

OPTIMALISASI PRODUKSI HIDROGEN PADA *HYDROGEN REFORMER* DENGAN PROSES PEMECAHAN MINYAK JARAK (*JATROPHA OIL*)

Agus Wibowo¹⁾, Irfan Santosa²

- 1) Dosen Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal
Jln. Halmahera KM I Tegal
- 2) Dosen Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal
Jln. Halmahera KM I Tegal

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini yaitu secara jangka panjang mengeksplorasi kemungkinan penyediaan dan penggunaan biofuel dengan target khusus pada minyak jarak (*jatropha oil*) yang sangat mudah tumbuh di Indonesia. dan pada penelitian terdahulu telah di peroleh hasil bahwa minyak jarak yang dicampur air dapat menghasilkan hydrogen. sehingga pada penelitian ini lebih menekankan pada peningkatan hasil hidrogennya dengan meenggunakan hydrogen reformer.

Penelitian dilakukan untuk mencari variasi perbandingan yang menghasikan kapasitas produksi gas paling optimal dengan gas hidrogen yang banyak , energi yang diperlukan untuk reaksi serta mencari perbandingan yang optimal campuran minyak jarak dan air pada kualitas hasil reaksi yang menghasilkan hidrogen paling optimal. Eksperimen menggunakan variasi perbandingan 1:1, 1:1,5, 1:2 dan 1:3 antara minyak jarak dengan air yang 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 variasi perbandingan 1:1 merupakan campuran yang menghasikan kapasitas produksi gas paling besar yaitu menghasilkan 0,0967 mL/dt dan energi yang diperlukan sebesar 0,0646 KJ tiap detik. Namun untuk kualitas pembakaran hasil gas atau produksi hidrogen terbaik di peroleh pada campuran minyak jarak dan air dengann perbandingan 1:1,5 yang ditunjukan dengan jumlah api hidrogen paling besar.

Kata Kunci: Minyak jarak, Hidrogen reformer, Laju reaksi

1. Latar Belakang

Harga minyak dunia dewasa ini mulai mengalami kenaikan, meskipun pada tahun sebelumnya sudah dalam kondisi harga yang cukup stabil. Kenaikan ini tentu akan berakibat pada cadanga devisa negara. Seperti yang telah dipahami bersama bahwa beberapa tahun terakhir ini Indonesia telah menjadi negara importir Bahan Bakar Minyak (BBM). 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.

Sebagai negara tropis dan agraris, Indonesia telah dilimpahi kekayaan alam yang begitu besar yang dapat digunakan sebagai bahan baku bioenergi. Penggunaan bioenergi sebagai sumber energi alternatif semakin menuntut untuk direalisasikan, selain merupakan solusi menghadapi kelangkaan energi fosil pada masa yang akan datang, bioenergi juga bersifat ramah lingkungan, dapat diperbaharui (renewable) serta mampu mengeliminasi emisi gas buang dan efek rumah kaca.

Di Indonesia tersedia beberapa bahan baku bioenergi diantaranya singkong, tebu, sagu, kelapa sawit, kelapa, jarak dan lain sebagainya. Ketersediaan bahan baku yang melimpah ini membutuhkan penelitian tentang pengolahan agar dapat diaplikasikan pada permesinan yang ada. Memisahkan hydrogen dari minyak jarak merupakan alternatif yang dapat dikembangkan dalam memperoleh energi yang terbarukan.

Energi hidrogen merupakan salah satu energi alternatif yang banyak dikembangkan. 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).

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. Penelitian ini diharapkan juga meningkatkan nilai ekonomis minyak jarak yang dapat dipecah menjadi hidrogen. 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*, dengan demikian penelitian ini penting untuk dilakukan.

2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

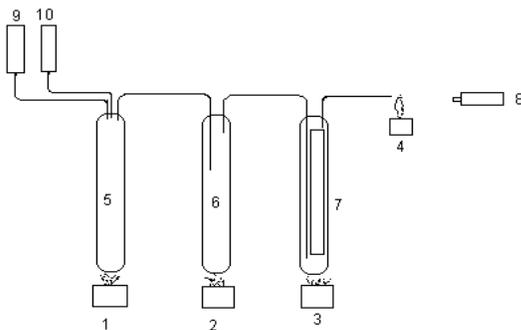
1. Bagaimana laju reaksi pencampuran minyak jarak dan air menggunakan pada hydrogen reformer?
2. Berapa energi yang diperlukan untuk produksi hidrogen dengan pencampuran minyak jarak dan air pada hydrogen reformer?
3. Bagaimana kualitas api produksi hidrogen dengan pencampuran minyak jarak dan air pada beberapa perbandingan tertentu?

3. Tujuan

Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari teknik produksi hidrogen dengan memecah minyak jarak menggunakan pemanas dan katalis. Sedang secara khusus tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui laju reaksi pencampuran minyak jarak dan air menggunakan pemanas dan katalis.
2. Mempelajari energi yang diperlukan untuk produksi hidrogen dengan pencampuran minyak jarak dan air.
3. Mengetahui kualitas api produksi hidrogen dengan pencampuran minyak jarak dan air pada beberapa perbandingan tertentu.

4. Setting Alat



Gambar 1. Skema alat hidrogen reformer

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.

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.

5. Data 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:

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

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 tempat bejana kaca. pada pemanas 1.

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 dengan tempat bejana kaca. pada pemanas 2.

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 0,0646 KJ /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

Data hasil frame video didapat gambar seperti berikut:

Perbandingan minyak jarak dan air = 1:1



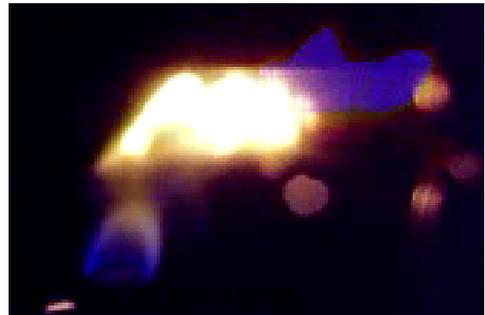
Gambar 2. Frame api hasil perbandingan 1:1



Gbr 6. Frame api hasil perbandingan 1:1,5



Gambar 3. Frame api hasil perbandingan 1:1



Gbr 7. Frame api hasil perbandingan 1:1,5



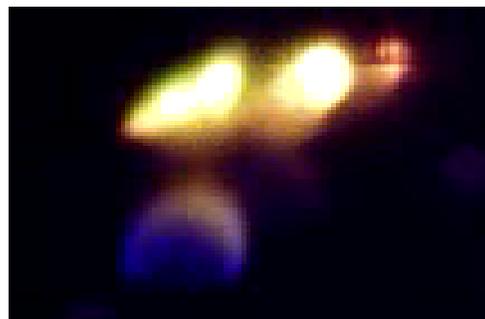
Gambar 4. Frame api hasil perbandingan 1:1



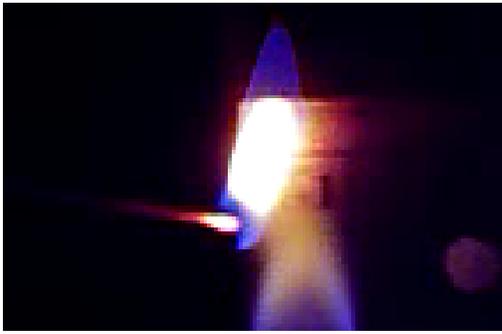
Gbr 8. Frame api hasil perbandingan 1:1,5



Gambar 5. Frame api hasil perbandingan 1:1



Gbr 9. Frame api hasil perbandingan 1:1,5



Gbr 10. Frame api hasil perbandingan 1:2



Gbr 11. Frame api hasil perbandingan 1:2



Gbr 12. Frame api hasil perbandingan 1:2



Gbr 13. Frame api hasil perbandingan 1:2



Gbr 14. Frame api hasil perbandingan 1:3



Gbr 15. Frame api hasil perbandingan 1:3

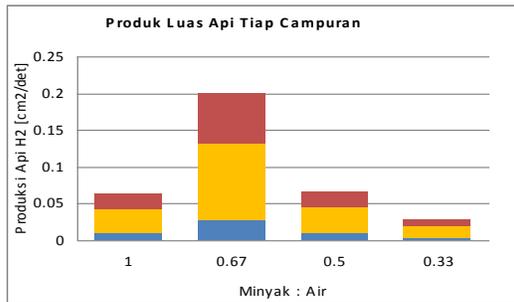


Gbr 16. Frame api hasil perbandingan 1:3



Gbr 17. Frame api hasil perbandingan 1:3

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



Gambar 18. Grafik produk luas api tiap campuran

Dengan melihat gambar 18. Grafik produk luas api tiap campuran maka pada perbandingan 1:1,5 merupakan hasil yang optimal.

6. Kesimpulan

Dari hasil olah data maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Hasil yang diperoleh yaitu variasi perbandingan 1:1 merupakan campuran yang menghasikan kapasitas produksi gas paling besar yaitu menghasilkan 0,0967 mL/dt
2. Energi yang dibutuhkan untuk reaksi pencampuran minyak jarak dan air pada hydrogen reformer dengan menggunakan pemanas dan katalis sebesar 0,0646 KJ tiap detik.
3. Kualitas Pembakaran 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.