

## DAFTAR ISI

|                                                  |              |
|--------------------------------------------------|--------------|
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                      | <b>i</b>     |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                           | <b>iii</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>                         | <b>vi</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                       | <b>vii</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>                      | <b>ix</b>    |
| <b>RINGKASAN .....</b>                           | <b>x</b>     |
| <b>SUMMARY .....</b>                             | <b>xi</b>    |
| <br><b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>               | <br><b>1</b> |
| 1.1 Latar Belakang Penelitian.....               | 1            |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                        | 2            |
| 1.3 Batasan Masalah .....                        | 3            |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                      | 3            |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                     | 3            |
| <br><b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>          | <br><b>4</b> |
| 2.1 Penelitian Sebelumnya .....                  | 4            |
| 2.2 Minyak Randu Sebagai Energi Alternatif ..... | 4            |
| 2.3 <i>Steam Reforming</i> .....                 | 7            |
| 2.4 Hidrogen .....                               | 8            |
| 2.5 <i>Konsep Mol</i> .....                      | 9            |
| 2.6 <i>Heat Flux</i> .....                       | 10           |

|      |                          |    |
|------|--------------------------|----|
| 2.7  | Persamaan Arrhenius..... | 10 |
| 2.8  | Laju Reaksi .....        | 11 |
| 2.9  | Reaksi Pencampuran ..... | 15 |
| 2.10 | Katalis.....             | 16 |
| 2.11 | Energi Aktivasi .....    | 16 |
| 2.12 | Hipotesa.....            | 17 |

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... 18**

|     |                                    |    |
|-----|------------------------------------|----|
| 3.1 | Metode Penelitian.....             | 18 |
| 3.2 | Tempat dan Waktu Pelaksanaan ..... | 18 |
| 3.3 | Variabel Penelitian .....          | 18 |
| 3.4 | Skema Alat.....                    | 19 |
| 3.5 | Peralatan Penelitian .....         | 21 |
| 3.6 | Prosedur Pelaksanaan .....         | 25 |
| 3.7 | Diagram Alir Penelitian.....       | 26 |

### **BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN..... 27**

|       |                                                                                                                                                  |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1   | Pengolahan Data .....                                                                                                                            | 27 |
| 4.2   | Data Hasil Pengujian .....                                                                                                                       | 27 |
| 4.3   | Perhitungan Efisiensi .....                                                                                                                      | 27 |
| 4.4   | Pembahasan .....                                                                                                                                 | 31 |
| 4.4.1 | Analisa Grafik Hubungan Antara Laju Produksi Hidrogen Pada Setiap Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Dengan Variasi Temperatur 200°C ..... | 32 |

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4.2 Analisa Grafik Hubungan Antara Laju Produksi Hidrogen Pada Setiap Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Dengan Variasi Temperatur 250°C .....  | 33 |
| 4.4.3 Analisa Grafik Hubungan Antara Laju Produksi Hidrogen Pada Setiap Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Dengan Variasi Temperatur 300°C .....  | 34 |
| 4.4.4 Analisa Grafik Hubungan Antara Jumlah Hidrogen Dengan Variasi Jumlah Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Pada Variasi Temperatur 200°C ..... | 35 |
| 4.4.5 Analisa Grafik Hubungan Antara Jumlah Hidrogen Dengan Variasi Jumlah Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Pada Variasi Temperatur 250°C ..... | 36 |
| 4.4.6 Analisa Grafik Hubungan Antara Jumlah Hidrogen Dengan Variasi Jumlah Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Pada Variasi Temperatur 300°C ..... | 37 |
| 4.4.7 Analisa Grafik Efisiensi Hasil Produksi Hidrogen .....                                                                                            | 38 |
| <b>BAB V PENUTUP</b> .....                                                                                                                              | 40 |
| 5.1 Kesimpulan .....                                                                                                                                    | 40 |
| 5.2 Saran .....                                                                                                                                         | 40 |

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL

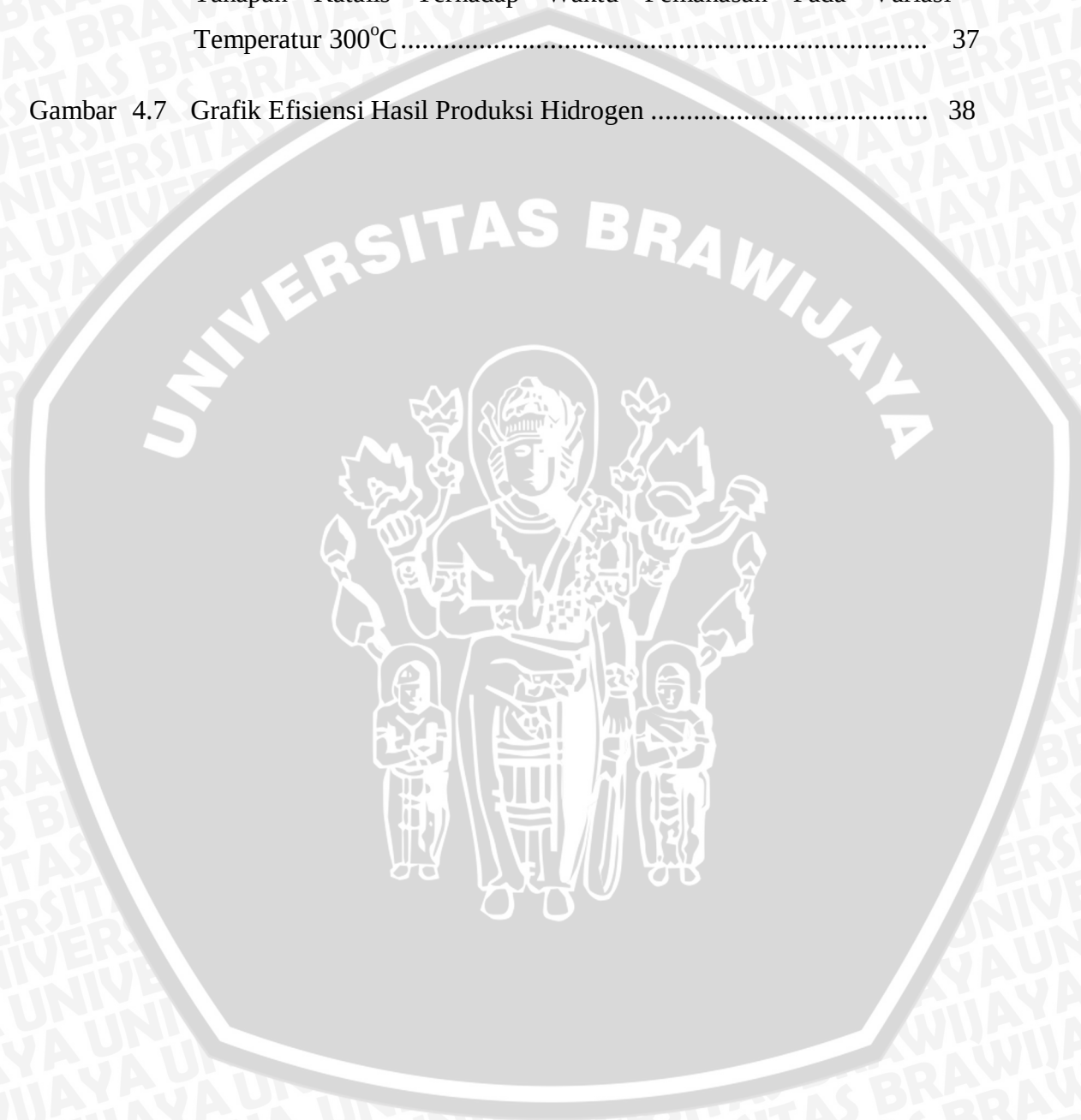
| No.       | Judul                                                             | Halaman |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2.1 | Contoh-contoh dari asam lemak tak jenuh                           | 5       |
| Tabel 2.2 | Kandungan zat dalam biji kapuk                                    | 6       |
| Tabel 2.3 | Komposisi asam lemak minyak biji randu                            | 6       |
| Tabel 2.4 | Karakteristik minyak randu                                        | 7       |
| Tabel 2.5 | Persamaan reaksi dan tahapan proses <i>steam reforming</i>        | 8       |
| Tabel 2.6 | Perbandingan suhu terhadap laju reaksi                            | 13      |
| Tabel 4.1 | Data hasil $Q_{\text{hidrogen}}$ pada laju produksi rata-rata     | 31      |
| Tabel 4.2 | Data hasil $\eta_{\text{hidrogen}}$ Proses <i>Steam Reforming</i> | 31      |



## DAFTAR GAMBAR

| No.         | Judul                                                                                                                                     | Halaman |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1  | Susunan ikatan molekul trigliserida .....                                                                                                 | 5       |
| Gambar 2.2  | Diagram proses <i>steam reforming</i> . ....                                                                                              | 7       |
| Gambar 2.3  | Grafik energy aktivasi .....                                                                                                              | 17      |
| Gambar 3.1  | Skema alat <i>steam reforming</i> .....                                                                                                   | 20      |
| Gambar 3.2  | Instalasi 1 tahapan katalis .....                                                                                                         | 19      |
| Gambar 3.3  | Instalasi 2 tahapan katalis .....                                                                                                         | 20      |
| Gambar 3.4  | Instalasi 3 tahapan katalis .....                                                                                                         | 20      |
| Gambar 3.5  | Tabung erlenmeyer.....                                                                                                                    | 21      |
| Gambar 3.6  | Plat pemanas .....                                                                                                                        | 21      |
| Gambar 3.7  | Thermocontroler.....                                                                                                                      | 22      |
| Gambar 3.8  | Botol infus .....                                                                                                                         | 22      |
| Gambar 3.9  | infus set.....                                                                                                                            | 22      |
| Gambar 3.10 | Katalis CuZn .....                                                                                                                        | 23      |
| Gambar 3.11 | Sensor gas H <sub>2</sub> .....                                                                                                           | 23      |
| Gambar 3.12 | Thermocouple .....                                                                                                                        | 24      |
| Gambar 3.13 | Microcontroller .....                                                                                                                     | 24      |
| Gambar 4.1  | Grafik Hubungan Antara Laju Produksi Hidrogen Pada Setiap Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Dengan Variasi Temperatur 200°C .....  | 32      |
| Gambar 4.2  | Grafik Hubungan Antara Laju Produksi Hidrogen Pada Setiap Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Dengan Variasi Temperatur 250°C .....  | 33      |
| Gambar 4.3  | Grafik Hubungan Antara Laju Produksi Hidrogen Pada Setiap Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Dengan Variasi Temperatur 300°C .....  | 34      |
| Gambar 4.4  | Grafik Hubungan Antara Jumlah Hidrogen Dengan Variasi Jumlah Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Pada Variasi Temperatur 200°C ..... | 35      |

|            |                                                                                                                                           |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.5 | Grafik Hubungan Antara Jumlah Hidrogen Dengan Variasi Jumlah Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Pada Variasi Temperatur 250°C ..... | 36 |
| Gambar 4.6 | Grafik Hubungan Antara Jumlah Hidrogen Dengan Variasi Jumlah Tahapan Katalis Terhadap Waktu Pemanasan Pada Variasi Temperatur 300°C ..... | 37 |
| Gambar 4.7 | Grafik Efisiensi Hasil Produksi Hidrogen .....                                                                                            | 38 |





## DAFTAR LAMPIRAN

| No.         | Judul                                                             |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|
| Lampiran 1a | Data hasil Pengujian produksi hidrogen pada temperatur 200°C      |
| Lampiran 1b | Data hasil Pengujian produksi hidrogen pada temperatur 250°C      |
| Lampiran 1c | Data hasil Pengujian produksi hidrogen pada temperatur 300°C      |
| Lampiran 2a | Data hasil Pengujian laju produksi hidrogen pada temperatur 200°C |
| Lampiran 2b | Data hasil Pengujian laju produksi hidrogen pada temperatur 250°C |
| Lampiran 2c | Data hasil Pengujian laju produksi hidrogen pada temperatur 300°C |
| Lampiran 3a | Perhitungan kalor hidrogen untuk temperature 250°C dan 300°C      |



## RINGKASAN

R. Luthfi Pratama S., Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, juni 2016, Pengaruh Temperatur Terhadap Produksi Hidrogen Dari Minyak Biji Randu Pada Steam Reforming Beringkat, Dosen Pembimbing: I.N.G Wardana dan Purnami.

Saat ini sampai beberapa tahun kedepan, manusia masih akan tergantung pada bahan bakar fosil. Melihat kondisi tersebut hal ini sangat mendorong berbagai pakar energi untuk mengembangkan energi yang lebih ramah lingkungan dan mendukung era energi berbasis hidrogen sebagai solusi penghematan bahan bakar fosil. Penggunaan minyak biji randu, air dan katalis CuZn sebagai bahan baku produksi hidrogen merupakan topik penelitian yang menarik dan menajikan. Penelitian kali ini menggunakan metode *steam reforming* bertingkat dengan jumlah tingkatan sebanyak 3 tingkatan atau tahapan dan di setiap tahapnya diuji pada temperatur yang berbeda-beda.

Dalam Penelitian ini, menguji pengaruh temperatur dan tahapan katalis untuk mengetahui kondisi refrensi standar dengan variasi temperatur 200°C, 250°C, 300°C dengan melewati 3 tahapan katalis pada setiap suhu dari jumlah perbandingan minyak biji randu dan air yaitu 3:1. Kemudian akan dilihat laju produksi, jumlah produksi dan efisiensi dari variasi penelitian tersebut.

Dari pembahasan pengaruh temperatur terhadap produksi dapat diambil kesimpulan, temperatur dan jumlah tahapan katalis berpengaruh terhadap laju produksi, jumlah produksi dan efisiensi pada proses steam reforming. Dimana temperatur semakin tinggi dan jumlah tahapan semakin banyak maka laju produksi, jumlah produksi dan efisiensi juga semakin meningkat. Hal ini di nyatakan pada grafik temperatur 300<sup>0</sup> C dengan jumlah 3 tahapan, mampu menghasilkan hidrogen paling tinggi.

**Keywords :** *Steam reformer,hyderogen*, laju reaksi, minyak nabati, minyak biji randu, katalis CuZn



## SUMMARY

R. Luthfi Pratama S., Majoring in mechanical engineering, Faculty of engineering, University of Brawijaya, juli 2016, Effect Of Temperature On Hydrogen Production From Ceiba Petrandra Oil In Multiple Steam Reforming, Supervisor: I.N.G Wardana and Purnami.

Currently up to several years to come, humans will still be contingent upon fossil fuels. Seeing these conditions it is extremely encouraging various energy experts to develop more environmentally-friendly energy and support the era of hydrogen-based energy as fossil fuel saving solutions. The use of the ceiba petrandra oil, water and a catalyst CuZn as a raw material for production of hydrogen is an interesting research topic and promising. The present study uses steam reforming method stratified by the number of levels as much as 3 levels or stages and at each stage tested at different temperatures.

In this study, examines the effect of temperature and catalyst phases to determine the standard reference conditions with temperature variation 200°C, 250°C, 300°C to pass three stages of a catalyst at any temperature from the number of comparisons ceiba petrandra oil and water is 3: 1. Then it will be the rate of production, amount of production and the efficiency of the variations of the study.

From the discussion effect of temperature on production can be concluded, temperature and amount of catalyst stages affect the rate of production, amount of production and the efficiency of the steam reforming process. Where temperatures are higher and the number of stages more then the rate of production, amount of production and efficiency is also growing increase. It is in the state at a temperature of 300°C graph with the number 3 stages, is able to produce the highest hydrogen.

**Keywords :** Steam reformer, hyderogen, reaction rate, vegetable oil, ceiba petrandra oil, catalyst CuZn