

PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP PRODUKSI HIDROGEN DARI MINYAK BIJI RANDU PADA STEAM REFORMING BERTINGKAT

Luthfi Pratama, I.N.G Wardana , Purnami

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jalan M.T. Haryono 167 Malang 65145, Indonesia

Email : p.luthfi27@gmail.com

ABSTRAK

Saat ini sampai beberapa tahun kedepan, manusia masih akan tergantung pada bahan bakar fosil karena bahan bakar fosil inilah yang dapat memenuhi segala kebutuhan hidup manusia dalam skala besar. Sedangkan sumber energi alternatif juga belum dapat memenuhi segala kebutuhan energi dalam skala besar dikarenakan fluktuasi dan tingkat perekonomian yang belum bisa bersaing dengan energi konvensional Tujuan dari penelitian kali ini yaitu mengetahui hasil produksi gas hidrogen pada minyak biji randu pengganti bahan bakar fosil sebagai alternatif energi, serta pengaruh temperatur terhadap konsentrasi gas hidrogen yang menggunakan metode steam reforming bertingkat. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental (experimental research) yaitu mengamati produksi gas hidrogen dari proses steam reforming bertingkat dengan variasi temperatur pemanasan minyak biji randu dan air dalam melewati tahapan katalis. Temperatur pemanasan yang digunakan yaitu sebesar 200°C, 250°C, 300°C dengan melewati 3 tahapan katalis dengan tiap tahap berisi 4 butir katalis CuZn. Berdasarkan hasil penelitian Semakin tinggi temperatur maka produksi hidrogen yang dihasilkan juga akan semakin banyak. Semakin tinggi temperatur dan semakin banyaknya tahapan katalis maka efisiensi yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Kata Kunci: minyak biji randu, *steam reforming*.

ABSTRACT

Currently up to several years to come, humans will still be contingent upon fossil fuels for fossil fuels is to meet all the needs of human life on a massive scale. While alternative energy sources also have not been able to meet all the energy needs on a large scale because of the fluctuations and the economic level that can not compete with conventional energy The purpose of this study is to know the results of the production of hydrogen gas at ceiba petrandra oil to replace fossil fuels as an alternative energy, as well as the effect of temperature on the concentration of hydrogen gas using steam reforming method stratified. The method used is an experimental method to observe the production of hydrogen gas from the steam reforming process-rise with temperature variation warming ceiba petrandra oil and water in a passing phase catalyst. The heating temperature used is at 200°C, 250°C, 300°C to pass three stages with each stage catalyst contains 4 items CuZn catalyst. Based on the research results The higher the temperature, the production of hydrogen produced will be more and more. The higher the temperature and the increasing number of catalytic stages then the resulting efficiency will be higher.

Keywords: ceiba petrandra oil, *steam reforming*.

Pendahuluan

Melonjaknya harga minyak bumi di dunia, diikuti dengan meningkatnya harga bahan bakar fosil [1]. Saat ini sampai

beberapa tahun kedepan, manusia masih akan tergantung pada bahan bakar fosil karena bahan bakar fosil inilah yang dapat memenuhi segala kebutuhan hidup manusia dalam skala besar. Sedangkan

sumber energi alternatif juga belum dapat memenuhi segala kebutuhan energi dalam skala besar di karenakan fluktuasi dan tingkat perekonomian yang belum bisa bersaing dengan energi konvensional.

Hidrogen merupakan unsur yang sangat aktif secara kimia, sehingga sangat jarang sekali di temukan dalam bentuk bebas. Di alam, hidrogen terdapat dalam bentuk senyawa dengan unsur lain, seperti dengan oksigen dalam air atau dengan carbon dalam metana. Sehingga untuk dapat memanfaatkannya, hidrogen harus di pisahkan terlebih dahulu dari senyawanya agar dapat digunakan sebagai bahan bakar.

Salah satu bentuk energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil adalah hidrogen. Hidrogen menjadi perhatian serius para pengembang energi terbarukan di negara-negara maju, selain karena lebih bersih dan ramah lingkungan karena pada penggunaannya hanya akan menghasilkan sisa berupa uap air serta memiliki kandungan berupa energi per satuan massa sangat besar dibandingkan dengan bahan bakar lainnya [2].

Penggunaan minyak biji randu, air dan katalis CuZn sebagai bahan baku produksi hidrogen merupakan topik penelitian yang menarik dan menjajikan guna menjawab berbagai persoalan ketersediaan energi dan pencemaran udara saat ini. Penelitian kali ini menggunakan metode *steam reforming* bertingkat dengan jumlah tingkatan sebanyak 3 tingkatan atau 3 tahapan dan di setiap tahapnya di uji pada temperatur yang berbeda-beda, karena dalam bidang industri kondisi standar temperatur dan tekanan biasanya perlu di tentukan untuk merujuk pada kondisi referensi standar dalam mengekspresikan volume gas, cairan dan kuantitas lainnya. Pada penelitian sebelumnya telah menunjukkan jika temperatur yang semakin tinggi maka akan semakin cepat memproduksi hidrogen. Dalam proses ini, minyak biji randu di reaksikan dengan steam (uap air) pada temperatur yang di variasikan, dengan bantuan katalis di setiap tahapan untuk

mempercepat pemisahan gas hidrogen. Agar di ketahui efisiensi dan ketepatan suhu temperatur pada saat pemanasan dalam produksi gas hidrogen.

Metode Penelitian

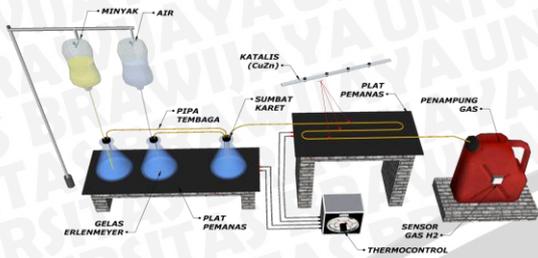
Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimental (experimental research) yaitu langsung mengamati objek yang akan diteliti dan bertujuan untuk memperoleh data. Dalam pembahasan ini objek yang diamati adalah produksi gas hidrogen dari proses *steam reforming* bertingkat yang akan dilakukan berdasarkan variabel yang telah ditentukan yaitu, variasi temperatur pemanasan minyak biji randu dan air dalam melewati tahapan katalis.

Variabel Penelitian

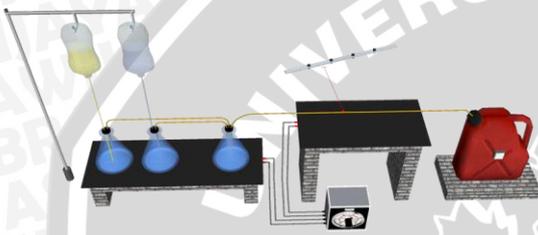
- a. Variabel Bebas
Variabel bebas dari penelitian ini adalah.
 - a. Variasi perbandingan temperatur pemanasan (200°C, 250°C, 300°C)
 - b. Variasi jumlah tahapan katalis (1 tahapan, 2 tahapan, 3 tahapan) dengan tiap tahap berisi 4 butir katalis CuZn.
- b. Variabel Terikat
 - a. Variabel tersebut ialah total gas dalam parts per milion (ppm).
 - b. Konsentrasi gas H₂ persatuan volume gas yang di dihasilkan
- c. Variabel Terkontrol
 - a. Daya alat pemanas (heater) yang dipakai 600 watt
 - b. Perbandingan minyak biji randu dan air 3:1

Penelitian kali ini menggunakan metode *steam reforming* bertingkat dengan jumlah tingkatan sebanyak 3 tingkatan atau 3 tahapan dan di setiap tahapnya di uji pada temperatur yang berbeda-beda, karena dalam bidang industri kondisi standar temperatur dan tekanan biasanya perlu di tentukan untuk merujuk pada

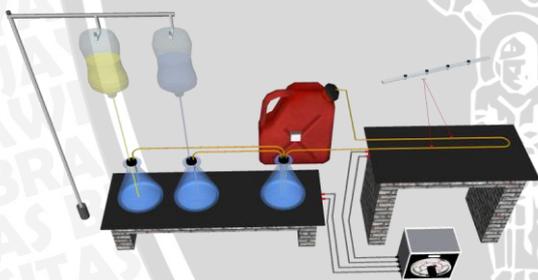
kondisi refrensi standar dalam mengekpresikan volume gas, cairan dan kuantitas lainnya.



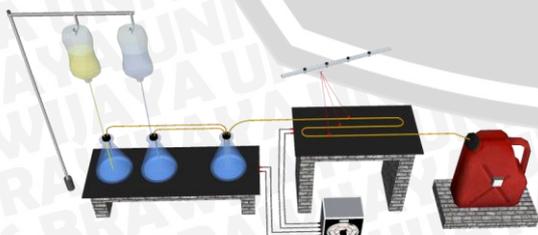
Gambar 1 Skema alat steam reforming



Gambar 2 Instalasi 1 tahapan katalis



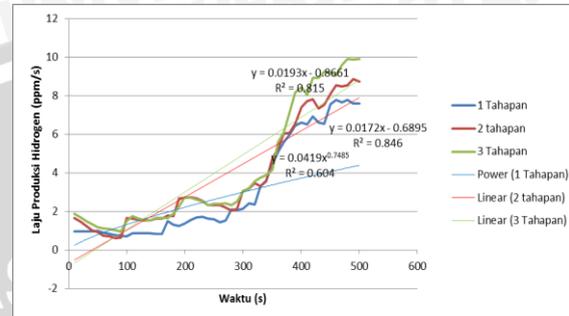
Gambar 3 Instalasi 2 tahapan katalis



Gambar 4 Instalasi 3 tahapan katalis

Hasil dan Pembahasan

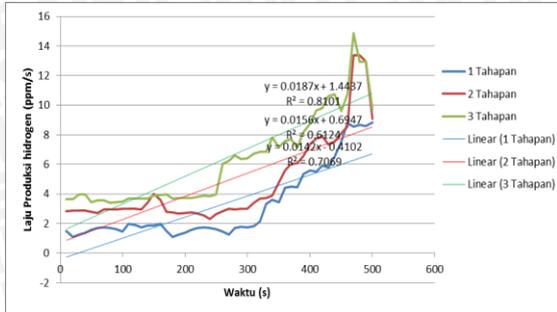
A. Analisa Grafik Hubungan Antara Laju Produksi Hidrogen Pada Setiap Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Dengan Variasi Temperatur 200° C



Gambar 5 Grafik Hubungan Antara Laju Produksi Hidrogen Pada Setiap Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Dengan Variasi Temperatur 200° C

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara laju produksi hidrogen pada setiap tahapan katalis terhadap waktu pemanasan dengan variasi temperatur 200 ° C pada kondisi perbandingan massa minyak randu dan air 3:1. Terlihat dari grafik produksi hidrogen yang dihasilkan tiap 10 detiknya pada rentang waktu 10-310 detik tidak jauh berbeda antar tiap variasi tahapan katalis dan cenderung konstan. Dari data yang diperoleh laju produksi dengan katalis 1 tahapan memiliki nilai rata-rata 3,102326 ppm/detik, katalis 2 tahapan memiliki nilai rata-rata 3,690947 ppm/detik, dan katalis 3 tahapan memiliki nilai rata-rata 4,066387 ppm/detik. Dari produksi hidrogen yang dihasilkan tiap 10 detiknya katalis 3 tahapan adalah yang memiliki nilai tertinggi. Hal tersebut terjadi karena semakin banyak jumlah tahapan katalis maka luasan penampang permukaan kontak katalis akan semakin besar dan waktu yang dibutuhkan untuk pemanasan juga semakin panjang sehingga akan menghasilkan hidrogen yang lebih banyak.

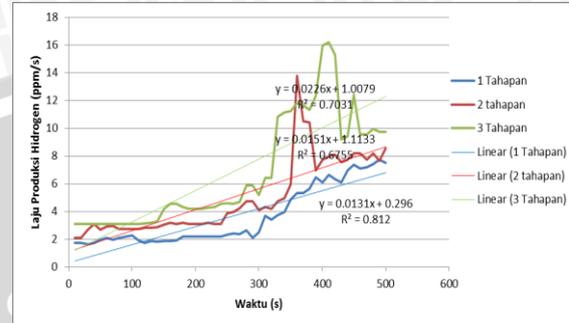
B. Analisa Grafik Hubungan Antara Laju Produksi Hidrogen Pada Setiap Tahapan Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Dengan Variasi Temperatur 250° C



Gambar 6 Grafik Hubungan Antara Laju Produksi Hidrogen Pada Setiap Tahapan Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Dengan Variasi Temperatur 250° C

Gambar 6 menunjukkan hubungan antara laju produksi hidrogen pada setiap tahapan katalis terhadap waktu pemanasan dengan variasi temperatur 250 ° C pada kondisi perbandingan massa minyak randu dan air 3:1. Terlihat dari grafik produksi hidrogen yang dihasilkan tiap 10 detiknya pada rentang waktu 10-310 detik tidak jauh berbeda antar tiap variasi tahapan katalis dan cenderung konstan. Dari data yang diperoleh laju produksi dengan katalis 1 tahapan memiliki nilai rata-rata 3,22024 ppm/detik, katalis 2 tahapan memiliki nilai rata-rata 4,685395 ppm/detik, dan katalis 3 tahapan memiliki nilai rata-rata 6,220894 ppm/detik. Dari produksi hidrogen yang dihasilkan tiap 10 detiknya katalis 3 tahapan adalah yang memiliki nilai tertinggi. Hal tersebut terjadi karena semakin banyak jumlah tahapan katalis maka luasan penampang permukaan kontak katalis akan semakin besar dan waktu yang dibutuhkan untuk pemanasan juga semakin panjang sehingga akan menghasilkan hidrogen yang lebih banyak.

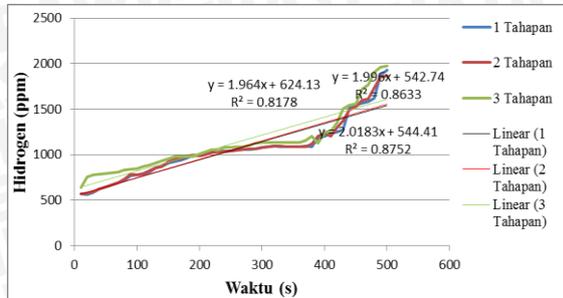
C. Analisa Grafik Hubungan Antara Laju Produksi Hidrogen Pada Setiap Tahapan Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Dengan Variasi Temperatur 300° C



Gambar 7 Grafik Hubungan Antara Laju Produksi Hidrogen Pada Setiap Tahapan Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Dengan Variasi Temperatur 300° C

Gambar 7 menunjukkan hubungan antara laju produksi hidrogen pada setiap tahapan katalis terhadap waktu pemanasan dengan variasi temperatur 300 ° C pada kondisi perbandingan massa minyak randu dan air 3:1. Terlihat dari grafik produksi hidrogen yang dihasilkan tiap 10 detiknya pada rentang waktu 10-310 detik tidak jauh berbeda antar tiap variasi tahapan katalis dan cenderung konstan. Dari data yang diperoleh laju produksi dengan katalis 1 tahapan memiliki nilai rata-rata 3,625858 ppm/detik, katalis 2 tahapan memiliki nilai rata-rata 4,972395 ppm/detik, dan katalis 3 tahapan memiliki nilai rata-rata 6,761506 ppm/detik. Dari produksi hidrogen yang dihasilkan tiap 10 detiknya katalis 3 tahapan adalah yang memiliki nilai tertinggi. Hal tersebut terjadi karena semakin banyak jumlah tahapan katalis maka luasan penampang permukaan kontak katalis akan semakin besar dan waktu yang dibutuhkan untuk pemanasan juga semakin panjang sehingga akan menghasilkan hidrogen yang lebih banyak.

D. Analisa Grafik Hubungan Antara Jumlah Hidrogen Dengan Variasi Jumlah Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Pada Variasi Temperatur 200° C

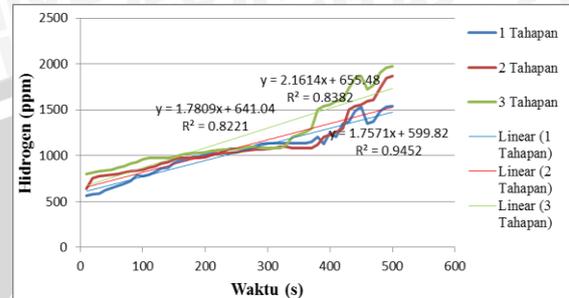


Gambar 8 Grafik Hubungan Antara Produksi Hidrogen Dengan Variasi Jumlah Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Pada Variasi Temperatur 200° C

Gambar 8 menunjukkan hubungan antara produksi hidrogen pada variasi jumlah tahapan katalis pada variasi temperatur 200° C dengan rentang waktu 10 – 500 detik. Pada grafik tersebut cenderung mengalami peningkatan pada setiap variasi tahapan katalis. Perbedaan hasil gas hidrogen yang dihasilkan tidak terlalu jauh dari variasi tiap jumlah tahapan katalis pada temperatur 200° C. Pada pengujian ini menggunakan ratio 3:1 sehingga proses penguapan minyak randu lebih sulit terjadi maka gas hidrogen yang dihasilkan akan lebih banyak.

Meskipun hasil hidrogen yang diperoleh tidak terlalu berbeda jauh, katalis 3 tahapan tetap memiliki nilai yang lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak tahapan katalis maka luas penampang bidang kontak semakin besar dan waktu bidang kontak akan semakin lama sehingga gas hidrogen yang dihasilkan akan lebih maksimal.

E. Analisa Grafik Hubungan Antara Jumlah Hidrogen Dengan Variasi Jumlah Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Pada Variasi Temperatur 250° C

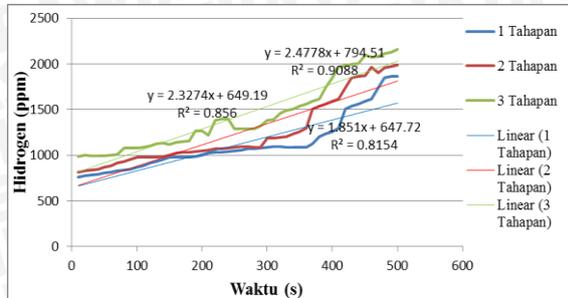


Gambar 9 Grafik Hubungan Antara Produksi Hidrogen Dengan Variasi Jumlah Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Pada Variasi Temperatur 250° C

Gambar .9 menunjukkan hubungan antara produksi hidrogen pada variasi jumlah tahapan katalis pada variasi temperatur 250° C dengan rentang waktu 10 – 500 detik. Terlihat pada grafik tersebut cenderung mengalami peningkatan pada setiap variasi tahapan katalis. Katalis 3 tahapan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis 1 tahapan dan katalis 2 tahapan. Perbedaan hasil gas hidrogen yang dihasilkan tidak terlalu jauh dari variasi tiap jumlah tahapan katalis pada temperatur 250° C.

Terlihat pada rentang waktu 210-260 detik pada katalis 1 tahapan, 2 tahapan dan 3 tahapan menunjukkan hasil hidrogen yang hampir sama. Hal tersebut dikarenakan panas yang diterima oleh katalis 1 tahapan, 2 tahapan dan 3 tahapan besarnya sama, sehingga gas yang melalui katalis juga sama dan direaksikan menjadi hidrogen yang sama. Gas hidrogen akan semakin cepat terbentuk dengan bantuan reaksi permukaan dari katalis CuZn yang maksimal pada temperatur tinggi.

F. Analisa Grafik Hubungan Antara Jumlah Hidrogen Dengan Variasi Jumlah Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Pada Variasi Temperatur 300° C

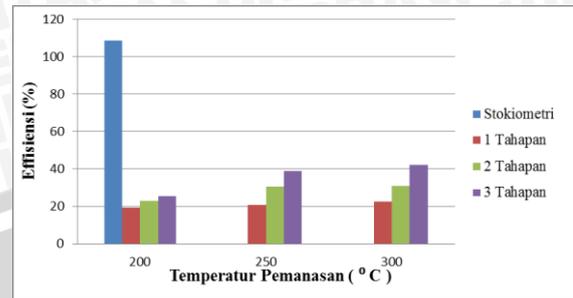


Gambar 10 Grafik Hubungan Antara Produksi Hidrogen Dengan Variasi Jumlah Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Pada Variasi Temperatur 300° C

Gambar 10 menunjukkan hubungan antara produksi hidrogen pada variasi jumlah tahapan katalis pada variasi temperatur 300° C dengan rentang waktu 10-500 detik. Terlihat pada grafik tersebut cenderung mengalami peningkatan pada setiap variasi tahapan katalis. Katalis 3 tahapan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis 1 tahapan dan katalis 2 tahapan.

Pada ketiga tahapan katalis dari rentang waktu 10-350 detik grafik cenderung konstan dengan sedikit kenaikan hasil produksi hidrogen. Grafik terjadi kenaikan cukup tajam pada ketiga tahapan katalis dari rentang waktu 360-500 detik. Hal ini dikarenakan semakin tinggi temperatur maka gas hidrogen yang akan dihasilkan juga akan semakin banyak.

G. Analisa Grafik Efisiensi Hasil Produksi Hidrogen



Gambar 11 Grafik Efisiensi Hasil Produksi Hidrogen

Gambar 11 menunjukkan efisiensi kalor dari proses produksi hidrogen menggunakan *steam reforming*. Efisiensi di hitung dari nilai laju produksi rata-rata. Dapat dilihat dari diagram batang di atas bahwa efisiensi akan semakin meningkat setiap bertambahnya tahapan katalis dan kenaikan temperatur.

Pada kondisi kesetimbangan reaksi 278 gram $C_{18}H_{30}O_2$ memiliki kalor sebesar 2589,5 Kcal menjadi 98 gram H_2 dengan nilai kalor 2807,798 kcal. Dalam kondisi stokiometri tersebut dihasilkan efisiensi 108,4 %. dapat dilihat bahwa nilai efisiensi paling tinggi pada setiap tahapan jumlah katalis terletak pada katalis 3 tahapan dengan nilai 25,4 % pada temperatur 200° C, 38,9 % pada temperatur 250° C, dan 42,2 % pada temperatur 300° C. Semakin banyak tahapan katalis laju produksi maka efisiensi semakin besar. Hal ini disebabkan oleh bertambah banyaknya jumlah tahapan katalis yang mengakibatkan luas bidang kontak katalis semakin besar, akibatnya reaksi penguraian minyak nabati oleh uap menjadi hidrogen semakin banyak.

Jika dibandingkan dengan efisiensi dari kondisi kesetimbangan reaksi yang dihasilkan dengan hasil efisiensi dari pengambilan data terjadi penurunan efisiensi karena tidak semua gas terbentuk menjadi gas hidrogen, terdapat pula gas-gas lain yang terbentuk dalam reaksi proses kimia dan katalis yang digunakan hanyalah 4 butir untuk setiap tahapnya

sehingga tidak semua gas dapat melewati katalis dengan sempurna.

Pada temperatur 300°C efisiensi yang dihasilkan juga semakin tinggi dan hal ini telah sesuai dengan persamaan Arrhenius :

$$k = A \cdot e^{-E_a/R \cdot T}$$

di mana : k = konstanta laju reaksi

A = faktor frekuensi

E_a = energi aktivasi

Kesimpulan

Dari pembahasan pengaruh temperatur terhadap produksi hidrogen dari minyak biji randu pada steam reforming bertingkat dapat diambil kesimpulan berikut :

1. Temperatur berpengaruh terhadap laju produksi, jumlah produksi dan efisiensi pada proses *steam reforming*. Dimana temperatur semakin tinggi maka laju produksi, jumlah produksi dan efisiensi juga semakin meningkat.
2. Jumlah tahapan katalis berpengaruh terhadap laju produksi, jumlah produksi dan efisiensi pada proses *steam reforming*. Dimana semakin banyak jumlah katalis maka laju produksi, jumlah produksi dan efisiensi juga semakin meningkat. Hal ini di nyatakan pada grafik temperature 300⁰ C dengan jumlah 3 tahapan, mampu menghasilkan hidrogen paling tinggi.

Daftar Pustaka

- [1] Djati H. Salimy. 2008. *Perbandingan Produksi Hydrogen Dengan Energy Nuklir Proses Elektrolisis Dan Steam Reforming*. Indonesia : Badan Pusat Pengembangan Energi Nuklir.
- [2] I.N.G. Wardana, 2008, *Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran*, PT. Dinar Wijaya-Brawijaya University Press, Malang.
- [3] Castellan GW. (1982). *Phsychal chemistry third edition new York ; genereal graphic services*.
- [4] F.G. Winarno, (1991) *kimia pangan dan gizi*. P.T Gramedia pustaka utama., Jakarta

[5] Atkins PW. (1999). *Kimia Fisika*. “Ed ke-2 Kartahadiprodo Irma I, penerjemah;Indarto Purnomo Wahyu, editor. Jakarta : Erlangga. Terjemahan dari : *Physichal Chemistry*.

[6] Bailey’s, Alton E.,(1951).*Industrial Oil and Fat Product*. 4th edition. Intersince Publisher. New York.

[7] Ketaren. (1986).*Minyak dan Lemak Pangan*.UI-Press. Jakarta. Ralp J. Fessenden and Joan S. Fessenden, “*Organic Chemistry*,” Third Edition, University Of Montana, 1986, Wadsworth, Inc, Belmont, California 94002, Massachuset, USA.