
LAJU REAKSI PENCAMPURAN MINYAK JARAK DAN AIR PADA *HYDROGEN REFORMER* MENGGUNAKAN PEMANAS DAN KATALIS

Agus Wibowo

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal

Jl. Halmahera KM I Tegal, Jawa Tengah

Email : aguswil@gmail.com

Abstrak

Laju reaksi dapat dipergunakan untuk memprediksi kebutuhan bahan pereaksi dan produk reaksi tiap satuan waktu, dan dapat juga dipergunakan untuk menghitung kebutuhan energi untuk produksi hidrogen. Persamaan laju reaksi diperoleh melalui eksperimen, dan tidak bisa hanya dilihat dari persamaan reaksinya saja. Dengan pengukuran jumlah konsentrasi minyak jarak dan konsentrasi air pada perbandingan tertentu serta jumlah konsentrasi hasil reaksi, persamaan laju reaksi dapat diperoleh.

Penelitian ini didesain untuk mencari persamaan laju reaksi, energi yang diperlukan untuk reaksi serta mencari perbandingan yang optimal campuran minyak jarak dan air. Eksperimen menggunakan variasi perbandingan 1:1, 1:1,5, 1:2 dan 1:3 antara minyak jarak dengan air yang diberi katalis Cu dan dipanaskan pada suhu rata-rata 700°C pada pemanas 1 dan suhu rata-rata 700°C pada pemanas 2 serta pada katalis dengan suhu rata-rata 300°C.

Hasil yang diperoleh yaitu persamaan laju reaksi $v = 0,0081[M]^{0,1133} \cdot [A]^{-0,1714}$ dan energi yang diperlukan sebesar 64,5768 J tiap detik. Untuk hasil perbandingan yang optimal campuran minyak jarak dan air yaitu pada perbandingan 1:1,5 yang ditunjukkan dengan jumlah api hidrogen paling besar.

Kata Kunci: Minyak jarak, Hidrogen reformer, Laju reaksi

Pendahuluan

Implikasi negatif bahan bakar fosil terhadap lingkungan telah membawa kita pada pencarian alternatif sumber energi lain (Erliza,2007) selain itu keterbatasan persediaan bahan bakar fosil juga membuat harga bahan bakar fosil dipasaran dunia sangat fluktuatif.

Salah satu energi alternatif yang banyak dikembangkan adalah bahan energi hidrogen. Penggunaan energi hidrogen untuk pembangkit generator fuel cell telah dibuat dan dikembangkan oleh Ballard Power System dengan kapasitas 250kW tahun 2001, Siemens Westinghouse Power Corporation juga memproduksi generator fuel cell dengan kapasitas 250kW dan mengembangkan *gas turbine hybrid* dengan kapasitas 0,5 MW. Truck dengan tenaga penggerak menggunakan hidrogen sudah mulai dibuat dan didemonstrasikan Daimler-Chrysler tahun 2000, mobil penumpang dibuat dan didemonstrasikan BMW tahun 2001 serta Toyota dan Honda pada tahun 2002-2003 (EG&G Tech, 2004).

Berkembangnya penggunaan energi hidrogen tidak lepas dari ketersediaan hidrogen yang sangat melimpah, energi hidrogen juga memiliki efisiensi yang tinggi, sebagai contoh pada penggunaan *comersial fuel cell* dari energi kimia ke energi listrik efisiensi mencapai 40% (Xianguo Li, 2006). Penggunaan energi hidrogen juga menghasilkan emisi polutan yang sangat sedikit.

Sel bahan bakar yang dirancang dengan baik dapat mencapai efisiensi sampai dengan 70% sekitar dua kali mesin bakar internal. Selain itu mesin bebas dari bising, getaran, transfer kalor, pencemaran termal dan masalah lain yang biasanya terdapat pada pembangkit tenaga konvensional (Raymond Chang, 2005)

Hidrogen memiliki nilai ekonomis yang tinggi selain sebagai bahan bakar, hidrogen juga digunakan untuk produksi amoniak dan banyak dipakai pada industri minyak (Ekaterini Ch. Vagia, 2008).

Dengan semakin berkembangnya penggunaan energi hidrogen maka penelitian tentang produksi hidrogen menjadi vital. Salah satu cara produksi hidrogen adalah dengan cara memecah hidrogen dari bahan dasarnya. Produksi hidrogen dengan memecah bahan dasar methanol

menggunakan panas dan katalis telah digunakan (A. Basile, 2008). Hidrogen juga dapat diproduksi dari *bio-oil* menggunakan pemecah hidrogen dengan panas dan katalis (Ekaterini Ch. Vagia, 2008).

Rumusan Masalah

Dari latar belakang permasalahan diatas maka penelitian ini difokuskan pada produksi hidrogen dengan memecah bahan dasar minyak jarak menggunakan pemanas dan katalis. Pengamatan lebih diarahkan laju reaksi reaksi pencampuran minyak jarak dan air menggunakan pemanas dan katalis. Sehingga lebih rinci perumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana laju reaksi pencampuran minyak jarak dan air menggunakan pemanas dan katalis?
2. Berapa energi yang diperlukan untuk produksi hidrogen pada pencampuran minyak jarak dan air?
3. Bagaimana kualitas api produksi hidrogen pada pencampuran minyak jarak dan air ?

Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini adalah untuk menambah kajian tentang produksi hidrogen dari minyak jarak dengan pemecah menggunakan pemanas dan katalis terutama pada pencampuran minyak jarak dan air serta suhu pemanas. Hasil akhir penelitian ini pada akhirnya diharapkan dapat memberi manfaat dalam pencarian sumber energi hidrogen dan teknologi produksi hidrogen untuk keberlangsungan penyediaan energi dan menjaga bumi dari *global warming*.

Tinjauan Pustaka

Penelitian produksi hidrogen

Hidrogen diproduksi dari methanol memakai reaktor selaput dan reaktor alas dengan penambahan katalis Cu/Zn/Mg mampu menurunkan suhu dari 300°C – 450°C menjadi 250°C – 300°C (A. Basile, 2008).

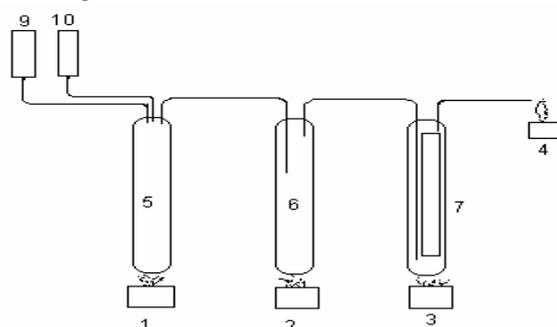
Penelitian juga dilakukan oleh Tetsuo Umegaki (2008) pada produksi hidrogen dengan uap methanol yang diberi katalis Cu-Ca mengakibatkan capaian katalis lebih rendah dibandingkan dengan katalis Cu-Ce-Mn.

Pada rilis jurnal *catalys today* P. Yaseneva (2008) melaporkan bahwa terdapat peningkatan yang nyata pada produksi hidrogen dengan pemanasan dan penambahan oksida aluminium.

Hidrogen juga diproduksi dengan uap air *bio-oil* dengan penambahan zat kapur alumina dapat memperbaiki asam cuka dan aseton dengan pencapaian tertinggi 5wt% Ni/CaO₂Al₂O₃ (Ekaterini Ch. Vagia, 2008).

Metodologi

Setting Alat



Keterangan:

1. Pemanas awal / pemanas 1.
2. Pemanas Lanjut / pemanas 2.
3. Pemanas Katalis / pemanas 3.
4. Pematik api.
5. Tabung reformer.
6. Tabung pemanas lanjut.
7. Tabung pemanas katalis.
8. Kamera video
9. Minyak jarak. /
10. air

Gambar 1. Skema alat hidrogen reformer

Bahan minyak jarak dan air dialirkan ke tabung pemanas kemudian dipanaskan dengan suhu dijaga pada rata-rata 700°C dan dialirkan dan dipanaskan dengan suhu rata-rata 700°C kemudian uap dialirkan ke katalis dengan pemanasan pada suhu rata-rata 300°C sehingga uap yang keluar diharapkan dapat terpecah menjadi H₂ dan CO₂.

Hasil dan Pembahasan

1. Laju reaksi kimia

Laju reaksi kimia pencampuran minyak jarak dan air dengan pemanas dan katalis didapat dari hasil percobaan:

Tabel 1. volume pencampuran dan laju hasil reaksi.

No	Minyak (mL)	Air (mL)	Hasil reaksi (mL/dt)
1	0,2	0,2	0,0967
2	0,2	0,4	0,0933
3	0,2	0,6	0,0917
4	0,4	0,2	0,1050
5	0,6	0,2	0,1067

Persamaan laju reaksi kimia diperoleh dengan cara:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{k(M_2)^x(A_2)^y}{k(M_1)^x(A_1)^y}$$

dengan memasukan data 1 dan 2 diperoleh harga orde reaksi air $y = -0,1714$

dan untuk harga orde reaksi minyak jarak:

$$\frac{V_4}{V_1} = \frac{k(M_4)^x(A_4)^y}{k(M_1)^x(A_1)^y}$$

memasukan data 1 dan 4 diperoleh harga orde reaksi minyak jarak $x =$

0,1133, Sehingga persamaan laju reaksi kimia = $K [M]^{0,1133} \cdot [A]^{-0,1714}$ dan untuk menentukan nilai konstanta diperoleh dengan memasukan data 1 kedalam persamaan laju reaksi kimia sehingga diperoleh harga $k = 0,0881$.

Dengan demikian persamaan laju reaksi kimia untuk pencampuran minyak jarak dan air dengan katalis dan pemanas diperoleh:

$$v = 0,0081[M]^{0,1133} \cdot [A]^{-0,1714} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

v = laju hasil reaksi (mL/dt)

M = Minyak jarak (mL)

A = air (mL)

2. Energi yang dibutuhkan untuk reaksi.

Energi yang diperlukan untuk reaksi pencampuran minyak jarak dan air dengan menggunakan pemanas dan katalis diperoleh dengan cara menghitung daya pemanas dengan eksperimen memanaskan air dengan volume 4 mL pada bejana kaca dengan berat 5 gr pada semua pemanas adapun hasil pengukuran pada pemanas seperti pada tabel 2, tabel 3, dan tabel 4 berikut.

Tabel 2. hasil pengukuran pemanas air dengan dengan tempat bejana kaca. pada pemanas 1. pemanas 2.

No	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	t (dt)
1	28	99	55
2	29	99	54
3	29	99	53
4	29	100	51
5	29	100	50

Tabel 3. hasil pengukuran pemanas air tempat bejana kaca. pada

No	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	t (dt)
1	29	100	55
2	30	100	50
3	30	100	47
4	29	98	53
5	29	100	59

Tabel 4. hasil pengukuran pemanas air dengan tempat bejana kaca. pada pemanas 3.

No	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	t (dt)
1	28	100	75
2	28	100	78
3	29	100	72
4	28	100	76
5	28	101	77

Dengan menggunakan pers. $Q = m c \Delta T$ didapat besar kalor/energi pada pemanas 1, untuk pemanasan air = 1,1861 kJ dan untuk pemanasan kaca = 0,1694 kJ sehingga total kalor pemanasan = 1,1862 kJ dan daya pemanas 1 = 20,5938 J/dt. Dan pada pemanas 2 diperoleh daya 25, 6973 J/dt serta pemanas 3 dengan daya 18,2857 J/dt dengan demikian total pemanas 1, 2, dan 3 sebesar 64,5768 J/dt.

Dengan menggunakan data no.1 pada tabel 1. maka besar energi untuk mereaksikan 0,2 mL minyak jarak dan 0,2 mL air selama 5 menit dengan pemanas dibutuhkan energi/kalor sebesar 0.2153 J.

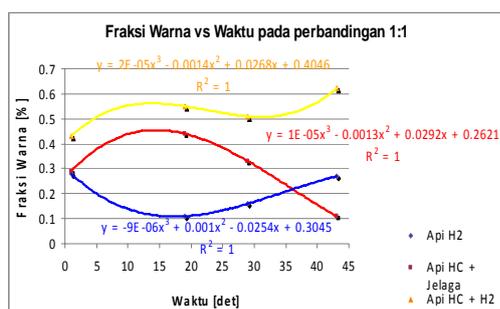
3. Analisa api hidrogen

Pada eksperimen perbandingan antara minyak jarak dan air digunakan perbandingan 1:1, 1:1,5, 1:2 dan 1: 3 adapun data seperti pada tabel berikut.

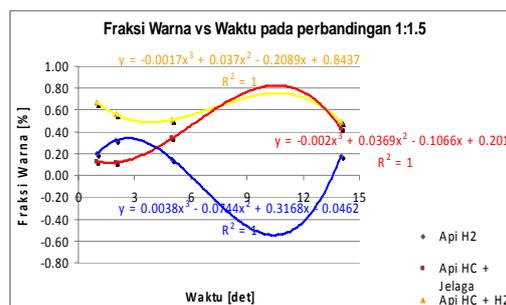
Tabel 5. data perbandingan minyak dan air.

No	M:A	Minyak jarak (mL/mnt)	Air (mL/mnt)
1	1:1	0,05	0,05
2	1:1,5	0,05	0,075
3	1:2	0,05	0,1
4	1:3	0,05	0,15

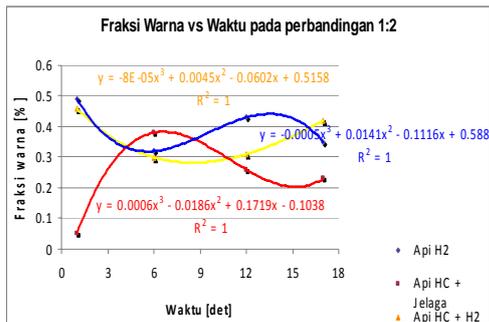
Dengan menghitung total luas dari frame gambar dan waktu didapat grafik seperti berikut.



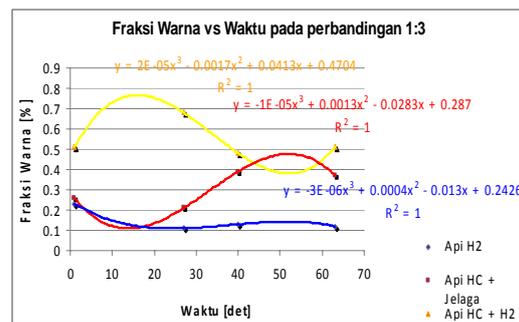
Gambar 2. Grafik fraksi warna vs waktu dengan perbandingan 1:1.



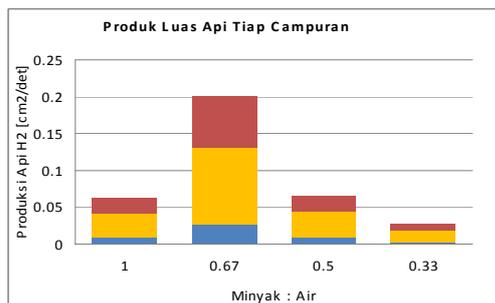
Gambar 3. Grafik fraksi warna vs waktu dengan perbandingan 1:1,5



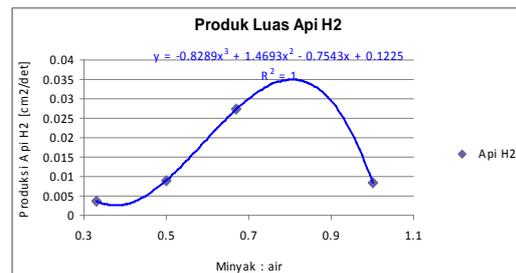
Gambar 4. Grafik fraksi warna vs waktu dengan perbandingan 1:2



Gambar 5. Grafik fraksi warna vs waktu dengan perbandingan 1:3



Gambar 6. Grafik produk luas api tiap campuran



Gambar 7. Grafik produk Luas api hidrogen

Dengan melihat gambar 6. Grafik produk luas api tiap campuran maka pada perbandingan 1:1,5 merupakan hasil yang optimal.

Kesimpulan

Dari hasil olah data maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Persamaan laju teaksi antara minyak jarak dan air pada hydrogen reformer dengan pemanas dan katalis didapat: $v = 0,0081[M]^{0,1133} \cdot [A]^{-0,1714}$.
2. Energi yang dibutuhkan untuk reaksi pencampuran minyak jarak dan air pada hydrogen reformer dengan menggunakan pemanas dan katalis sebesar 64,5768 J tiap detik.
3. Produksi hidrogen untuk reaksi pencampuran minyak jarak dan air pada hydrogen reformer dengan menggunakan pemanas dan katalis mencapai hasil terbaik pada perbandingan campuran minyak jarak dan air 1:1,5.

Daftar Pustaka

- Abdul Kadir, 1995, *Energi, Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi*, UI-Press, Jakarta.
- A. Basile, A. Parmaliana, S. Tosti, A. Iulianelli, F. Gallucci, C. Espro, J. Spooren, 2008, *Hydrogen Production by Methanol Steam Reforming Carried Out in Membrane Reactor on Cu/Zn/Mg-based Catalyst*, Journal Catalyst Today (137) 17-22.
- Adi K., 2009, *Rumus Kimia*, Pustaka Widyatama, Yogyakarta.
- Catherine E. Gregoire Padro, 2005, *Hydrogen Basics*, Los Alamos National Laboratory, First Annual International Hydrogen Energy Implementation Conference, Santa Fe, NM, February 17, 2005
- Ekaterini Ch. Vagia, Angeliki A. Lemonidou, 2008, *Hydrogen Production Via Steam Reforming of Bio-oil Components Over Calcium Aluminate Supported Nickel and Noble Metal Catalysts*, Journal Catalyst Today (135) 111-121.
- Erliza Hambali, Siti Mujdalipah, Armansyah Halomoan Tambunan, Abdul Waries Pattiwiri, Roy Hendroko, 2007, *Teknologi Bio Energi*, Agro Media Pustaka, Jakarta.

- EG&G Tech, 2004, *Fuel Cell Handbook*, U.S. Department of Energy Office Of Fossil Energy National Energi Technology Laboratory, West Virginia.
- J.P. Holman, 1984, *Experimental Methods for Engineers*, Fourth edition, McGraw-Hill, Ltd.
- J.P. Holman, 1997, *Heat transfer*, six edition, McGraw-Hill, Ltd.
- Larry Gonick, Craig Criddle, 2005, *Guide to Chemistry*, HarperCollins Publishers, inc.
- P. Yaseneva, S. Pavlova, V. Sadykov, E. Moroz, E. Burgina, L. Dovlitova, V. Rogov, S. Badmaev, S. Belochapkin, J. Ross, 2008, *Hydrogen Production By Steam Reforming of Methanol Over Cu-CeZrYO_x-based Catalysts*, Journal Catalyst Today (138) 175 -182.
- R.A. Day, Jr., A. L. Underwood, 2002, *Quantitative Analysis*, Prentice-Hall, inc.
- Raymond Chang, 2005, *General Chemistry: The Essential Concepts*, The McGraw-Hill Companies, New York.
- Tetsuo Umegaki, Akihiro Masuda, Kohji Omata, Menyoshi Yamada, 2008, *Development of A High Performance Cu-based Ternary Oxide Catalyst For Oxidative Steam Reforming of Methanol Using an Artificial Neural Network*, Journal Catalyst Today (351) 210 -216.
- Wardana I.N.G., 2008, *Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran*, PT. Danar Wijaya-Brawijaya University Press.
- Xianguo Li, 2006, *Principles of Fuel Cells*, Taylor & Francis Group LLC, New York.