

# **Hidrogen Sebagai Sel Bahan Bakar : Sumber Energi Masa Depan**

**(Tugas Makalah Mata Kuliah Energi Terbarukan)**

**Oleh:  
Neni Muliawati  
0415041056**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2008**

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	i
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
<b>BAB II. ISI</b> .....	3
A. Hidrogen.....	3
B. Fuel Cells ( Sel Bahan Bakar ).....	6
C. Hidrogen Sebagai Sel Bahan Bakar ( <i>Hydrogen Fuel Cells</i> ): Sumber Energi Masa Depan.....	11
<b>BAB III. PENUTUP</b> .....	22
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
Gambar 1. A <i>Fuel Cell Transportation unit</i> .....	12
Gambar 2. Bagan Kinerja ' <i>Hydrogen Fuel Cells</i> ' .....	13
Gambar 3. Sel Elektrolisis Generator Hidrogen ( U.S.Patent. 5037518, Stuart A Young,et al ).....	16
Gambar 4. <i>Fuel Cell Circuit</i> ( U.S.Patent. 4936961, Stanley A Meyer) .....	17
Gambar 5. <i>High Temperature Electrolysis</i> .....	19
Gambar 6. Berbagai Pengaruh Pada <i>High Temperature Electrolysis</i> .....	20

# **I. PENDAHULUAN**

## **1. Latar Belakang**

Energi menjadi komponen penting bagi kelangsungan hidup manusia karena hampir semua aktivitas kehidupan manusia sangat tergantung pada ketersediaan energi yang cukup. Dewasa ini dan beberapa tahun ke depan, manusia masih akan tergantung pada sumber energi fosil karena sumber energi fosil inilah yang mampu memenuhi kebutuhan energi manusia dalam skala besar. Sedangkan sumber energi alternatif / terbarukan belum dapat memenuhi kebutuhan energi manusia dalam skala besar karena fluktuasi potensi dan tingkat keekonomian yang belum bisa bersaing dengan energi konvensional.

Di lain pihak, manusia dihadapkan pada situasi menipisnya cadangan sumber energi fosil dan meningkatnya kerusakan lingkungan akibat penggunaan energi fosil. Melihat kondisi tersebut maka saat ini sangat diperlukan penelitian yang intensif untuk mencari, mengoptimalkan dan menggunakan sumber energi alternatif / terbarukan. Hasil penelitian tersebut diharapkan mampu mengatasi beberapa permasalahan yang berkaitan dengan penggunaan energi fosil.

Salah satu bentuk energi terbarukan yang dewasa ini menjadi perhatian besar pada banyak negara, terutama di negara maju adalah hidrogen. Hidrogen diproyeksikan oleh banyak negara akan menjadi bahan bakar masa depan yang lebih ramah lingkungan dan lebih efisien. Dimana suplai energi yang dihasilkan sangat bersih karena hanya menghasilkan uap air sebagai emisi selama berlangsungnya proses.

Daya hidrogen terutama dalam bentuk sel bahan bakar hidrogen (*hydrogen fuel cells*) menjanjikan penggunaan bahan bakar yang tidak terbatas dan tidak polusi, sehingga menyebabkan ketertarikan banyak perusahaan energi terkemuka di dunia, industri otomotif maupun pemerintahan. Teknologi sel bahan bakar ini dengan begitu banyak keuntungan yang dijanjikan menimbulkan gagasan "*hydrogen economy*" dimana hidrogen dijadikan sebagai bentuk energi utama yang dikembangkan

## II. ISI

### 1. Hidrogen

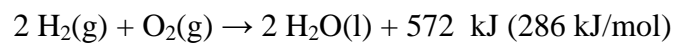
Hidrogen (bahasa Latin: *hydrogenium*, dari bahasa Yunani: *hydro*: air, *genes*: membentuk) adalah unsur kimia pada tabel periodik yang memiliki simbol H dan nomor atom 1. Pada suhu dan tekanan standar, hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, bersifat non-logam, bervalensi tunggal, dan merupakan gas diatomik yang sangat mudah terbakar. Dengan massa atom 1,00794 amu, hidrogen adalah unsur teringan di dunia.

Hidrogen juga adalah unsur paling melimpah dengan persentase kira-kira 75% dari total massa unsur alam semesta. Kebanyakan bintang dibentuk oleh hidrogen dalam keadaan plasma. Senyawa hidrogen relatif langka dan jarang dijumpai secara alami di bumi, dan biasanya dihasilkan secara industri dari berbagai senyawa hidrokarbon seperti metana. Hidrogen juga dapat dihasilkan dari air melalui proses elektrolisis, namun proses ini secara komersial lebih mahal daripada produksi hidrogen dari gas alam.

Isotop hidrogen yang paling banyak dijumpai di alam adalah protium, yang inti atomnya hanya mempunyai proton tunggal dan tanpa neutron. Senyawa ionik

hidrogen dapat bermuatan positif (kation) ataupun negatif (anion). Hidrogen dapat membentuk senyawa dengan kebanyakan unsur dan dapat dijumpai dalam air dan senyawa-senyawa organik. Hidrogen sangat penting dalam reaksi asam basa yang mana banyak reaksi ini melibatkan pertukaran proton antar molekul terlarut. Oleh karena hidrogen merupakan satu-satunya atom netral yang persamaan Schrödingernya dapat diselesaikan secara analitik, kajian pada energetika dan ikatan atom hidrogen memainkan peran yang sangat penting dalam perkembangan mekanika kuantum.

Gas hidrogen sangat mudah terbakar dan akan terbakar pada konsentrasi serendah 4% H<sub>2</sub> di udara bebas. Entalpi pembakaran hidrogen adalah -286 kJ/mol. Hidrogen terbakar menurut persamaan kimia:



Ketika dicampur dengan oksigen dalam berbagai perbandingan, hidrogen meledak seketika disulut dengan api dan akan meledak sendiri pada temperatur 560 °C. Lidah api hasil pembakaran hidrogen-oksigen murni memancarkan gelombang ultraviolet dan hampir tidak terlihat dengan mata telanjang. Oleh karena itu, sangatlah sulit mendeteksi terjadinya kebocoran hidrogen secara visual. Kasus meledaknya pesawat Hindenburg adalah salah satu contoh terkenal dari pembakaran hidrogen. Karakteristik lainnya dari api hidrogen adalah nyala api cenderung menghilang dengan cepat di udara, sehingga kerusakan akibat ledakan hidrogen lebih ringan dari ledakan hidrokarbon. Dalam kasus kecelakaan Hindenburg, dua pertiga dari

penumpang pesawat selamat dan kebanyakan kasus meninggal disebabkan oleh terbakarnya bahan bakar diesel yang bocor.

H<sub>2</sub> bereaksi secara langsung dengan unsur-unsur oksidator lainnya. Ia bereaksi dengan spontan dan hebat pada suhu kamar dengan klorin dan fluorin, menghasilkan hidrogen halida berupa hidrogen klorida dan hidrogen fluorida.

Hidrogen adalah unsur yang paling melimpah di alam semesta ini dengan persentase 75% dari barion berdasarkan massa dan lebih dari 90% berdasarkan jumlah atom. Unsur ini ditemukan dalam kelimpahan yang besar di bintang-bintang dan planet-planet gas raksasa. Awan molekul dari H<sub>2</sub> diasosiasikan dengan pembentukan bintang. Hidrogen memainkan peran penting dalam pemberian energi bintang melalui reaksi proton-proton dan fusi nuklir daur CNO.

Di seluruh alam semesta ini, hidrogen kebanyakan ditemukan dalam keadaan atomik dan plasma yang sifatnya berbeda dengan molekul hidrogen. Sebagai plasma, elektron hidrogen dan proton terikat bersama, dan menghasilkan konduktivitas elektrik yang sangat tinggi dan daya pancar yang tinggi (menghasilkan cahaya dari matahari dan bintang lain). Partikel yang bermuatan dipengaruhi oleh medan magnet dan medan listrik. Sebagai contoh, dalam angin surya, partikel-partikel ini berinteraksi dengan magnetosfer bumi dan mengakibatkan arus Birkeland dan fenomena Aurora. Hidrogen ditemukan dalam keadaan atom netral di medium antarbintang. Sejumlah besar atom hidrogen netral yang ditemukan di sistem Lyman-



alpha teredam diperkirakan mendominasi rapatannya barionik alam semesta sampai dengan pergeseran merah  $z=4$ .

Dalam keadaan normal di bumi, unsur hidrogen berada dalam keadaan gas diatomik,  $H_2$ . Namun, gas hidrogen sangatlah langka di atmosfer bumi (1 ppm berdasarkan volume) oleh karena beratnya yang ringan yang menyebabkan gas hidrogen lepas dari gravitasi bumi. Walaupun demikian, hidrogen masih merupakan unsur paling melimpah di permukaan bumi ini. Kebanyakan hidrogen bumi berada dalam keadaan bersenyawa dengan unsur lain seperti hidrokarbon dan air. Gas hidrogen dihasilkan oleh beberapa jenis bakteri dan ganggang.

## **2. Fuel Cells ( Sel Bahan Bakar )**

Di zaman modern seperti sekarang ini, listrik bukanlah hal yang baru lagi bagi kita. Energi multifungsi ini sangat berperan besar dalam kehidupan. Terutama untuk manusia. Bahkan mungkin, kita tak akan bisa hidup walau sehari tanpa listrik. Sebaliknya, hal itu tidak berlaku pada zaman dulu, ketika listrik belum ditemukan. Penerangan di malam hari saja, saat itu sudah cukup dengan mengandalkan api. Beruntung, kita hidup di zaman yang canggih seperti sekarang. Segala alat, sarana, dan prasarana penunjang dan pemanjangan hidup sudah lengkap tersedia.

Tentu kita masih ingat bagaimana evolusi energi listrik terjadi hingga seperti sekarang. Salah satu tahapnya adalah penggunaan *accumulator* atau yang biasa kita

sebut sebagai accu atau aki. Alat penghasil listrik ini dulu sering kita jumpai sebagai penghidup televisi.

Seorang berkebangsaan Inggris yang bernama Sir William Robert Grove, manusia pertama pembuat alat sederhana yang belakangan disebut sebagai *fuel cell*. Seorang hakim pengadilan, penemu, dan ahli fisika lahir tanggal 11 juli 1811 di Swansea, South Wales dan meninggal di London pada tanggal 1 Agustus 1896.

Setelah menyelesaikan pendidikan privatnya, Grove masuk Brasenose College, Oxford hingga mendapatkan gelar B.A. di tahun 1832. Beliau juga belajar hukum pada Lincoln Inn.

Kariernya dalam bidang ilmu pengetahuan dimulai sejak dia membuat *voltaic battery* yang dijelaskannya pada pertemuan The British Association for the Advancement of Science di tahun 1839. *Fuel cell* yang dibuatnya terdiri atas elektrolit asam, keping platina serta tabung gas oksigen dan hidrogen, dan menggunakan prinsip reaksi balik terbentuknya air, di mana hidrogen dan oksigen akan bereaksi dalam larutan asam dan menghasilkan air dan listrik dengan arus sebesar 12 ampere dan tegangan 1,8 volt. Sel ini kemudian disebut sebagai *Grove`s Battery* atau baterai Grove atau sel Grove.

Sejak saat itu sel grove banyak digunakan. Akan tetapi, karena listrik yang dihasilkan sedikit dan tidak mencukupi lagi untuk kebutuhan listrik yang semakin besar, lambat laun sel Grove mulai tergeser. Namun, sel Grove tetap menjadi dasar acuan pengembangan *fuel cell* selanjutnya.

Temuan-temuan *fuel cell* selanjutnya bermunculan. Di tahun 1889, kata *fuel cell* pertama kali diperkenalkan oleh Ludwig Mond dan Charles Langer yang mencoba membuat *fuel cell* yang dipakai untuk industri batu bara. Walaupun sumber lain ada juga yang mengatakan bahwa kata *fuel cell* pertama kali dipakai oleh William White Jaques. Jaques juga adalah peneliti pertama yang memakai asam fosfat sebagai elektrolit.

Di tahun 1920 penelitian *fuel cell* di Jerman membuka jalan bagi pembuatan siklus karbonat dan *fuel cell* oksida padat seperti yang ada sekarang ini.

Di tahun 1932, seorang insinyur Francis T. Bacon memulai penelitian penting dalam *fuel cell*. Dulunya *fuel cell* menggunakan elektroda platina dan asam sulfat sebagai elektrolit di mana platina sangat mahal dan asam sulfat sangat korosif (membuat cepat berkarat). Di sini Bacon mengembangkan katalis platina yang sangat mahal itu dengan sel oksigen dan hidrogen yang memakai elektrolit alkali yang tidak korosif serta elektroda yang tidak mahal. Penelitiannya berlangsung hingga tahun 1959. dalam pendemonstrasian model desainnya menghasilkan 5.000 watt yang dapat menghidupkan mesin pengelas. *Fuel cell* tersebut akhirnya disebut sebagai Bacon Cell.

Seorang insinyur Allis-Chalmers *Manufacturing Company*, di bulan Oktober tahun 1959 mendemonstrasikan 20 traktor bertenaga kuda yang merupakan mesin pertama menggunakan *fuel cell*.

Sebuah produsen alat elektronik terkenal di Amerika, selama tahun 1960-an memproduksi tenaga listrik berbasis fuel cell untuk NASA sebagai tenaga pesawat ruang angkasanya yaitu Gemini dan Apollo. Sistem *fuel cell* yang dipakai dalam alat ini berdasar pada sel Bacon. Sampai sekarang, tenaga yang dipakai dalam pesawat ruang angkasa tetap memakai *fuel cell* karena dengan *fuel cell* energi yang dipakai tidak terlalu ribet seperti baterai atau tenaga nuklir yang cukup riskan. Dalam hal penelitian teknologi fuel cell, NASA telah mendanai lebih dari 200 riset.

Bus yang memakai teknologi *fuel cell* pertama kali diluncurkan pada tahun 1993 dan untuk mobil biasa di Eropa dan Amerika kini telah banyak dipakai. Sejumlah produsen mobil mewah dan produsen mobil kelas menengah juga mulai mengembangkan mobil yang memakai *fuel cell* ini, sejak tahun 1997.

Sejak saat itu bermunculan temuan-temuan yang lebih mutakhir tentang mobil yang bertenaga *fuel cell* ini. Promosi yang dilakukan besar-besaran dengan mengedepankan ramah dan amannya emisi yang dihasilkan kendaraan sehingga lingkungan yang bebas polusi dan takkan mengganggu lingkungan, kemudian juga dapat diperbaruinya bahan bakar yang akhirnya mengurangi pemakaian BBM. Ditambah lagi bermunculannya tempat-tempat penjualan bahan bakar ini, seperti adanya pom-pom hidrogen.

Tak hanya itu, teknologi *fuel cell* yang ditemukan juga menjadi bervariasi, seperti ditemukannya *fuel cell* yang lebih efisien dalam menghasilkan gas hidrogen hingga jumlahnya semakin berlipat. Teknologi ini bahkan melibatkan proses fermentasi oleh mikroba yang sebelumnya sangat mustahil sekali di dalam produksi bahan bakar.

Teknologi ini berkembang sejak tahun 2.000 yang kita kenal sebagai MFC atau *Microbial Fuel Cell*. MFC ini selain menghasilkan hidrogen yang banyak hingga 4 kali lipat dari *fuel cell* biasa, substrat yang dipakai mikroba dalam berfermentasi adalah limbah rumah tangga, industri ataupun limbah pertanian yang tidak terpakai sehingga selain yang dihasilkan adalah gas hidrogen juga didapatnya produk akhir berupa air bersih yang tentu saja dapat dipakai untuk berbagai macam kebutuhan.

Dan jelas hal ini bisa mengurangi sejumlah dana yang dipakai untuk pembersihan air limbah. Walaupun memang MFC ini belum dapat dipakai di dalam menghidupkan mobil seperti *fuel cell* sebelumnya, sejumlah pakar peneliti merasa optimistis hal itu dapat terwujud karena penelitian ke arah itu sedang dalam pengembangan

### **3. Hidrogen Sebagai Sel Bahan Bakar (*Hydrogen Fuel cells*) : Sumber Energi Masa Depan**

Wikipedia (2006) menyatakan laju pertumbuhan penggunaan hidrogen di dunia saat ini adalah 10% per tahun dan terus meningkat. Untuk tahun 2004, produksi hidrogen dunia mencapai 50 juta metrik ton (*million metric tons*-MMT) atau setara dengan 170 juta ton minyak bumi. Diharapkan pada tahun 2010 sampai 2020, laju penggunaan hidrogen bisa menjadi dua kali lipat dari laju penggunaan saat ini. Industri di USA sendiri telah menghasilkan 11 juta metrik ton hidrogen per tahun dan nilai ini setara dengan energi termal sebesar 48 GW. Jumlah hidrogen tersebut dihasilkan dengan proses *reforming* gas alam (5% dari total kebutuhan gas alam nasional) dan melepaskan 77 juta ton CO<sub>2</sub> per tahun (*World Nuclear Association*, August 2007). Diperlukan metode baru untuk menghasilkan hidrogen tanpa melepaskan CO<sub>2</sub> ke atmosfer.

Hidrogen bukanlah sumber energi (*energy source*) melainkan pembawa energi (*energy carrier*), artinya hidrogen tidak tersedia bebas di alam atau dapat ditambang layaknya sumber energi fosil. Hidrogen harus diproduksi. Produksi hidrogen dari H<sub>2</sub>O merupakan cara utama untuk mendapatkan hidrogen dalam skala besar, tingkat kemurnian yang tinggi dan tidak melepaskan CO<sub>2</sub>. Kendala utama metode elektrolisis H<sub>2</sub>O konvensional saat ini adalah efisiensi total yang rendah (~30%), umur operasional *electrolyzer* yang pendek dan jenis material yang ada di pasaran masih sangat mahal. Kendala-kendala tersebut membuat hidrogen belum cukup ekonomis untuk dapat bersaing dengan bahan bakar konvensional saat ini.

## Kegunaan *Hydrogen Fuel Cells*

### Transportasi

- Digunakan untuk bis di Los angeles, Chicago, Vancouver dan Jerman
- Prototipe hampir semua perusahaan otomotif di U.S dan pasar global

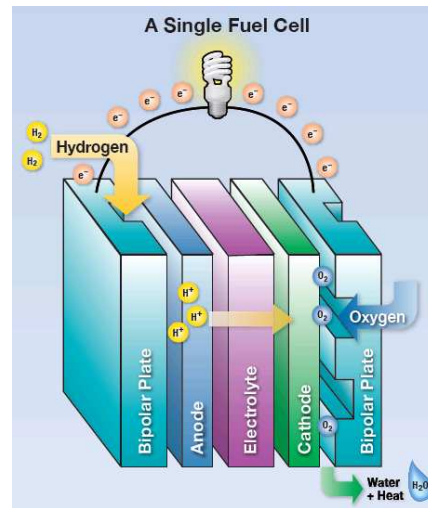
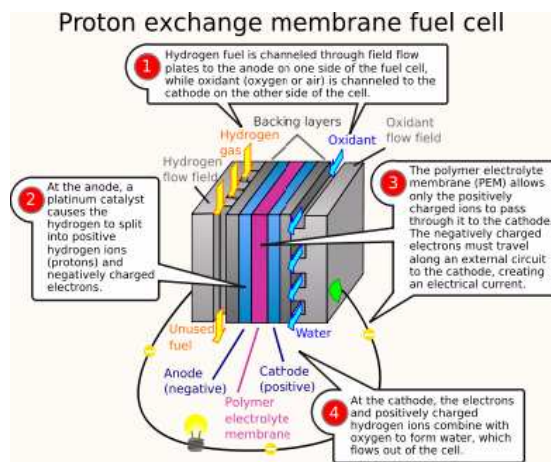
### Pembangkit Tenaga

- Digunakan di perumahan dan perkantoran
- Digunakan dalam aplikasi kendaraan militer



**Gambar.1. A Fuel Cell Transportation unit**

Kinerja *Hydrogen Fuel Cell* serupa seperti aki (accu), hanya saja reaksi kimia penghasil tenaga listrik ini menggunakan hidrogen dan oksigen yg bereaksi dan mengalir seperti aliran bahan bakar melalui sebuah motor bakar. Namun tidak ada pembakaran dalam proses pembangkit listrik ini. Dengan demikian limbah dari proses ini hanyalah air murni yang aman untuk dibuang.



**Gambar.2 Bagan Kinerja 'Hydrogen Fuel Cells'**

Secara sederhana proses dapat dilihat pada Gambar.1 diatas :

- Hidrogen (yang ditampung dalam sebuah tabung khusus) dialirkan melewati anoda, dan oksigen/udara dialirkan pada katoda
- Pada anoda dengan bantuan katalis platina Pt hidrogen dipecah menjadi bermuatan positif (ion/proton), dan negatif (elektron)
- Membran di tengah-tengah anoda-katoda kemudian hanya berfungsi mengalirkan proton menyebrang ke katoda
- Proton yang tiba di katoda bereaksi dengan udara dan menghasilkan air
- Tumpukan elektron di anoda akan menjadi energi listrik searah yang dapat menyalakan lampu.

Namun ada hal yang sangat penting yang harus dimengerti mengenai hidrogen *fuel cell* ini bahwa tidak ada sumber hidrogen di alam. Berikut beberapa metode dan pembahasan dalam proses menghasilkan hidrogen:



Steam reforming:



*Steam reforming* melibatkan proses pembakaran gas alam untuk memperoleh hidrogen. Hidrogen dapat dihasilkan oleh pabrik yang energi utamanya masih menggunakan bahan bakar fosil (minyak, gas ataupun batubara) . Akan tetapi CO<sub>2</sub> hasil pembakaran di industri penyedia hidrogen *fuel cell* seperti di beberapa pabrik di Amerika Serikat dan Uni-Eropa memanfaatkan *reservoir* bawah tanah dengan menginjeksikan CO<sub>2</sub> kedalam pori-pori batuan. *Handling* CO<sub>2</sub> ini dianggap lebih ramah lingkungan dibandingkan pembakaran pada mesin transportasi yang dibuang bebas di udara.

Dengan demikian *hydrogen fuel cell* dianggap sebagai salah satu cara untuk mempermudah mengelola CO<sub>2</sub> akibat proses pembakaran bahan bakar fosil (minyak, gas dan batubara). Sehingga yang harus diperhatikan adalah dimana terdapat pabrik penghasil hidrogen ini, maka disana terdapat penanganan CO<sub>2</sub> hasil pembakaran. Apabila terjadi kebocoran *reservoir*, maka akan sama dampaknya dengan melepas limbah CO<sub>2</sub> di alam bebas. Disinilah risiko penggunaan hidrogen dalam aspek lingkungan. Harus selalu diingat bahwa hidrogen tetap hanya berfungsi sebagai “distributor energi” (*energy carrier*) seperti energi listrik yg ditransmisikan melalui kabel.

*Combustible fuel engine (carbon based)* yang dianggap efisien, rata-rata memiliki efisiensi dibawah 40%. Banyak sekali panas yang hilang ketika merubah energi kimia (*fuel*) menjadi energi gerak. Sehingga efisiensi energi didalam *combustible fuel*

*engine* (motor bakar) sangat rendah. Ketika dipakai untuk menghasilkan listrik fuel (BBM) akan sangat banyak yg dipakai.

*Fuel Cell* memiliki efisiensi yang cukup tinggi hingga mencapai angka diatas 70%. Nah, kalau saja kita dapat menghasilkan gas hidrogen, barulah dengan *fuel cell* akan diperoleh efisiensi energi yg lebih baik.

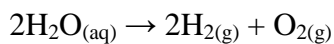
Untuk saat ini proses pembuatan hidrogen dari minyak bumi (energi fosil) hingga diperoleh listrik oleh *fuel cell* masih memerlukan biaya yang sangat mahal, dan juga masih menisakan emisi karbon saat memproduksi "*hydrogen fuel*" ini. Sehingga usaha untuk menghemat energi ini masih memerlukan biaya tambahan.

*Carbon Monoxide (Water Shift Gas Reaction):*

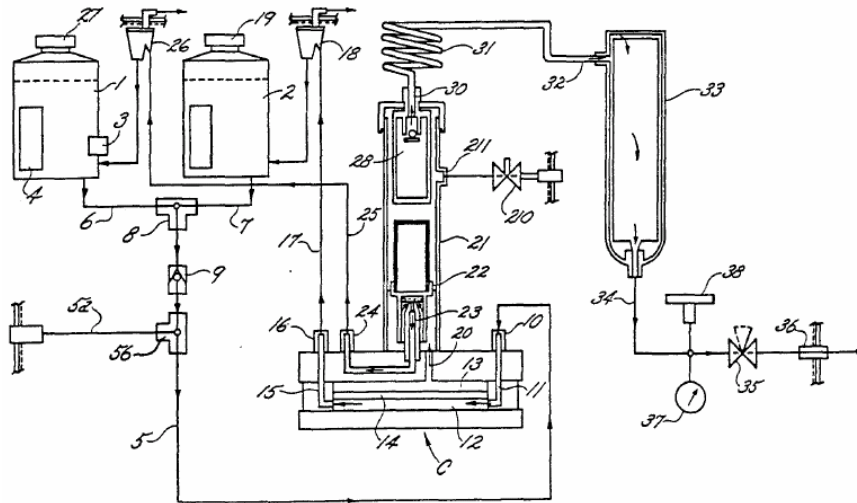


Pada proses ini, oksigen dari molekul air *distripping* (dilucuti) dan kemudian di ikat membentuk molekul karbondioksida, dan membebaskan hydrogen.

*Elektrolisis Air:*



Hidrogen dapat diperoleh dari proses hidrolisis dari air. Namun, karena energi listrik dibutuhkan selama berlangsungnya proses, sangat sedikit hidrogen yang diproduksi menggunakan metode ini yaitu hanya sekitar 4 %.



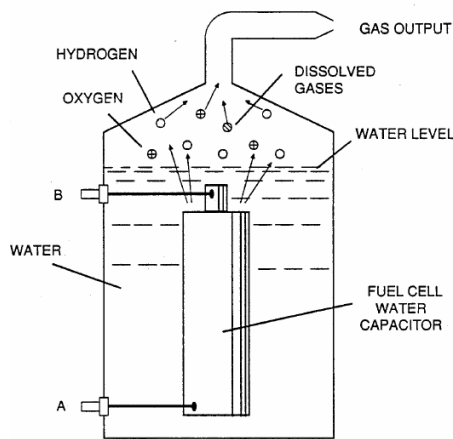
**Gambar.3. Sel Elektrolisis Generator Hidrogen ( U.S.Patent. 5037518, Stuart A Young,et al )**

Bahan bakar dari air sebetulnya bukan merupakan sesuatu yang baru. Seorang berkebangsaan Swiss, Isaac De Rivaz (1752-1828), di Tahun 1805 pernah merancang dan membuat mesin pembakaran internal (*internal combustion engine*) yang didapat dari proses penguraian (elektrolisa) air. Memang mesin tersebut tidak sempurna. Namun demikian, pada saat itu di mana bahan bakar fosil belum ditemukan merupakan suatu lompatan teknologi yang luar biasa.

Mulai dari sinilah evolusi mengenai berbagai temuan tentang pemanfaatan air untuk menjadi bahan bakar berkembang sampai pada penemuan Profesor Yull Brown dari Sydney, Australia, di tahun 1974. Profesor Brown berhasil menemukan campuran sempurna gas hidrogen dan oksigen yang didapatinya melalui suatu proses elektrolisa air (hidrolisa) yang tidak membutuhkan energi listrik terlalu besar, bahkan menghasilkan daya ledakan yang cukup besar yang dapat dimanfaatkan dalam mesin

bakar. Profesor Brown kemudian menamakan campuran gas yang eksplosif tadi sebagai gas Brown (Brown Gas).

Temuan gas Brown ini dimanfaatkan lebih jauh kemudian di dekade 90an, oleh penemu dari Ohio Amerika Serikat bernama Stanley Meyer. Meyer berhasil membuat mobil VW buggy dengan menggunakan bahan bakar 100% dari air.



**Gambar.4. Fuel Cell Circuit ( U.S.Patent. 4936961, Stanley A Meyer )**

Air dalam keadaan alami banyak sekali ragam fasanya. Yang jelas air secara alami dalam bentuk apa pun tidak dapat dibakar. Hidrogen atau gas Brown yang didapat dari penguraian air lah yang sebetulnya dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar. Apalagi gas Brown merupakan campuran dari hidrogen yang eksplosif dan oksigen yang sangat dibutuhkan dalam setiap proses pembakaran. Jadi sebetulnya terdapat dua proses untuk memanfaatkan air sebagai bahan bakar. Yang pertama tentunya proses penguraian air menjadi gas Brown. Kemudian yang kedua adalah pembakaran gas Brown itu sendiri yang menghasilkan energi. Selain dari energi, hasil pembakaran

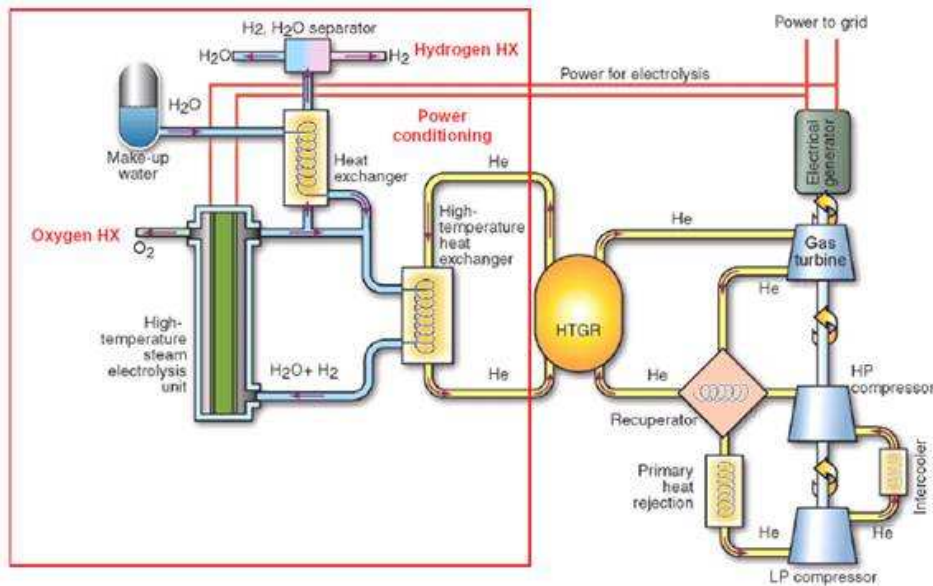
gas Brown juga menghasilkan uap air dan tidak memproduksi gas-gas polutan berbasis karbon.

Yang selalu menjadi dilema adalah energi yang diperlukan untuk menjalankan proses pertama dan energi yang dihasilkan oleh proses tahap kedua. Jika kemudian energi yang dibutuhkan untuk menjalankan proses yang pertama lebih besar dari yang dihasilkan di tahap kedua, maka sama sekali tidak terjadi energi tambahan. Yang ada tentunya adalah energi yang hilang (*energy loss*). Jika, demikian tidak ada maknanya menjalankan kedua proses tersebut. Namun, sangat dapat dibuktikan secara ilmiah bahwa gas Brown menghasilkan energi yang besar dalam proses pembakarannya. Selain daripada dengan cara yang tepat energi yang dibutuhkan adalah sangat kecil untuk memproduksi gas Brown dari penguraian air. Sampai dewasa ini, berbagai perdebatan dan perbedaan pendapat masih tetap mewarnai seputar eksploitasi gas Brown ini. Yang pro sangat yakin dengan manfaat dan penggunaannya. Sedangkan yang kontra sangat menentang dan mengklaim bahwa pemakaian gas Brown ini hanya untuk tipuan belaka. Yang jelas Stanley Meyer telah berhasil mengeksploitasi gas Brown dari penguraian air untuk bisa menjalankan kendaraan VW buggy-nya.

Bahkan belakangan ini perusahaan dari Jepang bernama Genepax, memperkenalkan mobil kecil ciptaannya yang berbahan bakar air, yang dapat dipacu dengan kecepatan 60-70 km/jam. Sungguh mengagumkan. Dengan harga minyak bumi yang tinggi dan ancaman krisis finansial global, energi akan menjadi suatu sektor yang sangat penting dan sensitif. Sudah sepatutnya pemerintah segera mengerahkan para cendekiawannya

untuk melakukan penelitian yang serius dengan energi alternatif, termasuk bahan bakar dari air.

Produksi hidrogen dengan elektrolisis  $H_2O$  suhu tinggi (*High Temperature Electrolysis*) merupakan metode yang baru dan sedang dalam proses pengembangan. Metode ini dilakukan guna meningkatkan efisiensi elektrolisis  $H_2O$ . Ketika suhu elektrolisis  $H_2O$  sekitar  $900\text{ }^\circ\text{C}$ , maka efisiensi total produksi hidrogen bisa mencapai 55%.

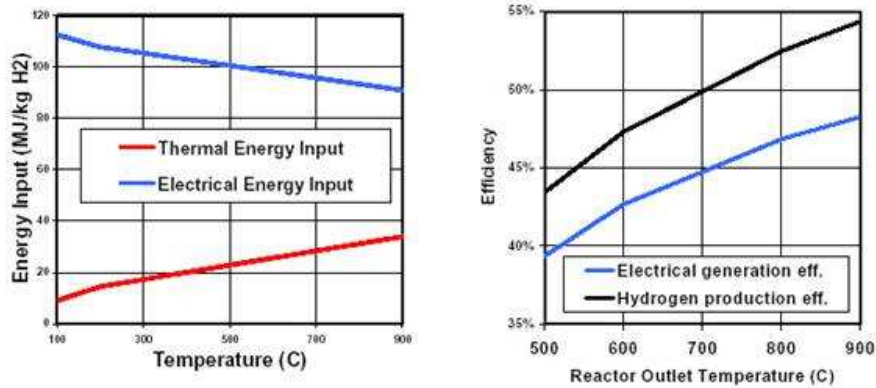


**Gambar.5. High Temperature Electrolysis**

Herring (2004) telah melakukan penelitian *High Temperature Electrolysis* (HTE) dengan menggunakan *solid oxide electrolyzer* dengan elektrolit jenis *yttria-stabilized zirconia* dan reaktor nuklir jenis HTGR (*Helium Turbine Gas Reactor*).

Hasil penelitian ini memperlihatkan semakin besar energi panas yang dapat digunakan untuk proses HTE maka kebutuhan energi listrik dapat dikurangi. Selain

itu, semakin besar suhu yang mampu dihasilkan reaktor nuklir maka akan meningkatkan efisiensi proses HTE.



Gambar.6. Berbagai Pengaruh Pada *High Temperature Electrolysis*

#### Penelitian terkait:

Para peneliti di Ohio State University telah menemukan cara memproduksi hidrogen dengan memanfaatkan cangkang telur. Cangkang telur digunakan untuk menyerap karbon dioksida dari sebuah reaksi yang menghasilkan bahan bakar hidrogen. Proses ini juga menghasilkan membran yang mengandung kolagen dari bagian dalam cangkang. Kolagen ini nantinya bisa dikomersilkan. L.S. Fan, professor kimia dan biomolekuler dari Universitas Ohio, mengungkapkan bahwa dirinya bersama mahasiswa doktoralnya, Mahesh Iyer, memperoleh gagasan tersebut ketika sedang mencoba mengembangkan metode produksi hidrogen yang disebut reaksi pemisahan air-gas. Dengan metode ini bahan bakar fosil seperti batu bara digasifikasi sehingga menghasilkan gas karbon monoksida, yang kemudian dicampurkan dengan air untuk menghasilkan karbon dioksida dan hidrogen.

”Kunci untuk menghasilkan hidrogen murni adalah dengan memisahkan karbon dioksida,” tutur Fan. “Dalam rangka membuatnya sangat ekonomis, kita membutuhkan cara berpikir baru, sebuah skema proses baru.”

Hal itu menuntun mereka ke cangkang telur, yang paling banyak mengandung kalsium karbonat -salah satu material yang paling “*absorbent*”. Ini adalah kandungan yang umum terdapat dalam suplemen kalsium dan antasida. Dengan proses pemanasan, kalsium karbonat menjadi kalsium oksida, yang kemudian akan menyerap gas-gas asam, seperti karbon dioksida.

Dalam laboratorium, Fan dan koleganya mendemonstrasikan bahwa cangkang telur yang digiling bisa digunakan pada reaksi pemisahan air-gas. Menurut Fan, kalsium karbonat (kandungan utama telur) menangkap 78 persen dari seluruh berat karbon dioksida. Itu berarti bahwa dari jumlah karbon dioksida dan cangkang telur yang sama, cangkang akan menyerap 78 persen karbon dioksida. Ini menjadikannya penyerap karbon dioksida paling efektif yang pernah diuji.

Para pakar energi yakin bahwa hidrogen akan menjadi sumber listrik penting di masa depan, terutama dalam bentuk *fuel cell*. Namun terlebih dulu para peneliti harus mengembangkan cara yang murah untuk menghasilkan hidrogen dalam jumlah yang banyak -dan itu berarti mencari cara untuk memecahkan masalah dengan produk sampingan reaksi kimia yang menghasilkan gas.



### **III.PENUTUP**

Keuntungan energi hidrogen antara lain bebas polusi (emisi yang dihasilkan hanya air), tidak berisik, beroperasi pada efisiensi yang lebih tinggi daripada mesin pembakaran internal ketika bahan bakar mulai dikonversi menjadi listrik. Sedangkan kerugian energi hidrogen dimana saat ini harganya lebih mahal daripada sumber energi yang lain, infrastruktur yang ada saat ini belum dibuat untuk mengakomodasi bahan bakar hidrogen, proses ekstraksi hidrogen membutuhkan bahan bakar fosil sehingga menyebabkan polusi, dan hidrogen sulit dalam penyimpanan dan distribusi.

Hidrogen sangat potensial sebagai energi bahan bakar yang mendukung penciptaan lingkungan yang bersih dan juga mengurangi ketergantungan mengimport sumber energi. Sebelum energi memainkan peranan yang besar dan menjadi alternatif banyak fasilitas dan sistem yang harus dipersiapkan, seperti fasilitas untuk memproduksi hidrogen, penyimpanan dan pemindahannya. Konsumen akan membutuhkan bahan bakar yang ekonomis, teknologi dan pengetahuan dalam penggunaan bahan bakar ini secara aman.

Perlu diperhatikan bahwa *fuel cell (hydrogen fuel)* ini sendiri sangat ramah lingkungan, namun dalam memproduksi bahan bakar masih harus banyak yang diperhatikan. Secara keseluruhan sangat mungkin terjadi penghematan energi. Walaupun sisi ramah lingkungannya masih hanya di sisi pemanfaatan, bukan pembuatan *fuel hydrogen*.

Dalam dekade mendatang dengan harga minyak yang melangit serta kesadaran efisiensi energi, maka teknologi hidrogen (*fuel cell*) akan menjadi sangat penting.

Dengan hidrogen kita akan mencapai visi dalam penciptaan keamanan, kebersihan, sumber energi yang melimpah serta menghasilkan sumber energi masa depan!!!

## DAFTAR PUSTAKA

Herring S., 2004, *High Temperature Electrolysis*, Idaho National Engineering and Environmental Laboratory, Gaithersburg

Hidayatulloh, DR. Poempida. Bahan Bakar Air

<http://id.wikipedia.org/wiki/Hidrogen>

<http://kamase.org/2007/09/04/mempersiapkan-si-energi-bersih-hidrogen/>

[http://neri.inel.gov/universities\\_workshop/proceedings/pdfs/electrolysis.pdf](http://neri.inel.gov/universities_workshop/proceedings/pdfs/electrolysis.pdf)

<http://newspaper.pikiran-rakyat.com/prprint.php?mib=beritadetail&id=34588>

[http://www.energiterbarukan.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=76  
&Itemid=80](http://www.energiterbarukan.net/index.php?option=com_content&task=view&id=76&Itemid=80)

Meyer, Stanley A. 1990. Method For The Production of a Fuel Gas. United States Patent, Patent Number 4936961

Young, Stuart A. 1991. *Apparatus and Method For Generating Hydrogen and Oxygen By Electrolytic Dissociation of Water*. United States Patent, Patent Number 5037518