

# PENGARUH TEMPERATUR PEMANASAN KATALIS DAN KONSENTRASI MINYAK RANDU DAN AIR TERHADAP KECEPATAN PRODUKSI HIDROGEN DAN KARBONDIOKSIDA

Gabry Yudistira , I.N.G. Wardana, Nurkholis Hamidi  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jl. Mayjend Haryono No. 167, Malang 65145, Indonesia  
E-mail : gabryyudistira@gmail.com

## ABSTRAK

Berkembangnya teknologi fuelcell menyebabkan kebutuhan akan gas hidrogen semakin tinggi. Jurnal ini menjelaskan produksi hidrogen dengan menggunakan metode steam reforming minyak randu. Variasi yang di gunakan dalam penelitian adalah temperatur pemanasan katalis 300 °C, 230 °C, 180 °C , serta variasi perbandingan campuran antara minyak randu dan air yaitu 1:2 1:1, 2:1, 3:1. Dari hasil penelitian didapatkan produksi H<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> pada variasi temperatur 300°C dan perbandingan konsentrasi minyak dan air 3:1.

**Kata kunci :** Minyak Randu, Steam reforming, Hidrogen

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

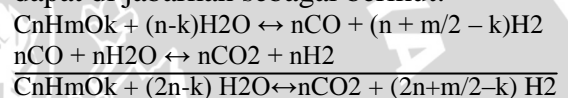
Pertumbuhan akan kendaraan berpengaruh terhadap meningkatnya konsumsi bahan bakar sebagai sumber energi. Konsumsi ini tidak berbanding lurus dengan pembaharuan energi, maka lama kelamaan cadangan energi akan habis.

Fuelcell adalah teknologi terbaru yang bekerja dengan sistem elektrokimia yang mengkonversi energi kimia dari hidrogen menjadi energi listrik [1]. Semakin berkembangnya fuelcell menyebabkan kebutuhan gas hidrogen semakin meningkat. Banyak metode yang dapat dilakukan untuk dapat menghasilkan hidrogen, salah satunya adalah *steam reforming* minyak nabati.

Pada jurnal ini membahas produksi hidrogen yang di hasilkan melalui metode *steam reforming* minyak randu yang dipengaruhi oleh perbandingan konsentrasi campuran dan temperatur pemanasan. Produksi hidrogen berbanding lurus dengan laju reaksi dan temperatur, hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius [2].

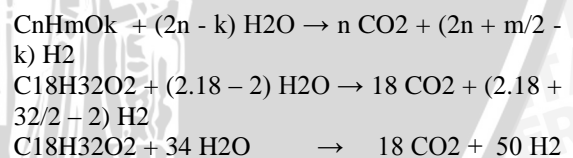
Minyak randu sendiri termasuk minyak nabati dimana unsur penyusun utamanya adalah atom C, H, dan O, maka reaksi pencampuran antara minyak randu

dan air pada metode *steam reforming* dapat di jabarkan sebagai berikut:



Karena kandungan minyak randu terdiri dari sebagian besar asam linoleat sebesar 35,107%.

Jika menggunakan rumus asam linoleat (C<sub>18</sub>H<sub>32</sub>O<sub>2</sub>) maka perhitungan perbandingan pencampuran antara minyak randu dengan air adalah:



Sehingga perbandingan mol antara minyak randu dan air adalah 1 : 34. Jika Mr dari C<sub>18</sub>H<sub>32</sub>O<sub>2</sub> adalah 280 dan Mr H<sub>2</sub>O adalah 18 maka perbandingan beratnya adalah 280 : 612 dan jika densitas minyak randu 0,86 g/cm<sup>3</sup> serta air 1 g/cm<sup>3</sup> maka perbandingan volume minyak randu dan air 325,58 : 612 atau 1 : 1,87 [3].

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui temperatur pemanasan dan perbandingan konsentrasi yang optimal dalam memproduksi hidrogen dan karbondioksida.

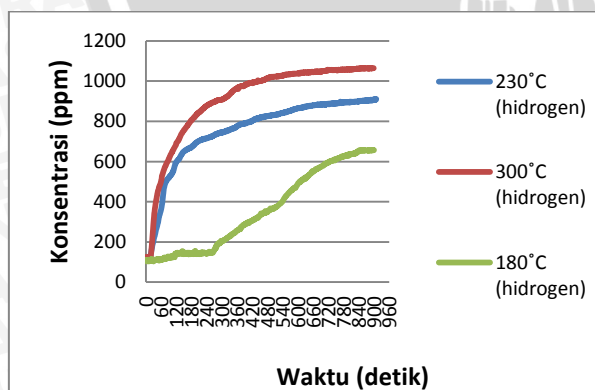
## METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Dimana bahan baku utamanya adalah minyak randu dan air. Minyak randu kemudian diuapkan pada temperatur 300 °C, 230 °C, dan 180 °C, lalu uap minyak randu dan air dengan perbandingan 1:2 1:1, 2:1, 3:1 dicampur dan dilewatkan tabung yang berisi katalis untuk menghasilkan H<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Katalis yang digunakan adalah LTS 302 berjumlah 4 biji dengan dimensi 116,625 mm<sup>2</sup>. Dalam penelitian ini objek yang diamati adalah laju konsentrasi H<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> (ppm). Pengamatan laju konsentrasi ini menggunakan sensor TGS 2610 untuk H<sub>2</sub> dan untuk CO<sub>2</sub> menggunakan sensor TGS 4160. Pengamatan yang dilakukan berlangsung selama 15 menit.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hubungan Variasi Temperatur Pemanasan Katalis Terhadap Produksi H<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>

#### Analisa Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Produksi Kecepatan Hidrogen pada Perbandingan Minyak Randu dan Air 3 : 1



Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Kecepatan Produksi Hidrogen pada Perbandingan Minyak randu dan Air 3 : 1

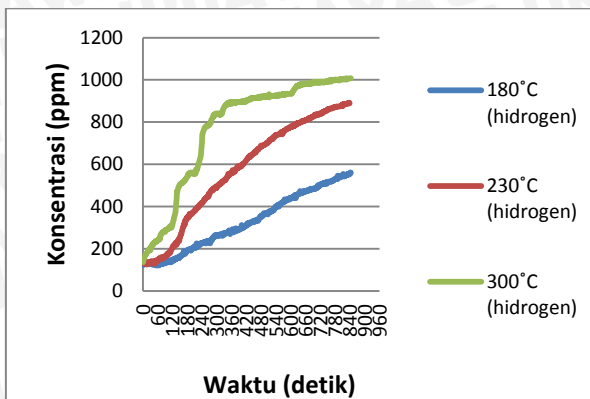
Grafik 4.1 menunjukkan konsentrasi produksi H<sub>2</sub> dengan variasi temperatur pemanasan katalis pada

perbandingan minyak dan air 3:1. Pada temperatur pemanasan 180°C produksi H<sub>2</sub> relatif kecil dibandingkan dengan temperatur pemanasan 230°C dan 300°C. Pada temperatur pemanasan 180°C juga menunjukkan bahwa konsentrasi H<sub>2</sub> yang diproduksi memiliki peningkatan yang relatif rendah. Pada variasi temperatur 230°C terlihat mengalami peningkatan produksi yang cepat pada menit awal, namun terjadi penurunan peningkatan dan mencapai kestabilan produksi di menit akhir percobaan. Hal ini juga terjadi pada variasi temperatur 300°C, dimana pada 5 menit pertama minyak mampu memproduksi H<sub>2</sub> sebesar 912 ppm secara cepat dan namun menurun tingkat produksinya pada 10 menit terakhir. Pada grafik juga ditunjukkan bahwa produksi H<sub>2</sub> paling tinggi terdapat pada temperatur pemanasan 300°C yakni 1064 ppm. Ini membuktikan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan pada katalis, maka semakin besar pula H<sub>2</sub> yang diproduksi. Hal ini sudah sesuai dengan rumus Arrhenius, yaitu :

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

Menurut rumus Arrhenius temperatur berpengaruh terhadap laju reaksi, semakin tinggi temperatur maka laju reaksi juga semakin cepat begitu juga dengan adanya katalis akan menurunkan energi aktivasi dari reaksi *steam reformer*, sehingga produksi hidrogen juga semakin banyak.

### Analisa Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Produksi Kecepatan Hidrogen pada Perbandingan Minyak Randu dan Air 2 : 1



Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Kecepatan Produksi Hidogen pada Perbandingan Minyak randu dan Air 2 : 1

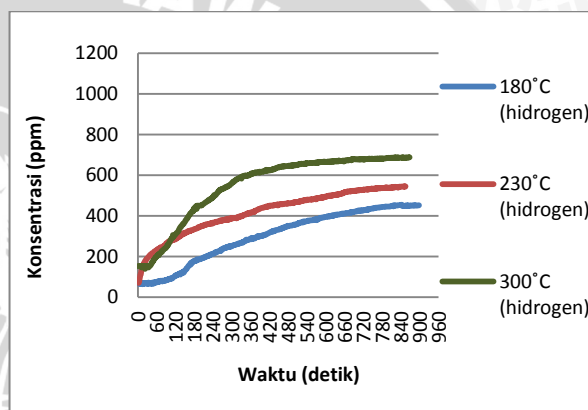
Grafik 4.2 menunjukkan konsentrasi produksi H<sub>2</sub> dengan variasi temperatur pemanasan katalis pada perbandingan minyak dan air 2:1. Pada temperatur pemanasan 180°C produksi H<sub>2</sub> relatif kecil dibandingkan dengan temperatur pemanasan 230°C dan 300°C. Pada temperatur pemanasa 180°C juga menunjukkan bahwa konsentrasi H<sub>2</sub> yang diproduksi memiliki peningkatan yang relatif rendah. Pada variasi temperatur 230°C terlihat mengalami peningkatan produksi yang cepat pada menit awal, namun terjadi penurunan peningkatan dan mencapai kestabilan produksi di menit akhir percobaan. Hal ini juga terjadi pada variasi temperatur 300°C, dimana pada 5 menit pertama minyak mampu memproduksi H<sub>2</sub> sebesar 839 ppm secara cepat dan namun menurun tingkat produksinya pada 10 menit terakhir. Pada grafik juga ditunjukkan bahwa produksi H<sub>2</sub> paling tinggi terdapat pada temperatur pemanasan 300°C yakni 1008 ppm. Ini membuktikan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan pada katalis, maka semakin besar pula H<sub>2</sub> yang diproduksi.

Hal ini sudah sesuai dengan rumus Arrhenius, yaitu :

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

Menurut rumus Arrhenius temperatur berpengaruh terhadap laju reaksi, semakin tinggi temperatur maka laju reaksi juga semakin cepat begitu juga dengan adanya katalis akan menurunkan energi aktivasi dari reaksi *steam reformer*, sehingga produksi hidrogen juga semakin banyak.

### Analisa Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Kecepatan Produksi Hidrogen pada Perbandingan Minyak Randu dan Air 1 : 1



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Kecepatan Produksi Hidogen pada Perbandingan Minyak randu dan Air 1 : 1

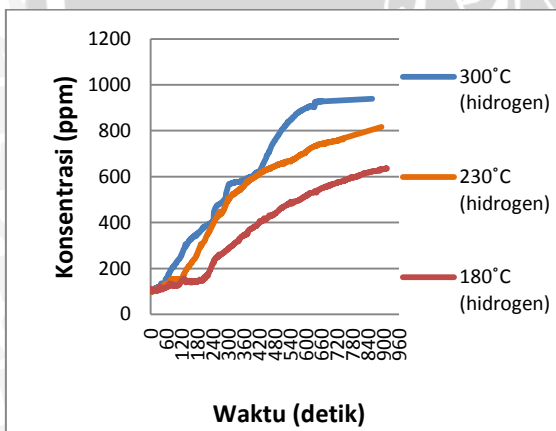
Grafik 4.3 menunjukkan konsentrasi produksi H<sub>2</sub> dengan variasi temperatur pemanasan katalis pada perbandingan minyak dan air 1:1. Pada temperatur pemanasan 180°C produksi H<sub>2</sub> relatif kecil dibandingkan dengan temperatur pemanasan 230°C dan 300°C. Pada temperatur pemanasa 180°C juga menunjukkan bahwa konsentrasi H<sub>2</sub> yang diproduksi memiliki peningkatan yang relatif rendah. Pada variasi temperatur 230°C terlihat mengalami peningkatan produksi yang cepat pada menit awal, namun terjadi penurunan peningkatan dan mencapai kestabilan produksi di menit akhir percobaan. Hal ini juga terjadi pada variasi temperatur 300°C, dimana pada 5 menit pertama minyak mampu

memproduksi H<sub>2</sub> sebesar 558 ppm secara cepat dan namun menurun tingkat produksinya pada 10 menit terakhir. Pada grafik juga ditunjukkan bahwa produksi H<sub>2</sub> paling tinggi terdapat pada temperatur pemanasan 300°C yakni 688 ppm. Ini membuktikan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan pada katalis, maka semakin besar pula H<sub>2</sub> yang diproduksi. Hal ini sudah sesuai dengan rumus Arrhenius, yaitu :

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

Menurut rumus Arrhenius temperatur berpengaruh terhadap laju reaksi, semakin tinggi temperatur maka laju reaksi juga semakin cepat begitu juga dengan adanya katalis akan menurunkan energi aktivasi dari reaksi *steam reformer*, sehingga produksi hidrogen juga semakin banyak.

**Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Kecepatan Produksi Hidrogen pada Perbandingan Minyak Randu dan Air 1 : 2**



Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Kecepatan Produksi Hidogen pada Perbandingan Minyak randu dan Air 1 : 2

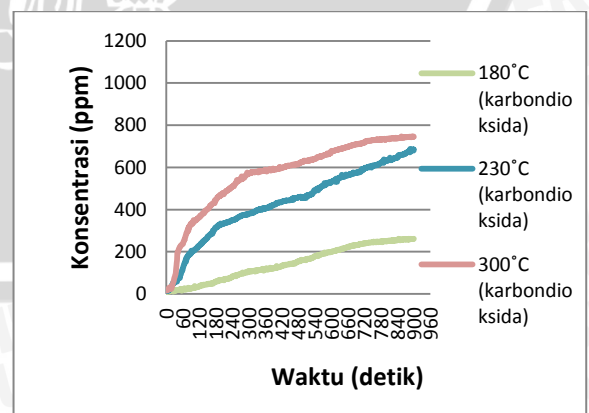
Grafik 4.4 menunjukkan konsentrasi produksi H<sub>2</sub> dengan variasi temperatur pemanasan katalis pada perbandingan minyak dan air 1:2. Pada temperatur pemanasan 180°C produksi H<sub>2</sub> relatif kecil dibandingkan dengan temperatur pemanasan 230°C dan 300°C. Pada temperatur pemanasa 180°C juga menunjukkan bahwa konsentrasi H<sub>2</sub> yang

diproduksi memiliki peningkatan yang relatif rendah. Pada variasi temperatur 230°C terlihat mengalami peningkatan produksi yang cepat pada menit awal, namun terjadi penurunan peningkatan dan mencapai kestabilan produksi di menit akhir percobaan. Hal ini juga terjadi pada variasi temperatur 300°C, dimana pada 5 menit pertama minyak mampu memproduksi H<sub>2</sub> sebesar 571 ppm secara cepat dan namun menurun tingkat produksinya pada 10 menit terakhir. Pada grafik juga ditunjukkan bahwa produksi H<sub>2</sub> paling tinggi terdapat pada temperatur pemanasan 300°C yakni 939 ppm. Ini membuktikan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan pada katalis, maka semakin besar pula H<sub>2</sub> yang diproduksi. Hal ini sudah sesuai dengan rumus Arrhenius, yaitu :

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

Menurut rumus Arrhenius temperatur berpengaruh terhadap laju reaksi, semakin tinggi temperatur maka laju reaksi juga semakin cepat begitu juga dengan adanya katalis akan menurunkan energi aktivasi dari reaksi *steam reformer*, sehingga produksi hidrogen juga semakin banyak.

**Analisa Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Kecepatan Produksi Karbondioksida pada Perbandingan Minyak Randu dan Air 3 : 1**



Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Kecepatan Produksi Karbondioksida pada Perbandingan Minyak randu dan Air 3 : 1



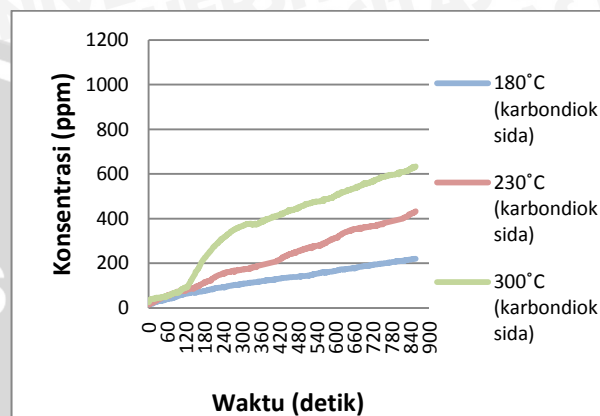
Grafik 4.5 menunjukkan konsentrasi produksi CO<sub>2</sub> dengan variasi temperatur pemanasan katalis pada perbandingan minyak dan air 3:1. Pada temperatur pemanasan 180°C produksi H<sub>2</sub> relatif kecil dibandingkan dengan temperatur pemanasan 230°C dan 300°C. Pada temperatur pemanasan 180°C juga menunjukkan bahwa konsentrasi CO<sub>2</sub> yang diproduksi memiliki peningkatan yang relatif rendah. Produksi CO<sub>2</sub> pada grafik yang ditunjukkan terlihat paling tinggi pada temperatur pemanasan 300°C sebesar 745 ppm, ini membuktikan bahwa selama proses reaksi pada temperatur 300°C memang cenderung memproduksi CO<sub>2</sub> dengan proses reaksi yang telah dijabarkan. Begitu pula dengan temperatur pemanasan yang semakin rendah maka produksi CO<sub>2</sub> selama percobaan cenderung lebih rendah, sehingga menunjukkan reaksi cenderung melakukan produksi CO. Ini membuktikan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan pada katalis, maka semakin besar pula CO<sub>2</sub> yang diproduksi.

Hal ini sudah sesuai dengan rumus Arrhenius, yaitu :

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

Menurut rumus Arrhenius temperatur berpengaruh terhadap laju reaksi, semakin tinggi temperatur maka laju reaksi juga semakin cepat begitu juga dengan adanya katalis akan menurunkan energi aktivasi dari reaksi *steam reformer*, sehingga produksi CO<sub>2</sub> juga semakin banyak.

### Analisa Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Kecepatan Produksi Karbondioksida pada Perbandingan Minyak Randu dan Air 2 : 1



Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Kecepatan Produksi Karbondioksida pada Perbandingan Minyak randu dan Air 2 : 1

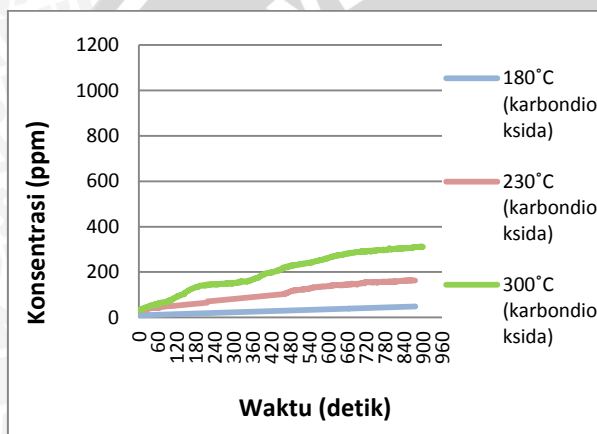
Grafik 4.6 menunjukkan konsentrasi produksi CO<sub>2</sub> dengan variasi temperatur pemanasan katalis pada perbandingan minyak dan air 2:1. Pada temperatur pemanasan 180°C produksi H<sub>2</sub> relatif kecil dibandingkan dengan temperatur pemanasan 230°C dan 300°C. Pada temperatur pemanasan 180°C juga menunjukkan bahwa konsentrasi CO<sub>2</sub> yang diproduksi memiliki peningkatan yang relatif rendah. Ini membuktikan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan pada katalis, maka semakin besar pula CO<sub>2</sub> yang diproduksi. Produksi CO<sub>2</sub> pada grafik yang ditunjukkan terlihat paling tinggi pada temperatur pemanasan 300°C sebesar 634 ppm, ini membuktikan bahwa selama proses reaksi pada temperatur 300°C memang cenderung memproduksi CO<sub>2</sub> dengan proses reaksi yang telah dijabarkan. Begitu pula dengan temperatur pemanasan yang semakin rendah maka produksi CO<sub>2</sub> selama percobaan cenderung lebih rendah, sehingga menunjukkan reaksi cenderung melakukan produksi CO.

Hal ini sudah sesuai dengan rumus Arrhenius, yaitu :

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

Menurut rumus Arrhenius temperatur berpengaruh terhadap laju reaksi, semakin tinggi temperatur maka laju reaksi juga semakin cepat begitu juga dengan adanya katalis akan menurunkan energi aktivasi dari reaksi *steam reformer*, sehingga produksi CO<sub>2</sub> juga semakin banyak.

#### Analisa Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Kecepatan Produksi Karbondioksida pada Perbandingan Minyak Randu dan Air 1 : 1



Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Kecepatan Produksi Karbondioksida pada Perbandingan Minyak randu dan Air 1 : 1

Grafik 4.7 menunjukkan konsentrasi produksi dan CO<sub>2</sub> dengan variasi temperatur pemanasan katalis pada perbandingan minyak dan air 1:1. Pada temperatur pemanasan 180°C produksi H<sub>2</sub> relatif kecil dibandingkan dengan temperatur pemanasan 230°C dan 300°C. Pada temperatur pemanasa 180°C juga menunjukkan bahwa konsentrasi CO<sub>2</sub> yang diproduksi memiliki peningkatan yang relatif rendah. Pada variasi temperatur 230°C terlihat mengalami peningkatan produksi yang cepat pada menit awal, namun terjadi penurunan peningkatan dan mencapai kestabilan produksi di menit akhir percobaan.

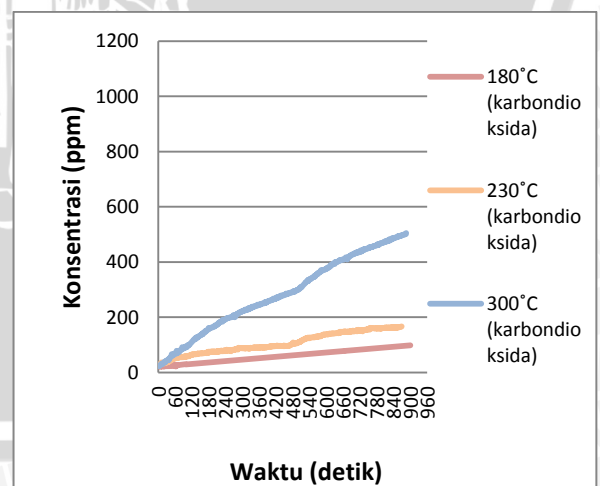
Produksi CO<sub>2</sub> pada grafik yang ditunjukkan terlihat paling tinggi pada temperatur pemanasan 300°C sebesar 311 ppm, ini membuktikan bahwa selama proses reaksi pada temperatur 300°C memang cenderung memproduksi CO<sub>2</sub> dengan proses reaksi yang telah dijabarkan. Begitu pula dengan temperatur pemanasan yang semakin rendah maka produksi CO<sub>2</sub> selama percobaan cenderung lebih rendah, sehingga menunjukkan reaksi cenderung melakukan produksi CO.

Hal ini sudah sesuai dengan rumus Arrhenius, yaitu :

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

Menurut rumus Arrhenius temperatur berpengaruh terhadap laju reaksi, semakin tinggi temperatur maka laju reaksi juga semakin cepat begitu juga dengan adanya katalis akan menurunkan energi aktivasi dari reaksi *steam reformer*, sehingga produksi CO<sub>2</sub> juga semakin banyak.

#### Analisa Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Kecepatan Produksi Karbondioksida pada Perbandingan Minyak Randu dan Air 1 : 2



Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Variasi Temperatur terhadap Kecepatan Produksi Karbondioksida pada Perbandingan Minyak randu dan Air 1 : 2

Grafik 4.8 menunjukkan konsentrasi produksi CO<sub>2</sub> dengan variasi

temperatur pemanasan katalis pada perbandingan minyak dan air 1:2. Pada temperatur pemanasan 180°C produksi H<sub>2</sub> relatif kecil dibandingkan dengan temperatur pemanasan 230°C dan 300°C. Pada temperatur pemanasan 180°C juga menunjukkan bahwa konsentrasi H<sub>2</sub> yang diproduksi memiliki peningkatan yang relatif rendah. Pada variasi temperatur 230°C terlihat mengalami peningkatan produksi yang cepat pada menit awal, namun terjadi penurunan peningkatan dan mencapai kestabilan produksi di menit akhir percobaan. Produksi CO<sub>2</sub> pada grafik yang ditunjukkan terlihat paling tinggi pada temperatur pemanasan 300°C sebesar 545 ppm, ini membuktikan bahwa selama proses reaksi pada temperatur 300°C memang cenderung memproduksi CO<sub>2</sub> dengan proses reaksi yang telah dijabarkan. Begitu pula dengan temperatur pemanasan yang semakin rendah maka produksi CO<sub>2</sub> selama percobaan cenderung lebih rendah, sehingga menunjukkan reaksi cenderung melakukan produksi CO.

Hal ini sudah sesuai dengan rumus Arrhenius, yaitu :

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

Menurut rumus Arrhenius temperatur berpengaruh terhadap laju reaksi, semakin tinggi temperatur maka laju reaksi juga semakin cepat begitu juga dengan adanya katalis akan menurunkan energi aktivasi dari reaksi *steam reformer*, sehingga produksi hidrogen juga semakin banyak.

## KESIMPULAN

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Temperatur berpengaruh terhadap produksi hidrogen dan karbondioksida yang dihasilkan, karena temperatur berbanding lurus dengan laju reaksi.
2. Semakin banyak bahan baku minyak randu maka hidrogen dan karbondioksida yang akan dihasilkan juga akan semakin banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

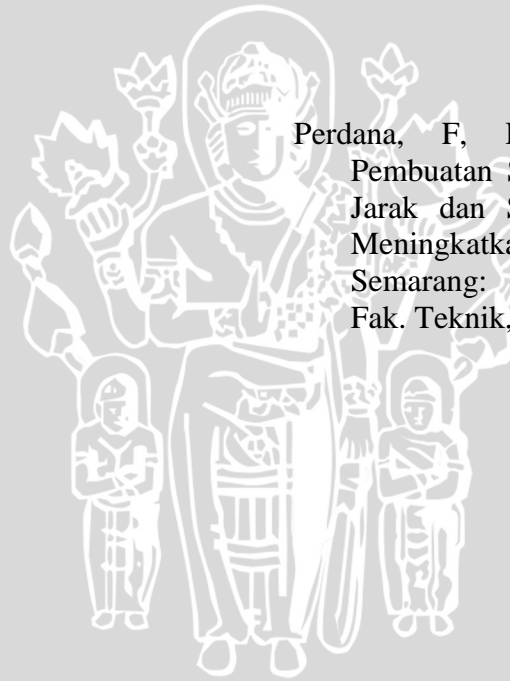
- [1] Hasan , A. 2007. Aplikasi Sistem *Fuel Cell* Sebagai Energi Ramah Lingkungan di Sektor Transportas dan Pembangkit. *J. Tek. Ling*, Vol. 8, No. 3, Hal. 277-286, Jakarta, September 2007 ISSN 1441-318X.
- [2] Wardana, ING. 2088. Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran. Malang: PT. Danar Wijaya- Brawijaya University Press.
- [3] Vagia, E, Ch., Lemidou, A. 2008. *Steam reforming of Bio-Oil Component (acetic Acid) for Hydrogen Production – Effect of Active Metal and Support Materials*. Department of Chemical Engineering, Aristotle

CEK LAGI KATA ASING HARUS  
MIRING

CEK LAGI KATA2MU ADA YG  
KURANG HURUF

RAPIIN GEB

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Perdana, F, K., Hakim, I. 2009.  
Pembuatan Sabun Cair Dari Minyak  
Jarak dan Soda Q Sebagai Upaya  
Meningkatkan Pasar Soda Q.  
Semarang: Jurusan Teknik Kimia,  
Fak. Teknik, Universitas Diponegoro.



**METODE PENELITIAN**

