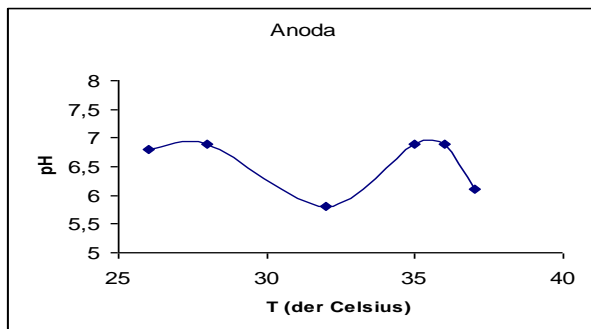
Gambar 8a. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis SKM-2G (Anoda)



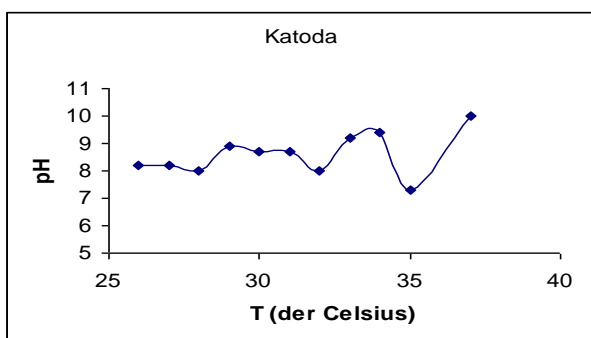
Gambar 7a. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis SKM-1G (Anoda)



Gambar 8b. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis SKM-2G (Katoda)



Gambar 9a. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis SKM-3G (Anoda)

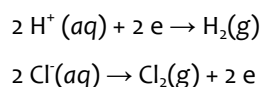


Gambar 9b. Kurva pH terhadap Temperatur pada Elektrolisis SKM-3G (Katoda)

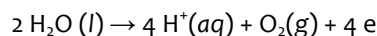
Berdasarkan data variasi temperatur dan pH dalam selang waktu tertentu (900 detik) dengan menggunakan tegangan tertentu (12 V) menunjukkan bahwa masing-masing sistem memiliki perilaku yang berbeda. Hal ini terlihat dari pola termogram yang menunjukkan kecenderungan yang berbeda; dan kurva pH terhadap waktu yang berbeda pula. Meningkatnya konsentrasi elektrolit berpengaruh terhadap perilaku sel elektrolisis air, makin tinggi konsentrasi elektrolit, perubahan temperatur makin besar pada selang waktu tertentu; demikian juga pengaruhnya terhadap harga pH larutan, konsentrasi elektrolit makin meningkat harga pH di ruang anoda makin bervariasi; tetapi harga pH lebih bervariasi terjadi pada ruang katoda. Perbedaan termogram dan kurva pH selama proses elektrolisis menunjukkan bahwa terdapat jenis atau kuantitas kation dan anion yang tidak sama. Hal ini dapat dipahami berdasarkan Persamaan (2). Persamaan (2) dapat ditata-ulang menjadi Persamaan (3).

$$z_1 n_1 = z_2 n_2 \dots\dots\dots(3)$$

dengan n menyatakan jumlah mol dan z menyatakan jumlah elektron yang terlibat. Jika melibatkan zat yang sama atau zat berbeda tetapi melibatkan jumlah elektron sama maka $z_1 = z_2$ sehingga harga $n_1 = n_2$. Perlu dipahami bahwa, untuk harga $z_1 = z_2$ menunjukkan zat yang sama maupun tidak sama, tetapi bila zat sama maka harga $z_1 = z_2$. Perhatikan persamaan reaksi sebagai berikut:



Kedua persamaan reaksi di atas melibatkan jumlah elektron yang sama, sehingga memiliki harga z yang sama, tetapi melibatkan zat yang berbeda, yakni $H_2(g)$ dan $Cl_2(g)$. Demikian juga untuk persamaan reaksi yang lain. Perhatikan persamaan reaksi berikut:



Berdasarkan persamaan reaksi tersebut, maka harga z untuk $O_2(g)$ adalah 4.

Kuantitas materi yang terlibat dalam proses elektrolisis sangat bergantung pada jumlah muatan listrik yang dialirkan, hal ini sesuai dengan hukum Faraday. Bila materi berupa gas dan memenuhi gas ideal, maka berdasarkan hukum Faraday volum teoretik dapat ditentukan seperti Persamaan (4).

$$V_{teoretik} = \frac{RiTt}{Fpz} \dots\dots\dots(4)$$

dengan $R = 8,314$ Joule / (mol Kelvin), i adalah arus listrik dalam ampere, T adalah temperatur dalam Kelvin ($273 +$ temperatur dalam Celsius), $t =$ waktu dalam sekon, F adalah bilangan Faraday (= 96500 Coulombs per mol), p merupakan tekanan, kira-kira 1×10^5 Pascal ($1 Pa = 1$ Joule/meter³) dan z merupakan jumlah elektron yang terlibat, misalnya $z = 2$ (untuk gas hidrogen, H_2) dan 4 (untuk gas oksigen) (<http://stuartenergy.com>). Berdasarkan Persamaan (4), untuk gas yang sama, jika arus listrik dan tekanan tertentu maka volum gas yang dihasilkan dalam suatu sel elektrolisis sangat bergantung pada temperatur dan waktu, sesuai dengan Persamaan (5).

$$V_{teoretik} = aT \dots\dots\dots(5)$$

dengan a adalah tetapan. Bila Persamaan (5) diturunkan terhadap t pada temperatur tetap akan diperoleh Persamaan (6), sedangkan bila

Perilaku sel elektrolisis...

diturunkan terhadap T pada waktu tertentu akan diperoleh Persamaan (7).

$$\left(\frac{\partial V}{\partial t}\right)_T = aT \dots\dots\dots(6)$$

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_t = at \dots\dots\dots(7)$$

Bila Persamaan (6) dan (7) ditata- ulang akan diperoleh Persamaan (8).

$$t\left(\frac{\partial V}{\partial t}\right)_T = T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_t \dots\dots\dots(8)$$

Bila harga $\left(\frac{\partial V}{\partial t}\right)_T$ dan $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_t$ merupakan tetapan,

maka diferensial dari Persamaan (8) akan diperoleh Persamaan (9).

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\left(\frac{\partial V}{\partial t}\right)_T}{\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_t} \dots\dots\dots(9)$$

Berdasarkan Persamaan (9) dapat dipahami manfaat kurva temperatur terhadap waktu, yakni menunjukkan hubungan kuantitatif antara perubahan temperatur dan waktu terhadap perubahan volum gas yang dihasilkan dalam sel elektrolisis. Demikian juga hubungan pH dan kuantitas material dalam proses elektrolisis telah dirumuskan oleh Nernst, yang dikenal dengan Persamaan Nernsti (Persamaan (10)).

$$E_{sel} = E_{sel}^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q \dots\dots\dots(10)$$

dengan E_{sel} , E_{sel}^0 , n, F masing-masing potensial sel, potensial sel standard, tetapan gas universal, temperatur (dalam Kelvin), jumlah elektron yang terlibat dan bilangan Faraday, sedangkan Q merupakan perbandingan aktivitas teroksidasi terhadap tereduksi. Bila dalam proses elektrolisis melibatkan ion-ion H^+ dan OH^- maka dalam besaran Q terdapat kuantitas ion-ion tersebut, sehingga ada hubungan antara potensial sel dan pH larutan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Selama proses elektrolisis, terjadi perubahan temperatur dalam selang waktu tertentu.
2. Kurva temperatur terhadap waktu (termogram) akuades, masing-masing air sumur (ASKM, ASKR, ASBK dan ASKB) dan larutan soda kue (SKM-1G, SKM-2G dan SKM-3G) memiliki pola yang khas, menunjukkan perilaku sel elektrolisis yang berbeda untuk setiap sistem.
3. Kurva pH untuk setiap sistem juga berbeda, baik pada ruang katoda maupun anoda sehingga makin menguatkan data termogram, yang menunjukkan perilaku sel elektrolisis yang berbeda untuk setiap sistem.
4. Konsentrasi elektrolit sangat berpengaruh terhadap perilaku sel elektrolisis air.

Saran

Beberapa saran rekomendasi dan usulan riset lanjutan serta tindak lanjut yang perlu dilakukan yaitu perlu dilakukan:

1. Perlunya dilakukan penelitian yang sama untuk sampel elektrolit yang lain, atau larutan yang lain.
2. Perlunya dilakukan penelitian yang sama dengan menggunakan elektroda yang bervariasi.
3. Perlunya dilakukan penelitian yang sama pada berbagai variasi temperatur, waktu, pH dan variabel lain seperti arus listrik dan tegangan, untuk lebih mengembangkan hubungan kuantitatif antara variabel temperatur, waktu, pH dan material yang terlibat pada proses elektrolisis.
4. Perlunya dilakukan penelitian yang sama dengan menggunakan jarak elektroda yang bervariasi.

Daftar Pustaka

- Adamson, A.W., (1997). *Physical Chemistry of Surface*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Alberty, R.A. dan Daniels, F. (1980). *Physical Chemistry*. Terjemahan Surdia, N.M. Jakarta: Erlangga.
- Atkins, P.W., (1995), *Physical Chemistry*, Oxford: Oxford University Press.
- Castellan, Gilbert W. (1974). *Physical Chemistry*. 2nd Editon. Manila: Addison Wesley Publishing Company.
- Dogra SK dan Dogra S. (1990). *Kimia Fisik dan Soal-Soal*. Penerjemah: Umar Mansyur dan Yoshita. Jakarta: UI-Press.
- Endang WLFX dan Isana SYL. (1998). Fungsi Termodinamika Ekses dari Kompleks Molekular Sistem 1,4-Dioksan-Kloroform-Asetonitril. *Laporan Penelitian*. FMIPA IKIP Yogyakarta.
- H. Deng, I. Ishikawa, M. Yoneya dan H. Nanjo, *J. Phys. Chem.* 108 (2004) 9138.
- http://en.wikipedia.org/wiki/Electrolysis_of_water, 9 November 2007.
- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/thermo/electrol.html>, 9 November 2007.
- <http://stuartenergy.com>, 12 Nopember 2007.
- <http://www.free-energy.ws/electrolysis.html>, 9 November 2007.
- <http://www.nmsea.org/Curriculum/7-12/Electrolysis/Electrolysis.html>, 9 November 2007.
- <http://www.waterfuelcell.org/concept.html>, 9 November 2007.
- I. Arul Raj, *J. Appl. Electrochem.* 22 (1992) 471.
- I. Arul Raj dan K. I. Vasu, *J. Appl. Electrochem.* 20 (1990) 32.
- Isana SYL (2008). Elektrolisis Berbagai Merk Minuman. *Prosiding*. Seminar Nasional 2008.
- Isana SYL dan Endang WLFX. (2003). Termogram Minyak Kelapa. *Prosiding*. Seminar Nasional 2003
- Isana SYL., Endang WLFX., Regina, TP. (1998). Pengaruh Penggunaan Adsorben Arang Aktif terhadap Ketengikan dan Termogram Minyak Kelapa di Pasaran. *Laporan Penelitian FMIPA IKIP Yogyakarta*.
- J. G. Highfield, E. Claude, dan K. Oguro, *Electrochim. Acta*, 44 (1999) 2805.
- Ke-Qiang Ding, Cyclic Voltammetrically Prepared Copper-Decorated MnO₂ and its Electrocatalysis for Oxygen Reduction Reaction, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 5 (2010) 72 – 87.
- L. P. Bicelli, B. Bozzini, C. Mele dan L. D'Urzo, *Int. J. Electrochem. Sci.* 3 (2008) 356.
- L. S. Sanches, S. H. Domingues, C. E. B. Marino dan L. H. Mascaro, *Electrochem. Commun.* 6 (2004) 543.
- M. Isabel Godinho, M. Alice Catarino, M. I. da Silva Pereira, M. H. Mendonc, F. M. Costa, *Electrochim. Acta*, 47 (2002) 4307.
- Oronzio de Nora, Vittorio de Nora dan Placido M. Spaziante. (1977). *Electrolysis Cells. United States Patent, No.: 4,032,426, June 28, 1977.*
- Oronzio de Nora dan Maria Spaziante. (1986). *Electrolysis Cells. United States Patent, No.: 4,592,822, June 3, 1986.*
- Regine Basseguy, dkk. (2009). *Water Electrolysis Device. United States Patent Application Publication, No.:US 2009/0294282 A1, Dec.3, 2009.*
- Stainless Steel, 22-02-2009, http://en.wikipedia.org/wiki/Stainless_steel.
- W. Hu, Y. Zhang, D. Song, Z. Zhou dan Y. Wang, *Mater. Chem. Phys.* 41 (1995) 141