

**MANFAAT GAS HIDROGEN DAN SENYAWANYA
(BENEFITS OF HYDROGEN GAS AND ITS COMPOUNDS)**

Miranda Putri Anggiani Sitorus¹, Putri Mardiah Dongoran², Finisman Widodo Hura³
mirandasitorusputri@gmail.com¹, pmardiah4@gmail.com², finismanwidodohura@gmail.com³
Universitas Negeri Medan

Abstract

Hydrogen gas is the lightest element and the simplest chemical element with one proton and one electron. Hydrogen gas was chosen as fuel because hydrogen gas does not produce CO_x emissions like hydrocarbon fuels in general. Final energy requirements per type are still dominated by fuel energy use. The transportation sector is the largest energy user among other sectors. Almost the majority of the energy used in the transportation sector uses fuel. Therefore, it is necessary to substitute fuel for hydrogen energy as an alternative energy for the transportation sector. The large potential of solar energy and wind energy in Indonesia and the development of increasingly efficient and cheap technology mean that hydrogen production can be carried out using the electrolysis method which is easy to implement and cheap to produce for the future. Large-scale hydrogen production using water electrolysis requires a large supply of water. Therefore, the potential for sea water in Indonesia can be used as a substitute raw material for fresh water. The use of hydrogen with fuel cells can be used as a source of electrical energy for modes of transportation such as electric cars and electric motorbikes which are currently starting to develop.

Keyword: *Hydrogen, Hydrogen Gas, Solar Electrolytic Energy, Energy.*

Abstrak

Gas hidrogen merupakan unsur teringan dan unsur kimia yang paling sederhana dengan satu proton dan satu elektron. Gas hidrogen dipilih sebagai bahan bakar dikarenakan gas hidrogen tidak menghasilkan emisi CO_x seperti bahan bakar hidrokarbon umumnya. Kebutuhan energi final per jenis masih didominasi oleh penggunaan energi BBM. Sektor transportasi merupakan pengguna energi terbesar diantara sektor-sektor lainnya. Energi yang digunakan pada sektor transportasi hamper mayoritas menggunakan BBM. Oleh karena itu perlu dilakukan substitusi BBM ke energi hidrogen sebagai energi alternatif untuk sektor transportasi. Besarnya potensi energi surya dan energi angin di Indonesia serta perkembangan teknologinya yang semakin efisien dan murah maka produksi hidrogen dapat dilakukan menggunakan metode elektrolisis yang mudah diterapkan dan murah untuk diproduksi untuk masa depan. Produksi Hidrogen skala besar menggunakan Elektrolisis air membutuhkan banyak suplai air. Oleh karena itu potensi air laut di Indonesia dapat digunakan sebagai bahan baku substitusi air tawar. Pemanfaatan Hidrogen dengan fuel cell dapat digunakan sebagai sumber energi listrik untuk moda transportasi seperti mobil listrik dan sepeda motor listrik yang saat ini mulai berkembang.

Kata Kunci: Hidrogen, Gas Hidrogen, Energi Surya Elektrolit, Energi.

PENDAHULUAN

Hidrogen adalah unsur yang terdapat dialam yang kelimpahan terbesar, tetapi hanya sedikit tertinggal di bumi. Dari analisis spectrum sinar yang dipancarkan oleh bintang, disimpulkan bahwa bintang terutama terdiri dari hidrogen. Hidrogen sangat reaktif sehingga di bumi hidrogen terdapat sebagai senyawa air mengandung hidrogen sebanyak 11,1% berat (11,1%), hidrokarbon misalnya gas alam 25%, minyak bumi 14% dan karbohidrat, misalnya patih 6%. Hidrogen dapat digunakan sebagai bahan bakar sebab dapat terbakar dalam oksigen membentuk air dan menghasilkan energy dan bersama oksigen dapat digunakan dalam sel bahan bakar menghasilkan energi listrik (Putra, 2010).

Gas hidrogen merupakan unsur teringan dan unsur kimia yang paling sederhana dengan satu proton dan satu elektron. Gas hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, bersifat nonlogam, bervalensi tunggal dan merupakan gas yang sangat mudah terbakar. Hidrogen merupakan energi

alternatif yang mempunyai prospek dalam industri otomotif, misalnya digunakan sebagai bahan bakar. Hidrogen merupakan bahan bakar ramah lingkungan, dimana energi yang dihasilkan sangat bersih karena hanya menghasilkan air sebagai emisi selama berlangsungnya proses. Selain itu, hidrogen juga banyak dimanfaatkan dalam produksi methanol, katalis hydrocrecking, dan sulfurisasi hidrogen (Nainggolan, dkk, 2020).

Gas hidrogen adalah gas yang mudah dibakar, jika dipakai untuk pembakaran sepeda motor, oktan yang dihasilkan lebih tinggi dari pada oktan yang dihasilkan oleh pertamax dan bensin. Sedangkan gas oksigen adalah gas yang membantu pembakaran. Api akan hidup jika berada di dalam ruangan yang memiliki oksigen. Demikian peristiwa sebaliknya bahwa api tidak akan bisa hidup jika berada diruangan hampa. (Putra, 2010).

Keuntungan jika gas hidrogen digunakan sebagai bahan bakar adalah suatu cuplikan hidrogen jika dibakar akan menghasilkan energi sebanyak kira-kira tiga kali energi yang dihasilkan bensin dengan berat yang sama, dalam mesin kendaraan bermotor hidrogen akan terbakar lebih efisien jika dibandingkan dengan bahan bakar lain dan embakaran hidrogen kurang menghasilkan polusi (Putera, 2010).

Banyak sekali pemanfaatan gas hidrogen untuk masa depan, selain digunakan sebagai bahan bakar kendaraan juga dapat dijadikan sumber pembangkit listrik. Hal ini dapat terjadi karena gas hidrogen mudah meledak, hasil ledakan hidrogen inilah yang kemudian dapat dijadikan penggerak turbin sehingga dapat memutar generator dan kemudian menjadi energi listrik. Dan masih banyak lagi manfaat-manfaat lainnya dari gas hidrogen. (Putra, 2010).

Pemanfaatan Hidrogen dengan fuel cell dapat digunakan sebagai sumber energi listrik untuk moda transportasi seperti mobil listrik dan sepeda motor listrik yang saat ini mulai berkembang. Beberapa proses untuk memproduksi gas hidrogen itu salah satu caranya yaitu menggunakan proses elektrolisis air. Pada proses ini air diuraikan menjadi hidrogen dan oksigen dengan menggunakan listrik searah (DC). Proses yang terjadi pada elektrolisis yaitu, Air (H_2O) dipisahkan ke dalam molekul diatomik hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2). Hidrogen ini yang digunakan sebagai bahan bakar substitusi untuk moda transportasi energi hidrogen. Sektor transportasi merupakan pengguna energi terbesar diantara sektor-sektor lainnya. Energi yang digunakan pada sektor transportasi hamper mayoritas menggunakan BBM. Oleh karena itu perlu dilakukan substitusi BBM ke energi hidrogen sebagai energi alternatif untuk sektor transportasi (Hasan & Widayat 2022).

METODELOGI

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah metode studi literatur review yaitu dengan mengumpulkan, membandingkan dan menyimpulkan data dari sebagai sumber literatur seperti Google dan Google scholars.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengertian Gas Hidrogen

Hidrogen adalah unsur kimia terkecil karena hanya terdiri dari satu proton dalam intinya. Simbol hidrogen adalah H, dan nomor atom hidrogen adalah 1. Memiliki berat atom rata-rata 1,0079 amu, sehingga menjadikannya gas paling ringan diantara gas lainnya. Hidrogen memiliki titik leleh $-259,14^{\circ}C$ dan titik didih $-252,87^{\circ}C$. Hidrogen memiliki kepadatan 0,08988 g/L, sehingga kurang padat daripada udara. Gas hidrogen (H_2) sangat mudah terbakar dan akan terbakar di udara pada rentang yang sangat luas dari konsentrasi antara volume 4 persen dan 75 persen. Entalpi pembakaran hidrogen adalah - 286 kJ/mol, dan dijelaskan oleh persamaan:

Gas hidrogen juga dapat meledak dalam campuran klorin (5-95 persen). Campuran ini dapat meledak dalam menanggapi percikan, panas, atau bahkan sinar matahari. Titik nyala hidrogen (suhu dimana pembakaran spontan akan terjadi) adalah $500^{\circ}C$. Api murni hidrogen-oksigen memancarkan cahaya ultraviolet dan tidak terlihat dengan mata telanjang. Dengan demikian,

deteksi dari kebocoran hidrogen yang terbakar berbahaya dan membutuhkan detektor api. Karena hidrogen mengapung di udara api hidrogen cepat hilang dan tidak menyebabkan kerusakan yang lebih parah dari kebakaran hidrokarbon.

2. Sifat-Sifat Gas Hidrogen

Hidrogen mempunyai sifat-sifat yang membedakan unsur hidrogen dengan unsur lainnya. Sifat hidrogen yang paling menarik yaitu hidrogen mempunyai sifat mudah terbakar. Keunikan hidrogen lainnya adalah hidrogen merupakan satu-satunya unsur yang memiliki tiga isotop alami yaitu Protium ($1H$), Deuterium ($2H$), Tritium ($3H$). Hidrogen memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari. Manfaat hidrogen ditemukan dalam berbagai bidang. Dalam kimia organik, hidrogen dipakai sebagai pesintesis senyawa-senyawa organik seperti senyawa aldehyd. Dalam bidang industri, hidrogen banyak digunakan seperti pembuatan bahan bakar fosil, pupuk, meningkatkan kejenuhan minyak, pemurnian minyak bumi, pembuatan metanol, sebagai sel bahan bakar serta berperan dalam proses hidredealkilasi, hidrodessulfurasi, hidrocracking. Dalam bidang fisika dan teknik, hidrogen digunakan sebagai sheilding gas dan zat pendingin rotor.

3. Pemanfaatan Hidrogen

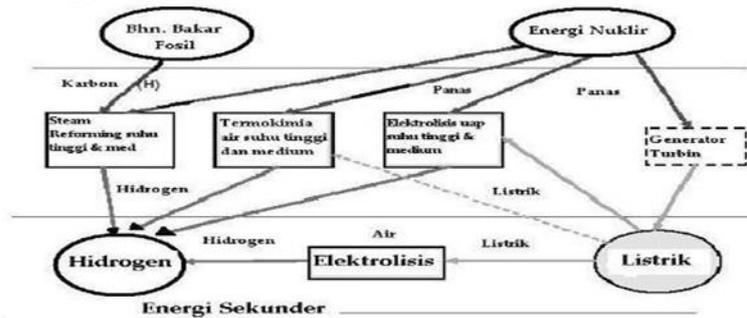
Hidrogen merupakan unsur paling melimpah di alam semesta, yang ditemukan di banyak senyawa kimia, tetapi sebagai gas, hidrogen jarang terjadi secara alami. Produksi hidrogen yang dilakukan dalam skala besar memiliki potensi untuk memainkan peranan penting dalam mengatasi perubahan iklim. Memproduksi hidrogen dengan metode rendah karbon berpotensi mengurangi emisi yang dihasilkan oleh karbon dioksida. Produksi hidrogen memainkan peran kunci dalam masyarakat industri mana pun, karena hydrogen diperlukan untuk banyak proses kimia.

Hidrogen dapat digunakan pada banyak aplikasi energi seperti pemanas, transportasi, industri dan pembangkit listrik. Selain itu, hydrogen juga berpotensi sebagai perantara energi karena produksinya dapat menggunakan listrik atau panas, atau keduanya. Saat ini upaya penelitian dan pengembangan di bidang ini terus dilakukan seperti sistem modular, konsep terukur untuk sistem produksi hidrogen yang dapat dikirim, pengiriman dan penyimpanan hidrogen, dan pencairan.

4. Teknologi Produksi Hidrogen dengan Energi Nuklir

Hidrogen merupakan unsur yang banyak terdapat di alam, namun tidak dalam bentuk gas melainkan dalam bentuk senyawa, seperti dalam batubara, gas alam dan air. Produksi gas hidrogen dari senyawa tersebut diperlukan energi untuk memutuskan ikatan kimia. Energi nuklir merupakan energi yang sangat ideal untuk produksi hidrogen sebab energi tersebut tidak mengemisikan gas CO_2 . Sejumlah besar hidrogen diperlukan dalam industri petrokimia (hidredealkilasi, hidrodessulfurisasi, hidrocracking) dan kimia (amoniak, asam klorida). Hidrogen juga digunakan sebagai bahan hidrogenasi, terutama dalam peningkatan kejenuhan dalam lemak tak jenuh, minyak nabati dan dalam produksi metanol.

Saat ini, hidrogen juga digunakan sebagai fuel-cell untuk kendaraan. Teknologi produksi hidrogen dengan memanfaatkan energi nuklir, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, mempunyai beberapa keuntungan, yaitu meningkatkan efisiensi (pada proses elektrolisis) dan mengurangi polusi, jika dibanding produksi hidrogen secara konvensional. Beberapa proses produksi hidrogen yang sedang dikembangkan dengan memanfaatkan energi nuklir, yaitu elektrolisis, steam reforming dan termokimia siklus sulfur-iodine. Dalam setiap proses tersebut terdapat input (umpan dan energi) dan output (bahan kimia yang diinginkan dan kehilangan energi).



Gambar 1. Skema produksi hidrogen dengan energi nuklir^[5]

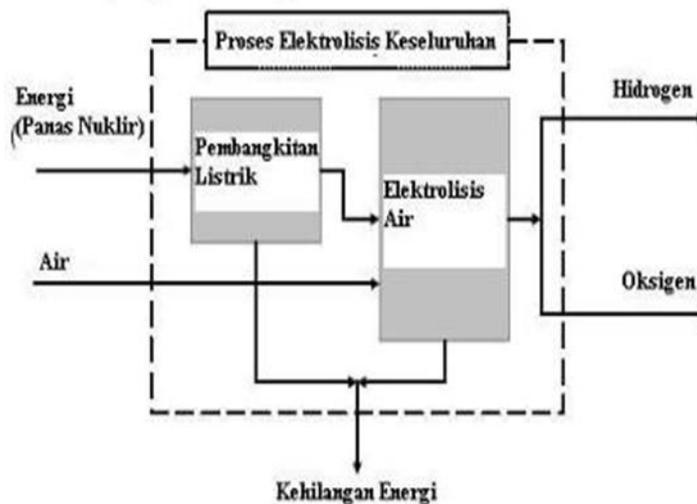
Gambar 1 Skema produksi hidrogen dengan energi nuklir

1) Elektrolisis

Elektrolisis adalah proses pemisahan molekul air menggunakan listrik dan merupakan metode yang paling umum untuk produksi hidrogen. Listrik dialirkan melalui suatu sel dengan dua elektroda yang mengandung larutan elektrolit KOH. Elektrolisis air adalah proses pemisahan molekul air menggunakan arus listrik, metode ini telah banyak dikenal untuk proses produksi hidrogen. Metode ini dapat dipertimbangkan sebagai metode produksi gas hidrogen dengan energi nuklir karena dapat dikombinasikan antara proses elektrolisis air dengan pembangkit listrik tenaga nuklir dalam satu kesatuan sistem. Diagram alir proses elektrolisis dapat dilihat pada Gambar 2. Reaksi dasar dari proses elektrolisis adalah sebagai berikut:



Elektroda yang berupa katoda dan anoda ditempatkan dalam larutan KOH sehingga terjadi perpindahan elektron. Hidrogen akan terbentuk pada katoda dan oksigen akan terbentuk pada anoda. Dekomposisi air terjadi pada suhu 25°C dan tekanan atmosfer pada tegangan 1,23 Volts. Elektrolisis menggunakan listrik, maka efisiensi termal keseluruhan dari proses meliputi efisiensi PLTN dan efisiensi elektrolisis itu sendiri. Efisiensi proses elektrolisis pada umumnya sekitar 80%, tetapi efisiensi PLTN hanya sekitar 34%. Kisaran efisiensi termal yang memungkinkan untuk elektrolisis adalah 25- 45%.



Gambar 2. Diagram alir proses elektrolisis^[6]

Gambar 2 Diagram alir proses elektrolisis

Saat ini sedang dikembangkan elektrolisis, untuk dioperasikan pada suhu tinggi (700-900°C), menggantikan beberapa inputan listrik dengan energi termal. Energi panas lebih murah dari pada energi listrik, maka biaya produksi H₂ dengan metode ini diharapkan dapat lebih murah dari pada elektrolisis konvensional. Namun dalam tahap awal pengembangan, teknologi

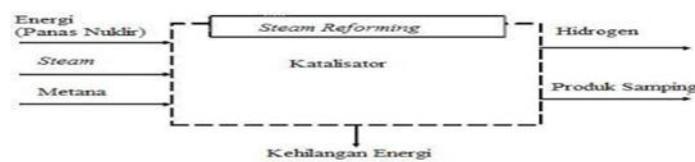
ini memerlukan biaya modal sangat tinggi yaitu 1300\$/kW. Instalasi elektrolisis dengan suhu tinggi memerlukan lokasi yang berdekatan dengan PLTN, karena PLTN yang menyediakan energi panas. PLTN yang digunakan pada metode ini adalah tipe RST.

2) Steam Reforming

Steam Reforming merupakan proses dekomposisi termal yang secara umum digunakan dalam industri produksi hidrogen [6]. Proses tersebut terjadi dengan mereaksikan gas alam (metana) dan steam pada suhu tinggi, serta mempunyai efisiensi termal sekitar 70%. Gas alam adalah bahan bakar fosil berbentuk gas yang terutama terdiri dari metana (CH₄), yang merupakan molekul hidrokarbon rantai pendek dan ringan. Gas alam juga mengandung molekul-molekul hidrokarbon yang lebih berat seperti etana (C₂H₆), propana (C₃H₈) dan butana (C₄H₁₀).

Tabel 2. Komposisi gas alam⁽⁶⁾

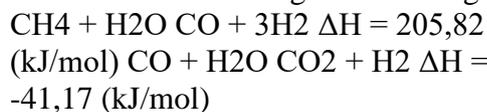
Komponen	Persentase (%)
CH ₄	80-95
C ₂ H ₆	5-15
C ₃ H ₈ dan C ₄ H ₁₀	<5



Gambar 3. Diagram alir proses steam reforming⁽⁶⁾.

Gambar 3 Diagram alir proses steam reforming

Pada proses ini ada dua reaksi yang terjadi, reaksi pertama adalah reforming yang merupakan reaksi endotermal dan menggunakan katalisator pada suhu tinggi. Reaksi reforming dilakukan dalam suatu reformer yang diisi dengan katalis nikel pada tekanan sekitar 30 atm. Reaksi kedua adalah reaksi eksotermal (shift reaction). Selanjutnya dilakukan proses pemisahan untuk memisahkan karbon dioksida dan pemurnian hidrogen. Entalpi dan langkah-langkah reaksi steam reforming adalah sebagai berikut:

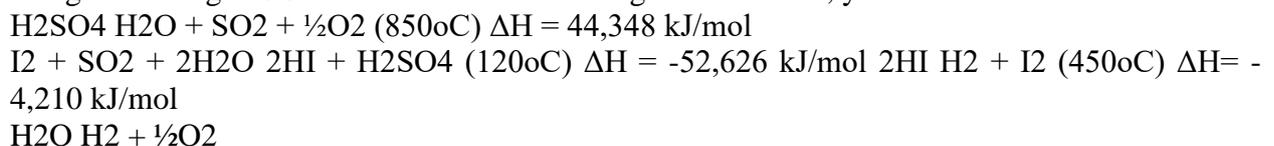


Panas yang diperlukan untuk reaksi steam reforming dapat diperoleh dengan memanfaatkan panas dari PLTN tipe RST berpendingin gas helium. Pada proses steam reforming yang menggunakan bahan bakar fosil, panas dipasok dengan pembakaran metana yang berlebih, akibatnya akan terjadi kehilangan sejumlah reaktan dan beberapa produk hidrogen. Pemanfaatan panas nuklir dapat menghindari kehilangan reaktan. Dalam proses reforming dengan panas yang dipasok oleh PLTN, panas dipasok dari loop sekunder reactor nuklir dan ditransfer ke campuran metana/uap melalui suatu penukar panas intermediet.

Kemurnian gas hasil steam reforming, saat ini telah dapat ditingkatkan. Gas CO₂ dihilangkan dengan scrubber alkali, selain itu juga dapat menggunakan larutan amine, dan akhirnya gas hidrogen yang dihasilkan didinginkan sampai suhu rendah dan dimurnikan.

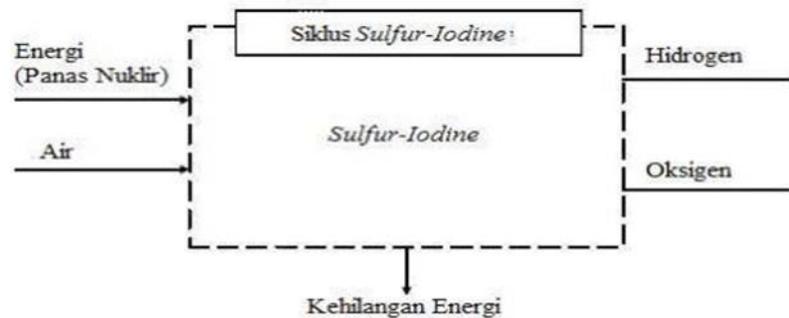
3) Proses Termokimia Siklus Sulfur-Iodine

Siklus sulfur-iodine (S-I) merupakan proses produksi hidrogen secara termokimia[6], yaitu pemisahan air menjadi hidrogen dan oksigen melalui reaksi kimia pada suhu tinggi. Proses tersebut, mempunyai kelebihan yaitu memproduksi hidrogen secara efisien dengan tidak mengemisikan gas CO₂. Proses ini terdiri dari tiga reaksi kimia, yaitu :



Secara teoritis, reaktan yang perlu ditambahkan dalam proses termokimia siklus sulfur-iodine hanya air, dan diagram alir proses termokimia siklus sulfur-iodine dapat dilihat pada

Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir proses siklus termokimia sulfur-iodine

Reaksi pertama merupakan dekomposisi asam sulfat, menghasilkan H₂O, SO₂ dan gas oksigen. Gas SO₂ yang terjadi didaur ulang untuk digunakan di reaksi ke dua. Reaksi ke dua adalah reaksi antara I₂, SO₂ dan H₂O, yang merupakan reaksi eksotermal dengan iodine cair yang berlebihan. Pada reaksi ini dihasilkan dua fase produk, yaitu fase yang lebih berat adalah fase HI, dan yang lebih ringan adalah fase H₂SO₄ yang kemudian dapat dipisahkan secara gravitasi. Reaksi ketiga, dekomposisi HI menggunakan distilasi. Semua reaktan, selain air diregenerasi dan didaur ulang untuk diumpungkan ke reaksi ke dua. PLTN yang sedang dikembangkan untuk memproduksi hidrogen dengan siklus S-I adalah VHTR 50 MW thermal. Efisiensi termal dari proses ini adalah 50%.

KESIMPULAN

Hidrogen adalah unsur yang terdapat di alam yang kelimpahannya terbesar, tetapi hanya sedikit tertinggal di bumi. Hidrogen sangat reaktif sehingga di bumi hidrogen terdapat sebagai senyawa air mengandung hidrogen sebanyak 11,1% berat (11,1%), hidrokarbon misalnya gas alam 25%, minyak bumi 14% dan karbohidrat, misalnya pati 6%. Hidrogen mempunyai sifat-sifat yang membedakan unsur hidrogen dengan unsur lainnya. Sifat hidrogen yang paling menarik yaitu hidrogen mempunyai sifat mudah terbakar. Keunikan hidrogen lainnya adalah hidrogen merupakan satu-satunya unsur yang memiliki tiga isotop alami yaitu Protium (1H), Deuterium (2H), Tritium (3H). Hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, bersifat nonlogam, bervalensi tunggal dan merupakan gas yang sangat mudah terbakar.

Hidrogen merupakan energi alternatif yang mempunyai prospek dalam industri otomotif, misalnya hidrogen juga digunakan sebagai fuel-cell untuk kendaraan. Teknologi produksi hidrogen dengan memanfaatkan energi nuklir yang mempunyai beberapa keuntungan, yaitu meningkatkan efisiensi (pada proses elektrolisis) dan mengurangi polusi, jika dibanding produksi hidrogen secara konvensional. Beberapa proses produksi hidrogen yang sedang dikembangkan dengan memanfaatkan energi nuklir, yaitu elektrolisis, steam reforming dan termokimia siklus sulfur-iodine.

Elektrolisis adalah proses pemisahan molekul air menggunakan listrik dan merupakan metode yang paling umum untuk produksi hidrogen. Listrik dialirkan melalui suatu sel dengan dua elektroda yang mengandung larutan elektrolit KOH. Elektrolisis air adalah proses pemisahan molekul air menggunakan arus listrik, metode ini telah banyak dikenal untuk proses produksi hidrogen. Sedangkan Steam Reforming merupakan proses dekomposisi termal yang secara umum digunakan dalam industri produksi hidrogen. Gas alam adalah bahan bakar fosil berbentuk gas yang terutama terdiri dari metana (CH₄), yang merupakan molekul hidrokarbon rantai pendek dan ringan. Dan Siklus sulfur-iodine (S-I) merupakan proses produksi hidrogen secara termokimia, yaitu pemisahan air menjadi hidrogen dan oksigen melalui reaksi kimia pada suhu tinggi. Proses tersebut, mempunyai kelebihan yaitu memproduksi hidrogen secara efisien

dengan tidak mengemisikan gas CO₂.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Erlinawati, E. (2017). Penyimpanan dan Pemanfaatan Energi Hidrogen Hasil Produksi Reaktor Aluminium Corrosion And Elektrolisis Sebagai Bahan Bakar Internal Combustion Engine Dan Pengelasan Logam. *Kinetika*, 8(2), 14-21.
- [2] Putra, A. M. (2010). Analisis produktifitas gas hidrogen dan gas oksigen pada elektrolisi larutan KOH. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*.
- [3] Nainggolan, E., Harahap, A. F., Sireagr, A. C., & Nanda, A. (2020). Produksi Gas Hidrogen Dengan Metode Logam Direaksikan Dengan Asam Arrhenius.
- [4] Hasan, M. S., & Widayat, W. (2022). Produksi Hidrogen dengan Memanfaatkan Sumber Daya Energi Surya dan Angin di Indonesia. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 3(1), 38-39
- [5] Sutardi, T., & Budiman, A. H. (2020). Potensi Pemanfaatan Co₂ Dan Hidrogen Sebagai Bahan Bakar Alternatif Di Indonesia. *Jurnal Energi dan Lingkungan (Enerlink)*, 16(1), 31- 38.