

**PENGARUH JUMLAH TAHAPAN KATALIS TERHADAP PRODUKSI
HIDROGEN DARI MINYAK BIJI RANDU DAN AIR**

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

**VERONIKA KRISTIANTI
NIM. 115060205111005-62**

KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN MESIN

MALANG

2015

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH JUMLAH TAHAPAN KATALIS TERHADAP PRODUKSI HIDROGEN DARI MINYAK BIJI RANDU DAN AIR

SKRIPSI KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh

VERONIKA KRISTIANTI
NIM. 115060205111005-62

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Ir. ING Wardana, M.Eng., Ph.D
NIP. 19590703 198303 1 002

Purnami, ST., MT.
NIP. 19770707 200812 1 005

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH JUMLAH TAHAPAN KATALIS TERHADAP
PRODUKSI HIDROGEN DARI MINYAK BIJI RANDU DAN
AIR**

**SKRIPSI
KONSENTRASI KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

**VERONIKA KRISTIANTI
NIM. 115060205111005-62**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
Tanggal 16 Juni 2015

Majelis Penguji

Skripsi I

Skripsi II

Prof. Ir. Sudjito, Ph.D.
NIP. 19470330 198002 1 001

Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT.
NIP. 19720903199702 1 001
199802 1 001

Skripsi III

Ir. Hastono Wijaya, MT.
NIP. 196012041986011 002
199903 1 004

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1
Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT
NIP. 19750802 199903 2 002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang selalu memberkati dan menyertai penulis dalam pengerjaan skripsi ini. Atas segala berkat dan kasih-Nya, penulis skripsi yang berjudul “Pengaruh Jumlah Tahapan Katalis Terhadap Produksi Hidrogen Dari Minyak Biji Randu Dan Air”. Banyak hambatan dan kesulitan yang penulis temui dalam penyusunan skripsi ini, namun berkat tekad yang kuat, dorongan, serta bantuan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Nurkholis Hamidi, ST.,Meng.,Dr.Eng. selaku Ketua Jurusan Mesin, Universitas Brawijaya Malang.
2. Ibu Dr.Eng Widya Wijayanti, ST.,MT selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin.
3. Bapak Prof. Ir. ING Wardana, M.Eng.,Ph.D.selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan menyusun skripsi ini.
4. Bapak Purnami, ST.,MT selaku Sekretaris Jurusan Mesin,Universitas Brawijaya Malang dan Dosen Pembimbing II.
5. Ibu Francisca Gayuh. U. D,ST.,MT selaku Ketua Kelompok Dasar Keahlian Bidang Konversi Energi.
6. Bapak Ari Wahjudi, ST.,MT. selaku Dosen Wali.
7. Seluruh Dosen Pengajar Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan yang sangat mendukung selama penyusunan skripsi.
8. Seluruh Staf Administrasi Jurusan Mesin dan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
9. Kedua orang tua saya Sasi Indrasih dan Matheus Mardi, serta kakak saya Carolina Mirnawati yang selalu memeberikan semangat kepada saya.
10. Para anggota asisten (Angga, Fernando, Syafril, Ricky, Andre, Alfian, Rega) dan laboran (Mas Eko) Laboratorium Motor Bakar yang membantu dan mendukung berjalannya penelitian ini.
11. Para putri - putri M’Gals11 (Ony, Sulis, Veli, Marita, Kiki, Twestika) yang selalu mendukung dan menghibur saya.

12. Sahabat – Sahabat kecil (Tyanma, Karina, Dian, Mustika, Dearma, Helmi, Huda, Wahyu) yang selalu ada buat saya.
13. Seluruh anggota Divisi Otomotif (TGK) Universitas Brawijaya
14. Seluruh sahabat KBMM Universitas Brawijaya khususnya keluarga besar Kamikaze (M'11)
15. Serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Tiada gading yang tak retak, begitu juga halnya dengan skripsi ini yang masih banyak ditemukan kekurangan-kekurangan. Oleh sebab itu, penulis menerima masukan, saran, ataupun kritikyang sifatnya membangun dari semua pihak untuk penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat khususnya para akademisi.

Malang, Juni 2015



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Minyak Randu	4
2.3 Hidrogen	7
2.4 <i>Steam reforming</i>	9
2.5 Laju Reaksi	10
2.6 Reaksi Pencampuran	11
2.7 Konsep Mol	12
2.8 <i>Heat Fluks</i>	12
2.9 Katalis	13
2.9.1 Pengertian dan Kegunaan Katalis	13
2.9.2 Energi Aktivasi	14
2.10 Hipotesa	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Metode Penelitian.....	16
3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	16
3.3 Variabel Penelitian	16

3.4 Skema Alat 17

3.5 Peralatan Penelitian 19

3.6 Prosedur Pelaksanaan 26

3.7 Rancangan Pembahasan 27

3.8 Diagram Alir Penelitian 28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 29

4.1 Pengolahan Data 29

4.2 Data Hasil Penelitian 29

4.3 Perhitungan 29

4.3.1 Perhitungan Perbandingan Tetesan Minyak Randu dan Air 29

4.3.2 Perhitungan efisiensi 30

4.4 Pembahasan 31

4.4.1 Analisa Grafik hubungan antara produksi hidrogen perbandingan massa minyak dan air 1:1 32

4.4.2 Analisa Grafik hubungan antara produksi hidrogen perbandingan massa minyak dan air 1:3 33

4.4.3 Analisa Grafik hubungan antara produksi hidrogen perbandingan massa minyak dan air 3:1 34

4.4.4 Analisa Grafik hubungan antara Laju Produksi Hidrogen Perbandingan Massa Minyak : Air 1:1 35

4.4.5 Analisa Grafik hubungan antara Laju Produksi Hidrogen Perbandingan Massa Minyak : Air 1:3 36

4.4.6 Analisa Grafik hubungan antara Laju Produksi Hidrogen Perbandingan Massa Minyak : Air 3:1 37

4.4.7 Analisa Grafik Efisiensi Hasil Produksi Hidrogen 38

BAB V PENUTUP 40

5.1 Kesimpulan 40

5.2 Saran 40

DAFTAR PUSTAKA xii

LAMPIRAN 42



DAFTAR GAMBAR

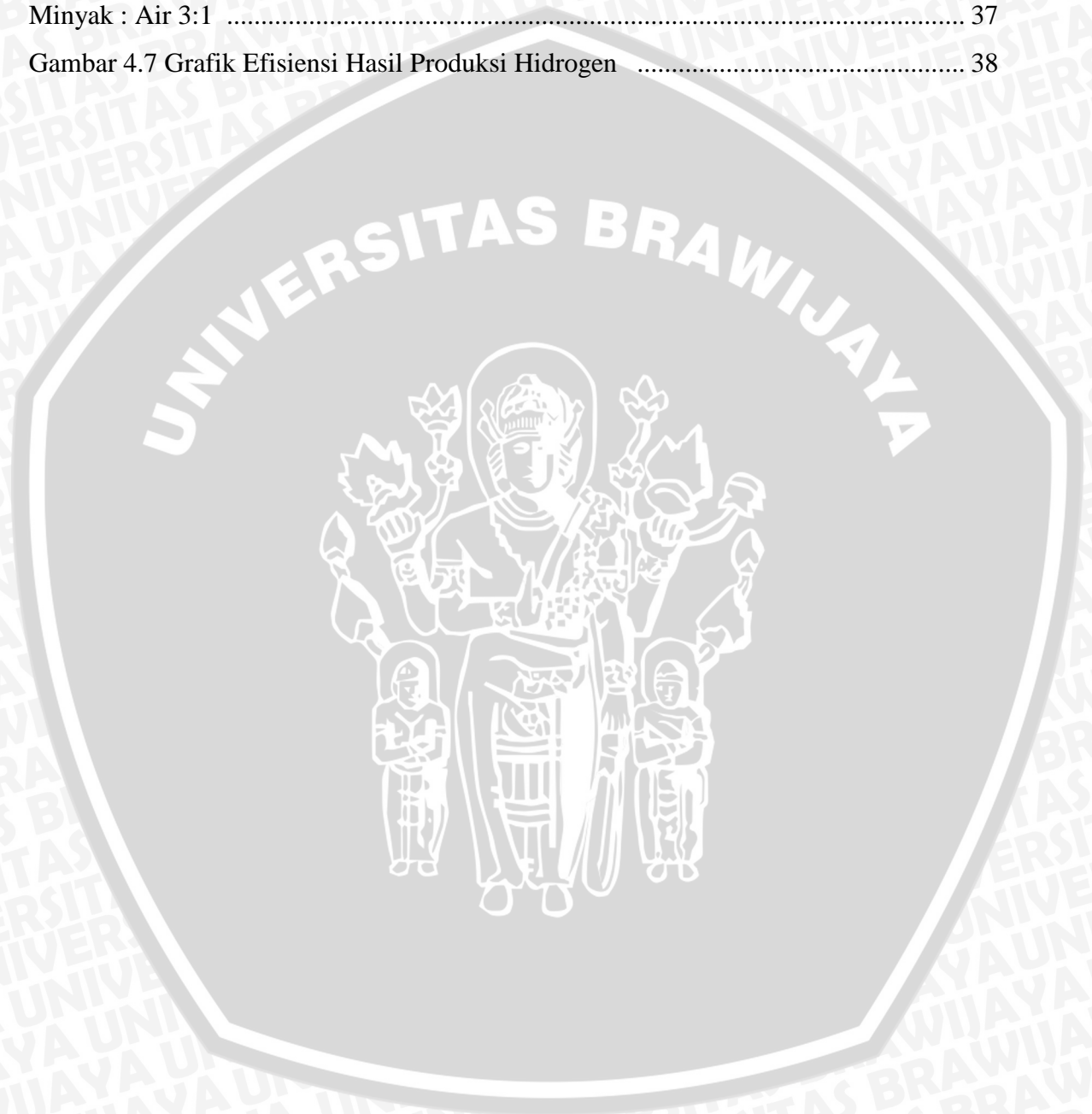
No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Buah dan biji tanaman kapuk randu	5
Gambar 2.2	Cadangan biji randu di salah satu pabrik penghasil minyak randu	5
Gambar 2.3	Susunan ikatan molekul trigliserida.....	6
Gambar 2.4	Proses <i>steam reforming</i>	9
Gambar 2.5	Grafik Energi Aktivasi	14
Gambar 3.1	Skema alat <i>steam reforming</i>	17
Gambar 3.2	Instalasi 1 tahapan katalis	18
Gambar 3.3	Instalasi 2 tahapan katalis	18
Gambar 3.4	Instalasi 3 tahapan katalis	18
Gambar 3.5	Tabung Erlenmeyer	19
Gambar 3.6	Pipa tembaga	19
Gambar 3.7	Botol infus dan alat infuse	20
Gambar 3.8	Kompur	20
Gambar 3.9	Plat pemanas (<i>heater</i>).....	21
Gambar 3.10	<i>Thermocontroler</i>	21
Gambar 3.11	Sumbat Karet	22
Gambar 3.12	Konfigurasi sensor gas Hidrogen	22
Gambar 3.13	Sensor gas hydrogen	23
Gambar 3.14	Katalis	23
Gambar 3.15	Dimensi Katalis CuZn.....	24
Gambar 3.16	Tempat penampungan gas	24
Gambar 3.17	<i>Stopwatch</i>	25
Gambar 3.18	Modul Mikrokontroler	25
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara produksi hidrogen pada perbandingan massa minyak dan air 1:1	32
Gambar 4.2	Grafik hubungan antara produksi hidrogen pada perbandingan massa minyak dan air 1:3	33
Gambar 4.3	Grafik hubungan antara produksi hidrogen pada perbandingan massa minyak dan air 3:1	34

Gambar 4.4 Grafik hubungan antara Laju Produksi Hidrogen Perbandingan Massa Minyak : Air 1:1 35

Gambar 4.5 Grafik hubungan antara Laju Produksi Hidrogen Perbandingan Massa Minyak : Air 1:3 36

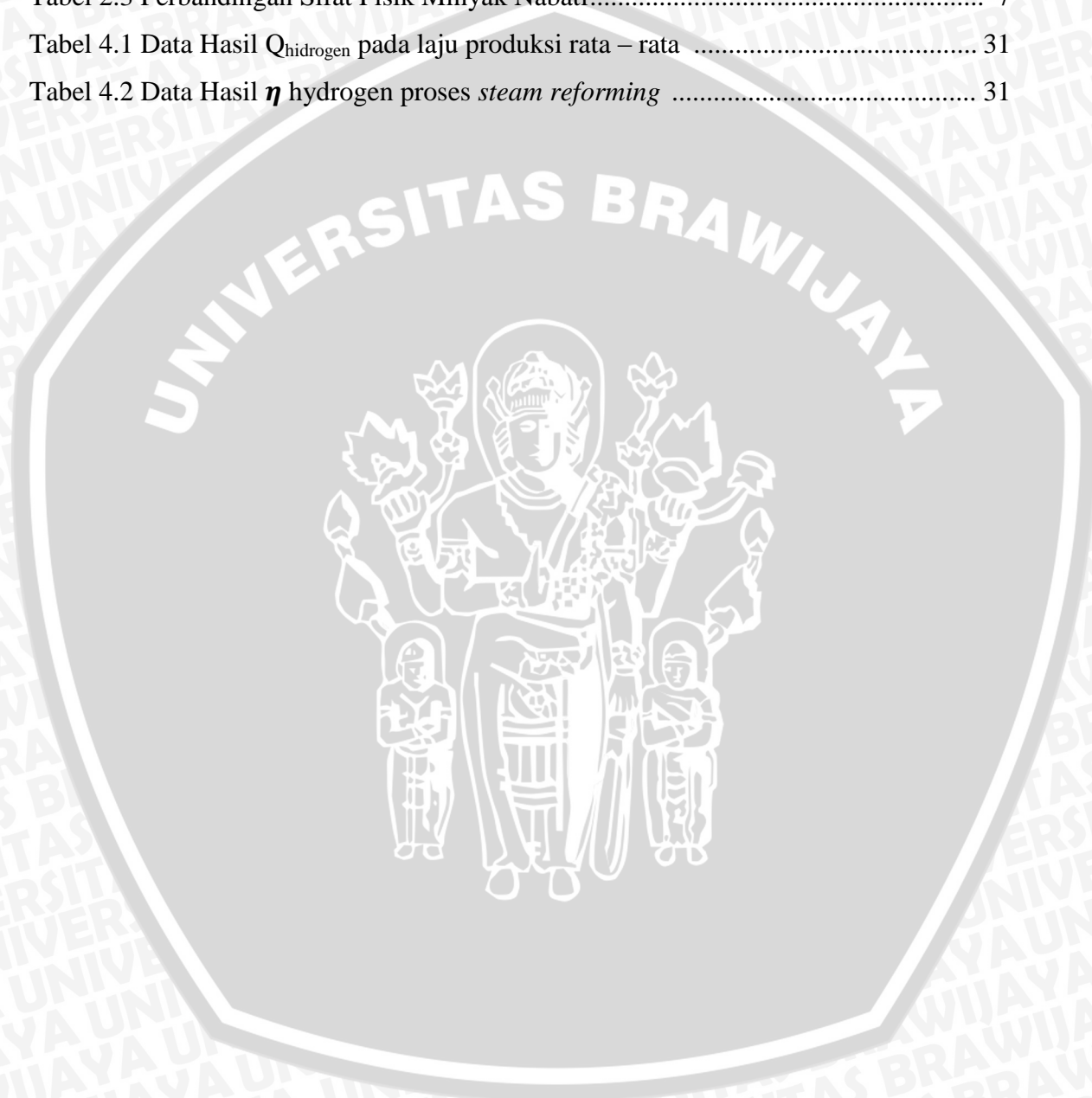
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara Laju Produksi Hidrogen Perbandingan Massa Minyak : Air 3:1 37

Gambar 4.7 Grafik Efisiensi Hasil Produksi Hidrogen 38



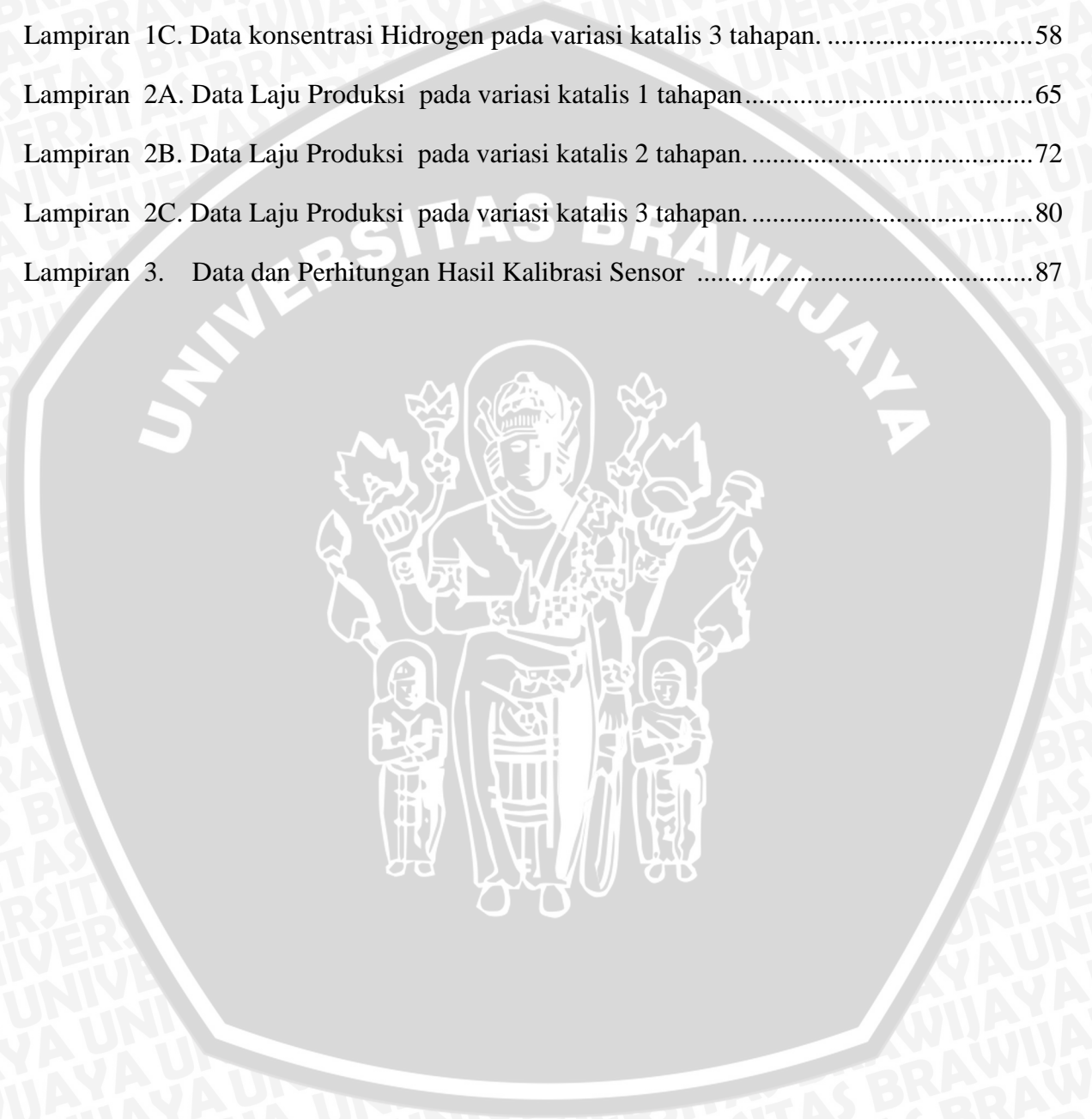
DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Komposisi Minyak Biji Kapuk.....	6
Tabel 2.2	Komposisi Minyak Biji Kapuk Randu	7
Tabel 2.3	Perbandingan Sifat Fisik Minyak Nabati.....	7
Tabel 4.1	Data Hasil Q_{hidrogen} pada laju produksi rata – rata	31
Tabel 4.2	Data Hasil η hydrogen proses <i>steam reforming</i>	31



DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
Lampiran 1A.	Data konsentrasi Hidrogen pada variasi katalis 1 tahapan	42
Lampiran 1B.	Data konsentrasi Hidrogen pada variasi katalis 2 tahapan.	50
Lampiran 1C.	Data konsentrasi Hidrogen pada variasi katalis 3 tahapan.	58
Lampiran 2A.	Data Laju Produksi pada variasi katalis 1 tahapan.....	65
Lampiran 2B.	Data Laju Produksi pada variasi katalis 2 tahapan.....	72
Lampiran 2C.	Data Laju Produksi pada variasi katalis 3 tahapan.....	80
Lampiran 3.	Data dan Perhitungan Hasil Kalibrasi Sensor	87



RINGKASAN

Veronika Kristianti, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juni 2015, Pengaruh Jumlah Tahapan Katalis Terhadap Produksi Hidrogen Dari Minyak Biji Randu Dan Air, Dosen Pembimbing : I.N.G. Wardana dan Purnami.

Dengan semakin berkembangnya penggunaan hidrogen sebagai energi alternatif maka penelitian tentang produksi hidrogen menjadi sangat berkembang. Salah satu cara produksi hidrogen adalah dengan memecah hidrogen dari bahan dasarnya. Produksi hidrogen dilakukan dengan proses *steam reforming* pada minyak biji randu, dengan bantuan katalis CuZn untuk mempercepat pemisahan gas hidrogen dan memperbesar produksi gas. Katalis yang digunakan dalam hal ini adalah katalis yang memiliki keaktifan dan stabilitas yang tinggi. Pada umumnya peneliti – peneliti sebelumnya menyarankan agar menggunakan Cu sebagai logam aktif untuk menghasilkan katalis yang diinginkan karena Cu mudah terdeaktivasi pada suhu tinggi.

Pada penelitian diuji pengaruh banyaknya tahapan katalis yang efektif untuk digunakan dalam produksi maksimal hidrogen sebagai hasil dari pencampuran minyak randu dan air dengan perbandingan 1:1 ; 1:3 ; 3:1 serta menggunakan temperatur pemanasan katalis 250°C. Variabel yang dipakai dalam penelitian ini: waktu dan konsentrasi gas diinputkan ke modul mikrokontroler. Kedua variabel (konsentrasi dan waktu) digunakan untuk menentukan secara teori laju produksi yang digunakan untuk memprediksi bahan pereaksi dan produk reaksi tiap satuan waktu serta juga digunakan untuk menghitung kebutuhan energi yang digunakan untuk produksi hidrogen.

Hasil dari penelitian ini didapatkan semakin banyak tahapan katalis maka hasil produksi, laju produksi, dan efisiensi hidrogen semakin besar. Hal ini terjadi karena dengan bertambahnya jumlah tahapan katalis maka luas bidang kontak katalis semakin besar, sehingga reaksi penguraian minyak nabati oleh uap menjadi hydrogen semakin banyak. Katalis dengan 3 tahapan memiliki hasil produksi, laju produksi, dan efisiensi yang cenderung lebih tinggi daripada dengan menggunakan variasi katalis 1 tahapan dan 2 tahapan.

Kata kunci : *steam reforming, hydrogen, minyak biji randu, catalyst*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu masalah yang meresahkan saat ini adalah suhu rata-rata global pada permukaan Bumi telah meningkat 0.74 ± 0.18 °C (1.33 ± 0.32 °F) selama seratus tahun terakhir. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menyimpulkan bahwa, "sebagian besar peningkatan suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20 kemungkinan besar disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca akibat aktivitas manusia" melalui efek rumah kaca. Kesimpulan dasar ini telah dikemukakan oleh setidaknya 30 badan ilmiah dan akademik, termasuk semua akademi sains nasional dari negara-negara G8.

Keadaan tersebut menuntut dikembangkannya teknologi berbahan bakar alternatif yang murah dan mudah didapatkan, persediaannya melimpah, serta berasal dari sumber daya alam Indonesia yang ramah lingkungan. Dunia energi selalu diarahkan oleh negara maju dari penggunaan BBM transisi dengan metode hibrit, kemudian lebih diruncingkan lagi dalam menuju transisi menggunakan bahan bakar gas (BBG) yang menggunakan gas Hidrogen (H_2). Bahan bakar gas (BBG) Hidrogen ini sangat ramah lingkungan karena tidak menghasilkan polusi udara atau gas rumah kaca bila digunakan pada *power plant* dan pada kendaraan. Emisi gas buangnya tidak mengeluarkan gas CO_2 dan hanya menghasilkan oksida nitrogen (NO_x) saat dibakar. BBG Hidrogen ini juga memiliki potensi secara dramatis mengurangi ketergantungan kita pada minyak impor. Terbukti dengan mayoritas industri dunia dalam mendukung regenerasi mesin berbahan bakar minyak ke mesin berbahan bakar gas hidrogen. Perusahaan-perusahaan produsen mobil sudah mampu membuat mobil berbahan bakar hidrogen dalam skala komersial. Indonesia sebagai negara berkembang ada baiknya mengikuti trend dunia dan mempelajari produksi Hidrogen.

Diperkirakan kebutuhan Hidrogen pada masa yang akan datang akan terus meningkat. Untuk mengantisipasi lonjakan permintaan hidrogen berbagai teknologi produksi terus dikembangkan. Gas Hidrogen (H_2) biasanya dihasilkan secara industri dari berbagai senyawa hidrokarbon seperti metana melalui *steam reforming*. Gas hidrogen juga dapat dihasilkan dari air melalui proses elektrolisis, namun proses ini secara komersial lebih mahal daripada produksi hidrogen dari gas alam. Salah satu

bahan alami yang dapat digunakan sebagai material penghasil gas hidrogen adalah minyak biji randu. Biji randu mengandung 24%-40% minyak. Dengan proses *steam reforming* minyak biji randu dapat menghasilkan gas Hidrogen yang nantinya akan bisa memenuhi kebutuhan bahan bakar gas Hidrogen (H_2).

Keberadaan bahan baku yang cukup melimpah merupakan kesempatan besar untuk bisa dikembangkan menjadi pilihan energi alternatif yang di produksi dalam skala komersial. Di kabupaten Pasuruan terdapat perkebunan kapuk randu seluas 12.604 hektar, dengan jumlah 2.048.757 pohon randu dan dapat menghasilkan lebih dari 7900 ton biji randu (Pasuruankab, 2011). Minyak biji randu selama ini hanya digunakan sebagai bahan baku alat peneran, minyak pelumas, campuran *coating* pada genting, campuran pada kain batik, serta sumber protein untuk sapi dan domba.

Dengan semakin berkembangnya penggunaan hidrogen sebagai energi alternatif maka penelitian tentang produksi hidrogen menjadi sangat berkembang. Salah satu cara produksi hidrogen adalah dengan memecah hidrogen dari bahan dasarnya. Produksi hidrogen dilakukan dengan proses *steam reforming* pada minyak biji randu, dengan bantuan katalis CuZn untuk mempercepat pemisahan gas hidrogen dan banyaknya gas yang dihasilkan dari proses *steam reforming* ini. Katalis yang digunakan dalam hal ini adalah katalis yang memiliki keaktifan dan stabilitas yang tinggi. Pada penelitian pada umumnya menyarankan agar menggunakan Cu sebagai logam aktif untuk menghasilkan katalis yang diinginkan karena Cu mudah terdeaktivasi pada suhu tinggi..

Dan dalam penelitian kali ini akan mengembangkan penggunaan minyak biji randu sebagai bahan bakar energi alternatif yang digunakan secara masal sebagai bahan baku utama penghasil gas hidrogen dengan pengujian pengaruh tahapan katalis terhadap produk gas hidrogen yang dihasilkan. Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa gas hasil penguapan campuran minyak biji randu dan air melewati katalis yang lebih banyak akan menghasilkan gas hidrogen yang banyak pula. Dengan penelitian ini diharapkan bisa mengetahui seberapa efektif tahapan katalis yang bisa digunakan untuk menghasilkan kadar gas hidrogen yang maksimal.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam pengerjaan penelitian ini adalah bagaimana pengaruh jumlah tahapan katalis terhadap produksi hidrogen yang dilakukan dengan proses *steam reforming* pada campuran minyak randu dan air.

1.3 Batasan Masalah

Akibat banyaknya kemungkinan yang terjadi dalam penelitian ini, permasalahan harus dibatasi dan ruang lingkup harus terungkap dengan jelas. Maka penelitian ini difokuskan kepada :

1. Suhu pemanasan pada minyak randu, air, katalis dan uap campuran dijaga agar tetap konstan.
2. Katalis yang digunakan CuZn
3. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *steam reforming*
4. Produk yang diamati adalah konsentrasi dari gas hidrogen dengan menggunakan satuan *part per million* (ppm)

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk :

1. Menghasilkan bahan bakar gas hidrogen sebagai pengganti bahan bakar minyak sebagai alternatif energi.
2. Mengetahui pengaruh katalis terhadap hasil gas hidrogen dengan proses *steam reforming*.
3. Mengetahui efisiensi yang dihasilkan dari minyak biji randu menjadi hidrogen.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah

1. Memberikan pengetahuan atau wawasan kepada penulis maupun pembaca nantinya.
2. Memberikan pengetahuan atau masukan yang akan diterapkan pada industri pemakaian bahan bakar,
3. Untuk memaksimalkan penggunaan minyak randu sebagai salah satu minyak nabati *non edible oil* yang mampu memproduksi hidrogen dengan menggunakan proses *steam reforming*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Sihite (2014), melakukan penelitian mengenai pembuatan hidrogen dari minyak jarak dengan metode *steam reforming*. Metode *steam reforming* digunakan untuk proses pembuatan hidrogen dengan cara menguapkan campuran minyak jarak dan air. Hasil penguapan yang telah bercampur dilewatkan melalui katalis sehingga menghasilkan dan mempercepat produksi hidrogen. Dari penelitian tersebut diperoleh bahwa produksi hidrogen terbanyak didapatkan pada variasi perbandingan minyak jarak dan air adalah 3:1. Dengan menggunakan jumlah katalis yang semakin banyak, didapatkan produksi hidrogen semakin tinggi.

Dhoyfur (2015), melakukan penelitian mengenai pembuatan hidrogen dari minyak kelapa dengan teknik yang sama yaitu dengan metode *steam reforming*. Metode *steam reforming* digunakan untuk proses pembuatan hidrogen dengan cara menguapkan minyak kelapa dan air. Hasil penguapan yang telah bercampur dilewatkan melalui katalis sehingga menghasilkan dan mempercepat produksi hidrogen. Dari penelitian tersebut diperoleh bahwa produksi hidrogen terbanyak didapatkan dari variasi perbandingan minyak kelapa dan air adalah 3 : 1 yaitu 858 ppm (6 katalis). Dan perbandingan minyak kelapa dan air 1:2 mempunyai nilai efisiensi yang paling tinggi dibanding dengan perbandingan 3:1, karena perbandingan 1:2 menghasilkan hidrogen lebih baik yang sesuai dengan persamaan reaksi pencampuran.

2.2 Minyak Randu

Minyak nabati adalah minyak yang dihasilkan dari tumbuh-tumbuhan, walaupun kebanyakan bagian dari tanaman dapat menghasilkan minyak, tetapi biji-bijian merupakan sumber yang utama. Minyak nabati dapat digunakan baik untuk keperluan memasak maupun industri. Minyak nabati merupakan senyawa ester dari gliserin dan campuran berbagai jenis asam lemak, tidak larut dalam air tetapi dalam pelarut organik.

Salah satu jenis minyak nabati yang sedang dikembangkan untuk bahan baku bahan bakar adalah minyak biji randu. Minyak biji randu diperoleh kurang lebih 20% dengan cara pengepresan, ekstraksi pelarut atau kombinasi keduanya. Minyak biji randu hampir menyerupai minyak biji kapas, meskipun warnanya lebih terang.

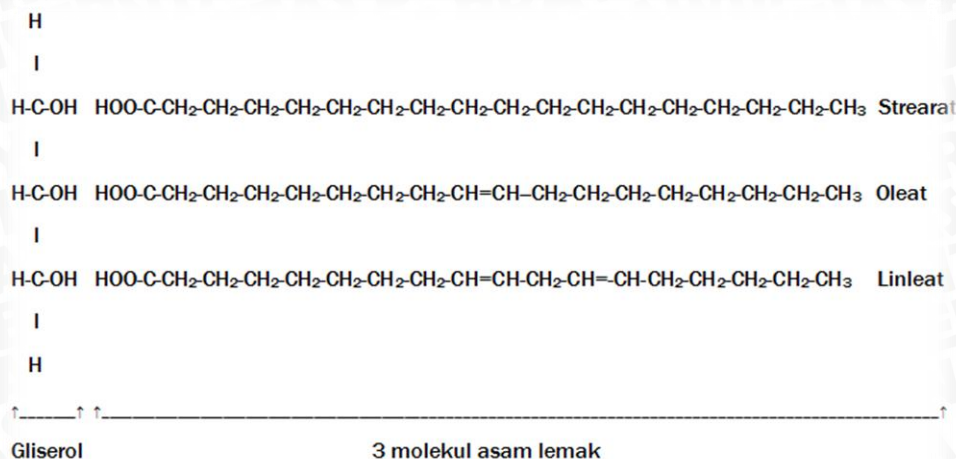


Gambar 2.1 Buah dan biji tanaman kapuk randu



Gambar 2.2 Cadangan biji randu di salah satu pabrik penghasil minyak randu Pasuruan

Minyak biji randu termasuk minyak tidak jenuh dengan asam lemak tidak jenuh sebesar 80-85%. Asam lemak penyusun terbesar adalah asam oleat, struktur asam oleat seperti pada gambar dibawah.



Gambar 2.3 Susunan ikatan molekul trigliserida
 Sumber : wardhana 2008

Pada gambar 2.3 menjelaskan bahwa struktur molekul lemak nabati dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian yang pertama disebut gliserol sedangkan bagian yang kedua disebut trigliserida. Trigliserida adalah susunan molekul yang tersusun dari tiga cabang asam lemak. Molekul trigliserida banyak mengandung atom karbon dan hidrogen yang hampir mirip dengan hidrokarbon dalam bahan bakar. Dari hal ini menjelaskan asam lemak dari minyak nabati dapat dijadikan sebagai bahan bakar. Setiap tumbuhan menyimpan energi dalam lemak dan minyak dan sebagian besar terkandung dalam biji tumbuhan tersebut sehingga untuk mendapat minyak dari tumbuhan biasanya diperoleh dengan cara memeras bijinya (Wardana, 2008).

Tabel 2.1. Komposisi Minyak Biji Kapuk

Komposisi	% berat
Trigliserida	90,5
FFA (<i>Free Fatty Acid</i>)	7,5
Fosfatida	1,5
Material tak tersabunkan	0,5

Sumber: Bailey, 1996

Tabel 2.2 Komposisi Minyak Biji Kapuk Randu

No.	Persen	Retensi Waktu	Jenis Asam Lemak (Trigliserida)
1	0.176	44.669	Asam 9-heksadekanoat
2	24.765	45.112	Asam palmitat
3	0.556	46.553	Asam 2-heksil siklopropanoktanoat
4	0.611	47.328	Asam dekstro kamforat
5	35.107	48.283	Asam 8,11-oktadekadienoat
6	21.623	48.398	Asam elaidat
7	0.649	48.864	Asam stearate
8	1.005	49.659	Asam malvalat
9	2.078	50.316	Asam 2-oktil siklopropanoktanoat
10	0.334	51.386	Asam 2-oktilsiklopropena-1-oktanoat
11	0.805	52.303	Asam arakhidat
12	0.529	55.482	Asam behenat / asam dokosanoat

Sumber: Pengujian Komposisi GC-MS Laboratorium ULP Farmasi UNAIR.

Tabel 2.3 Perbandingan Sifat Fisik Minyak Nabati

Karakteristik	Minyak Randu	Minyak Jarak	Minyak Sawit
Massa Jenis (kg/m^3)	960 – 970	900 – 910	910 – 920
Viskositas Kinematik (cSt)	46 – 50	30 – 36	30 – 36
Nilai Kalor (kkal/kg)	8000 – 8100	8300 – 8400	8300 – 8500
Titik Nyala ($^{\circ}\text{C}$)	220 – 229	229 – 235	225 – 232

Sumber : Balittas Litbang (2013:352-354)

2.3 Hidrogen

Pertumbuhan kebutuhan energi dunia semakin besar dari tahun ke tahun. “*World Energy and Climate Policy Outlook*” (WECO) di Eropa memprediksi bahwa laju pertumbuhan kebutuhan energi primer dunia pada tahun 2000-2030 adalah sebesar 1,8 persen per tahun. Kebutuhan energi tersebut dipenuhi melalui pemanfaatan energi fosil yang dampaknya berupa meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca dan polutan lainnya. Berkurangnya cadangan energi tersebut membuat harga BBM semakin mahal. Hidrogen menjadi perhatian serius para pengembang energi terbarukan di negara-negara maju selain karena lebih bersih (ramah lingkungan karena pada penggunaannya hanya akan menghasilkan sisa berupa uap air yang relatif aman) dan unggul dari segi efisiensi juga dikarenakan adanya proyeksi akan kemampuan hidrogen menggantikan peran energi fosil di masa depan khususnya sebagai sumber energi untuk sarana transportasi.

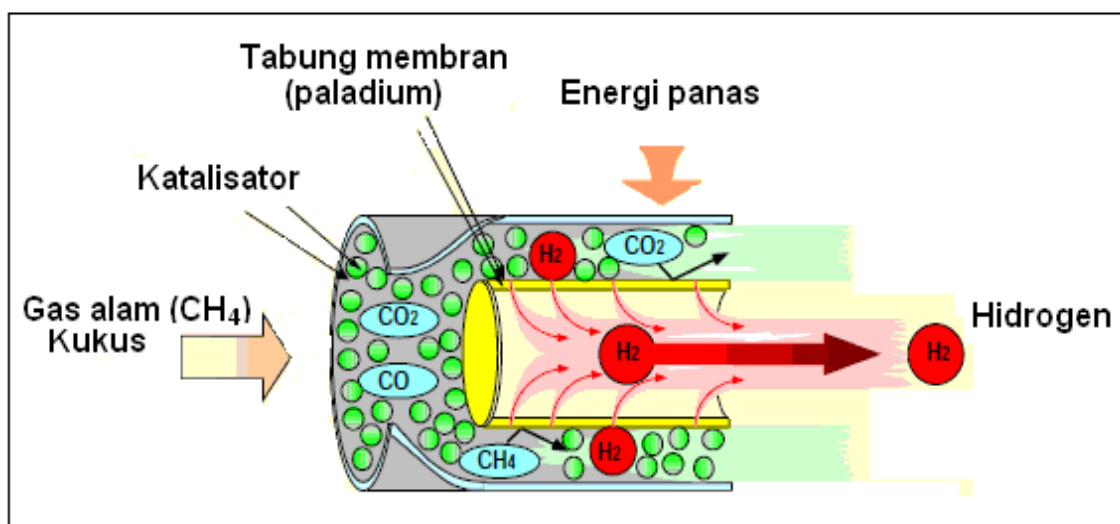
Di alam, unsur hidrogen paling mudah ditemukan pada senyawa air dan senyawa organik. Bersama molekul oksigen keduanya berperan membentuk molekul air. Hal mendasar yang paling membedakan hidrogen dengan sumber energi lain yakni sifatnya sebagai *energy carier* (pembawa energi) seperti halnya energi listrik dan bukan sebagai *energy source* (sumber energi) seperti sumber energi fosil. Oleh karena sifatnya sebagai pembawa energi, maka di alam hidrogen tidak terdapat dalam molekul bebasnya sehingga tidak dapat ditambang seperti energi fosil.

Untuk mendapatkan hidrogen maka hidrogen harus diproduksi. Sebanyak 95 persen dari hidrogen yang digunakan saat ini berasal dari pemrosesan gas alam. Sisanya diproduksi secara elektrolisa – sebuah proses yang menguraikan air ke dalam komponen-komponennya, yaitu hidrogen dan oksigen. Beberapa dari teknologi yang digunakan untuk memproduksi hidrogen adalah:

- *Steam reforming*, mengkonversi gas methane (dan hidrokarbon lainnya dalam gas alam) menjadi hidrogen dan karbon monoksida dengan reaksi dengan uap melalui katalis. Karbon yang dipisahkan dari hidrogen dalam proses reformasi dapat ditangkap dan diasingkan untuk menghindari kerusakan pada lingkungan.
- *Elektrolisis*, menggunakan arus listrik langsung untuk memisahkan air menjadi hidrogen pada elektroda negatif dan oksigen pada elektroda positif.
- *Elektrolisis uap* (suatu variasi pada elektrolisis konvensional) menggunakan panas, bukan listrik, untuk menyediakan sejumlah energi yang dibutuhkan untuk memisahkan air, sehingga membuat proses lebih hemat energi.
- Pemisahan air secara *thermokimia*, menggunakan bahan kimia dan panas dalam beberapa langkah untuk memisahkan air menjadi beberapa bagian.
- Sistem fotokatalitik, menggunakan bahan khusus untuk memisahkan air menggunakan sinar matahari saja.
- Sistem *Photobiologi*, menggunakan mikroorganisme untuk memisahkan air dengan adanya sinar matahari.
- Sistem Biologi, menggunakan mikroba untuk memecah berbagai bahan baku biomassa menjadi hidrogen.
- *Gasifikasi*, menggunakan panas untuk memecahkan biomassa atau batubara menjadi gas hidrogen murni dari yang dapat diekstraksi.

2.4 Steam reforming

Steam reforming adalah metode untuk menghasilkan hidrogen, karbon monoksida atau produk lain yang berguna dari bahan bakar hidrokarbon seperti gas alam. Hal ini dicapai dalam perangkat pengolahan yang disebut *reformer* yang bereaksi dengan uap pada suhu tinggi dengan suatu bahan alam. Pembaharuan uap metana secara luas digunakan dalam industri untuk membuat hidrogen. Berawal dari evolusi energi listrik penelitian mengenai *fuel cell* (sel bahan bakar) pada 1839 yang dilakukan oleh Sir William Robert Grove menghasilkan *voltaic battery*, namun karena listrik yang dihasilkan hanya sebesar 12 ampere dan tegangan 1,8 volt *Grove's Battery* ini mulai ditinggalkan karena sudah tidak mencukupi kebutuhan listrik lagi pada saat itu tetapi batere Grove menjadi dasar acuan pengembangan *fuel cell* selanjutnya. Pada 1960 an salah satu perkembangan *fuel cell* saat ini telah memakai *biooil* (minyak nabati) dan bahan baku *renewable*. Pemilihan minyak nabati sebagai bahan dasar karena banyaknya unsur hidrogen yang dikandung rantai hidrokarbonnya dan *renewable* (mudah diperbarui). Sebagai penunjang sel bahan bakar, untuk produksi hidrogen dibuat sebuah modul dengan prinsip mengikat asam lemak dari bahan dasar minyak nabati menggunakan katalis dan dipanaskan. Pada saat ini modul ini kerap disebut *steam reformer*. Disebut demikian karena hidrogen yang dihasilkan berupa uap hasil pemanasan bahan dasar dan reaktan yang ditentukan.



Gambar 2.4 Proses *steam reforming*
Sumber : Salimy, 2010

2.5 Laju Reaksi

Laju reaksi adalah menyatakan banyaknya reaksi kimia yang berlangsung per satuan waktu. Laju reaksi menyatakan molaritas zat terlarut dalam reaksi yang dihasilkan tiap detik reaksi.



Maka laju reaksinya adalah:

- Berkurangnya konsentrasi A tiap satuan waktu,

$$V_A = \frac{-\Delta[A]}{\Delta t} \quad (2-2)$$

- Berkurangnya konsentrasi B tiap satuan waktu,

$$V_B = \frac{-\Delta[B]}{\Delta t} \quad (2-3)$$

- Bertambahnya konsentrasi AB tiap satuan waktu,

$$V = \frac{+\Delta[AB]}{\Delta t} \quad (2-4)$$

Faktor- faktor yang berpengaruh pada laju reaksi antara lain:

1. Luas permukaan sentuh

Apabila semakin kecil luas permukaan bidang sentuh, maka semakin kecil tumbukan yang terjadi antar partikel, sehingga laju reaksi pun semakin kecil. Karakteristik kepingan yang direaksikan juga turut berpengaruh, yaitu semakin halus kepingan itu, maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk bereaksi; sedangkan semakin kasar kepingan itu, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk bereaksi.

2. Suhu

Apabila suhu pada suatu reaksi yang berlangsung dinaikkan, maka menyebabkan partikel semakin aktif bergerak, sehingga tumbukan yang terjadi semakin sering, menyebabkan laju reaksi semakin besar. Sebaliknya, apabila suhu diturunkan, maka partikel semakin tak aktif, sehingga laju reaksi semakin kecil.

3. Katalis

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Suatu katalis berperan dalam reaksi tapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk. Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau memungkinkan reaksi pada suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicunya terhadap pereaksi. Katalis menyediakan suatu jalur pilihan

dengan energi aktivasi yang lebih rendah. Katalis mengurangi energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi.

4. Molaritas

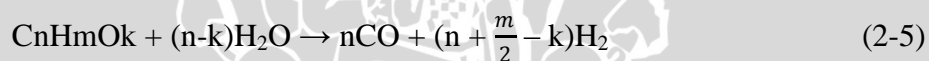
Molaritas adalah banyaknya mol zat terlarut tiap satuan volum zat pelarut. Hubungannya dengan laju reaksi adalah bahwa semakin besar molaritas suatu zat, maka semakin cepat suatu reaksi berlangsung. Dengan demikian pada molaritas yang rendah suatu reaksi akan berjalan lebih lambat daripada molaritas yang tinggi.

5. Konsentrasi

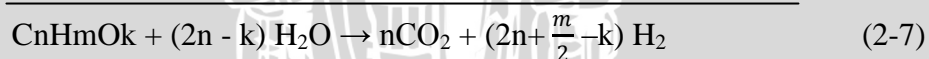
Karena persamaan laju reaksi didefinisikan dalam bentuk konsentrasi reaktan maka dengan naiknya konsentrasi maka naik pula kecepatan reaksinya. Artinya semakin tinggi konsentrasi, maka semakin banyak molekul reaktan yang tersedia, dengan demikian kemungkinan bertumbukan akan semakin banyak juga sehingga kecepatan reaksi meningkat. Jadi semakin tinggi konsentrasi, semakin cepat pula laju reaksinya.

2.6 Reaksi Pencampuran

Secara teoritis reaksi pencampuran *steam reforming* minyak dengan kandungan karbon, hidrogen, dan oksigen serta air dapat dijabarkan pada rumusan kimia dibawah ini.



Reaksi Pergeseran gas dan air



Teori perbandingan pencampuran dapat dihitung dari rumus kimia minyak randu dan air. Karena kandungan minyak randu terdiri dari bermacam-macam asam yang menyusunnya. Maka secara teori pendekatan yang dipakai adalah menggunakan rumus kimia kandungan asam terbesar yang menyusun minyak randu.

Pada komposisi asam lemak minyak randu diketahui terdapat 35.107 % Asam Linoleat. Secara teori pendekatan yang dipai adalah menggunakan rumus kimia dengan kandungan asam lemak terbesar dengan penjabaran reaksi pencampuran dibawah ini:



Reaksi Pergeseran gas dan air



Dari reaksi diatas maka bisa dihitung perbandingan berat minyak randu dan air adalah 278 : 612 (Mr $\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2 = 278$ dan Mr $34 \text{H}_2\text{O} = 612$). Jika disederhanakan menjadi 1: 2.2 merupakan perbandingan massa dengan kesetimbangan reaksi yang menghasilkan hidrogen paling maksimal. Serta pada peneliti terdahulu, (Ekaterini, 2008) bahwa reaksi pencampuran bio oil dan air menggunakan pemanas dan katalis terdapat gas atau senyawa yang tidak diinginkan sehingga reaksi tidak berlangsung secara sempurna.

2.7 Konsep Mol

Mol (n) adalah yaitu konsep untuk menentukan jumlah atom pada suatu zat yang diberi satuan mol. Suatu unsur akan berjumlah 1 mol, jika unsur itu mengandung $6,02 \times 10^{23}$ butir atom. Mol dapat dirumuskan sebagai

$$n = \frac{\text{Massa unsur}}{\text{Ar unsur}} \quad \text{Dimana Ar} = \text{massa atom relatif} \quad (2-11)$$

$$n = \frac{\text{Massa molekul}}{\text{Mr molekul}} \quad \text{Dimana Mr} = \text{massa molekul relatif} \quad (2-12)$$

2.8 Heat Flux

Heat flux berkaitan dengan konduksi, konduksi adalah perpindahan panas yang diakibatkan adanya interaksi antar partikel. Energi panas berpindah akibat persentuhan/kontak antar molekul terutama pada benda padat, sedangkan heat fluks adalah laju panas per satuan luas permukaan yang tegak lurus dengan arah perpindahan panas/kalor (W/m^2).

$$\text{Heat fluks} = \frac{\text{Daya yang digunakan}}{\text{Luas area yang terkena panas}} \quad (2-13)$$

Dalam perhitungan Heat flux berguna untuk menghitung nilai efisiensi dari produksi hidrogen yang dihasilkan dalam proses *steam reforming*. Nilai efisiensi didapatkan dari rumusan dibawah ini

$$\text{Efisiensi} = \frac{Q_{\text{hidrogen}}}{Q_{\text{total}}} \quad (2-14)$$

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{minyak randu}} + \text{daya total} \quad (2-15)$$

Keterangan :

Q_{hidrogen} : kalor hidrogen yang dihasilkan

$Q_{\text{minyak randu}}$: kalor minyak randu yang dihasilkan

2.9 Katalis

2.9.1 Pengertian dan Kegunaan Katalis

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Suatu katalis berperan dalam reaksi tapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk. Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau memungkinkan reaksi pada suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicunya terhadap pereaksi. Katalis menyediakan suatu jalur pilihan dengan energi aktivasi yang lebih rendah. Katalis mengurangi energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi.

Katalis dapat dibedakan ke dalam dua golongan utama: katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fase berbeda dengan pereaksi dalam reaksi yang dikatalisinya, sedangkan katalis homogen berada dalam fase yang sama. Satu contoh sederhana untuk katalisis heterogen yaitu bahwa katalis menyediakan suatu permukaan di mana pereaksi-pereaksi (atau substrat) untuk sementara terjerap. Ikatan dalam substrat-substrat menjadi lemah sedemikian sehingga memadai terbentuknya produk baru. Ikatan antara produk dan katalis lebih lemah, sehingga akhirnya terlepas.

Katalis homogen umumnya bereaksi dengan satu atau lebih pereaksi untuk membentuk suatu perantara kimia yang selanjutnya bereaksi membentuk produk akhir reaksi, dalam suatu proses yang memulihkan katalisnya. Berikut ini merupakan skema umum reaksi katalitik, di mana C melambangkan katalisnya:



Meskipun katalis (C) termakan oleh reaksi 1, namun selanjutnya dihasilkan kembali oleh reaksi 2, sehingga untuk reaksi keseluruhannya menjadi,

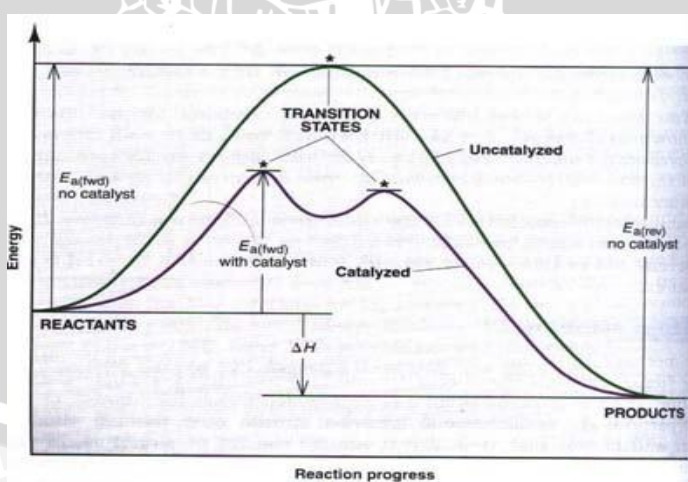


Pada penelitian (Adityo,2011) menggunakan katalis CuZn untuk membantu proses produksi gas hidrogen. Sifat dasar Cu dan Zn mudah mengalami korosi, yakni mengikat oksigen. Sehingga katalis membantu proses penguraian asam lemak dari bahan produksi (minyak randu yang dipanaskan dalam reformer), sehingga pembentukan hidrogen lebih cepat. Katalis yang digunakan menyerupai batu api pemantik korek, berbentuk silindris diameter 1,5 - 2 milimeter dengan panjang 2 – 3 milimeter. Mengikat oksigen efektif pada temperatur 180-260°C dengan ketahanan hingga 450°C, pada temperatur selanjutnya katalis akan melumer.

Berbagai unsur telah digunakan untuk memperbaiki sifat kimia katalis. Sehingga kinerja katalis CuZn dalam penggunaannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Beberapa unsur yang dapat ditambahkan antara lain aluminium, silika, zirkonium dan krom.

2.9.2 Energi Aktivasi

Katalis memiliki peranan dalam menurunkan energi aktivasi. Energi aktivasi adalah usaha minimal yang diperlukan untuk membuat suatu reaksi kimia bisa bekerja. Setiap proses kimia tidak selalu mempunyai energi aktivasi yang sama, beberapa proses kimia memerlukan energi aktivasi yang tinggi. Dengan adanya katalis, dapat membuat energi aktivasi yang tinggi tersebut menjadi lebih rendah, sehingga proses kimia bisa terjadi.



Gambar 2.5 Grafik Energi Aktivasi
Sumber : Kurniawati, 2012

Dari Gambar 2.5 dapat dilihat bahwa proses reaktan menjadi produk mulanya membutuhkan energi aktivasi yang tinggi. Setelah ditambahkan katalis, menjadikan energi aktivasi menjadi lebih rendah sehingga proses kimia dapat berlangsung.

2.10 Hipotesa

Dari dasar teori diatas dapat ditarik kesimpulan sementara bahwa semakin sering gas hasil penguapan campuran minyak randu dan air melewati katalis maka hasil gas hidrogen yang dihasilkan akan semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak gas kontak dengan katalis penguraian hidrogen akan semakin banyak dan efisiensi produksi yang dihasilkan juga semakin besar.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimental (*experimental research*) dimana dilakukan pengamatan secara langsung pada objek yang diteliti. Dalam pembahasan ini objek yang diamati adalah total gas yang dihasilkan oleh minyak biji randu dan air dari proses *steam reforming* yang dilakukan berdasarkan variabel yang telah ditentukan yaitu variasi tahapan katalis yang dilalui hasil penguapan dari minyak biji randu dan air.

3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilaksanakan pada Maret 2015 sampai dengan selesai.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel – variabel yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi 3 jenis, yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol.

1. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Pada penelitian ini variabel yang divariasikan sebagai variabel bebas adalah:

- Perbandingan konsentrasi air dan minyak biji randu (1:1 ; 1:3 ; 3:1)
- Jumlah tahapan katalis yang digunakan (1 tahapan ; 2 tahapan; 3 tahapan) setiap tahapan berisi 4 butir katalis CuZn.

2. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat merupakan variabel yang nilainya tergantung pada variasi variabel bebas, pada penelitian ini yang berperan sebagai variabel terikat adalah total gas yang dihasilkan dalam satuan *part per millions* (ppm) dan konsentrasi gas H₂ per satuan volume gas yang dihasilkan.

3. Variabel Kontrol

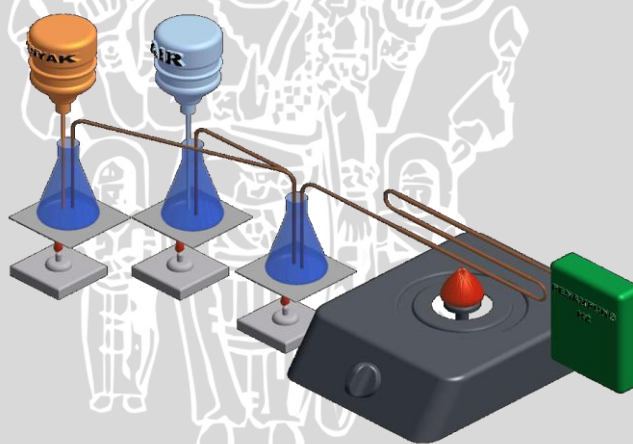
Variabel kontrol merupakan variabel yang nilainya dijaga konstan selama proses penelitian, fungsinya sebagai pemberi batasan masalah agar penelitian tidak terlalu meluas. Berikut adalah variabel kontrol selama proses penelitian :

- Temperatur pemanasan katalis pada suhu 260°C
- Temperatur pemanasan kompor pada suhu 250°C

3.4 Skema Alat

Berawal dari hal inilah dilakukan pengembangan alat yang menggunakan minyak nabati sebagai bahan utama untuk memproduksi hidrogen dengan bantuan katalis. Proses dan cara kerja sama pada proses *steam reforming* pada umumnya.

Pada penelitian ini meneliti tentang pengaruh banyaknya tahapan katalis yang efektif untuk digunakan dalam produksi hidrogen yang maksimal sebagai hasil dari pencampuran minyak randu dan air dengan perbandingan tertentu serta menggunakan pemanasan katalis tertentu. Variabel yang dipakai dalam penelitian ini disimpan pada modul mikro, variabel itu terdiri dari temperatur, waktu dan konsentrasi gas. Kedua variabel (temperatur dan waktu) digunakan untuk menentukan secara teori laju reaksi yang akan digunakan untuk memprediksi bahan pereaksi dan produk reaksi tiap satuan waktu serta juga digunakan untuk menghitung kebutuhan energi yang digunakan untuk produksi hidrogen.

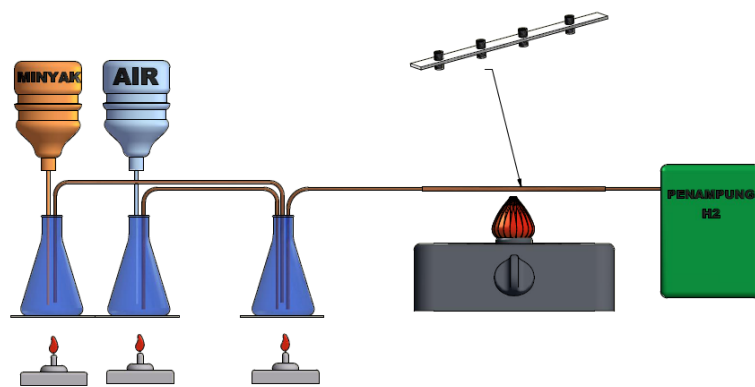


Gambar 3.1 Skema alat *steam reforming*

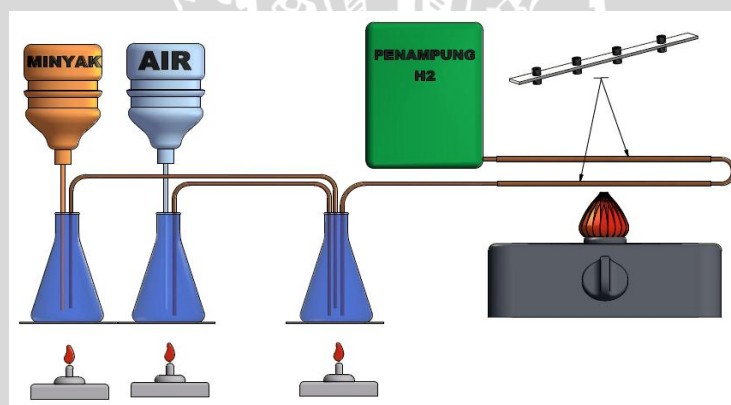
Setelah dicoba beberapa percobaan dipilih susunan seperti pada gambar diatas dalam penelitian ini. Pada tabung pertama diisi minyak randu dan tabung kedua diisi air dengan menggunakan infuse set untuk pengisian setiap tabung. Dan pada tabung ketiga merupakan campuran uap minyak dan air yang dipanaskan kembali. Kemudian uap ini akan melewati katalis.

Pada penelitian ini yang menjadi variasi adalah tahapan katalis yang akan dilewati oleh uap hasil pemanasan minyak randu dan air. Pada penelitian ini variasi

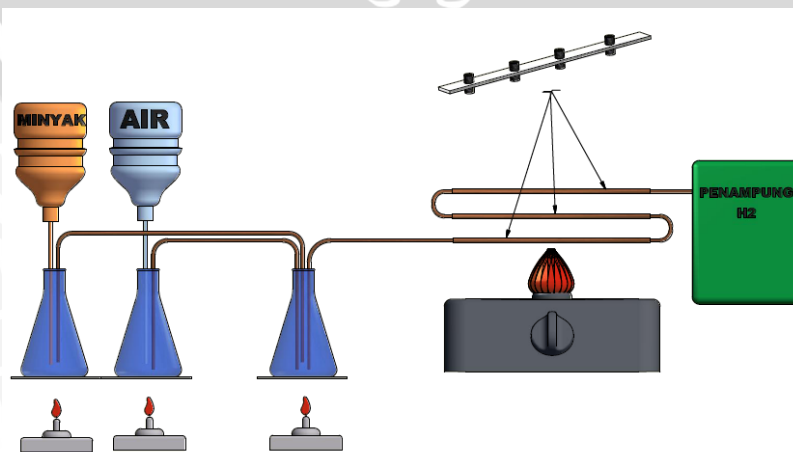
pertama gas hanya melewati tahapan katalis satu kali, kemudian percobaan selanjutnya gas melewati tahapan katalis dua kali, dan percobaan terakhir gas akan melewati tahapan katalis tiga kali. Setelah itu gas akan ditampung kedalam tempat penampungan dan diukur konsentrasi gas hidrogen yang dihasilkan dari variasi tahapan katalis tersebut dapat dilihat perbedaan variasi tahapan pada gambar instalasi dibawah ini.



Gambar 3.2 Instalasi 1 tahapan katalis



Gambar 3.3 Instalasi 2 tahapan katalis



Gambar 3.4 Instalasi 3 tahapan katalis

3.5 Peralatan Penelitian

1. *Steam reformer*

Bagian – bagian *steam reformer* :

➤ Tabung Erlenmeyer

Tabung reaksi yang dipakai pada penelitian 3 tabung erlenmeyer. Untuk tabung erlenmeyer digunakan untuk pemanasan minyak, air dan uap hasil pencampuran.



Gambar 3.5 Tabung Erlenmeyer

➤ Pipa tembaga

Pipa tembaga digunakan untuk mengalirkan uap hasil *steam* dari minyak jarak dan air. Pemakaian pipa tembaga pada penelitian ini karena sifat pipa ini mudah dibentuk serta tahan terhadap panas.



Gambar 3.6 Pipa tembaga

- *Infuse set dan botol infuse*
Infus set dipakai sebagai pengontrol tetesan air dan minyak randu yang akan diuapkan. Botol infus dipakai untuk menampung minyak randu dan air.



Gambar 3.7 Botol infus dan alat infus

- *Kompur*
Kompur digunakan untuk memanaskan tabung yang berisi katalis agar uap minyak dan air dapat mengalir dan diteruskan ketempat penampungan.



Gambar 3.8 Kompur

- *Plat pemanas (heater)*
Plat pemanas digunakan untuk memanaskan tabung 1, 2 dan 3.



Gambar 3.9 Plat pemanas (*heater*)

➤ *Thermocontroler*

Thermocontroler digunakan untuk mengatur pada plat pemanas.



Gambar 3.10 *Thermocontroler*

➤ *Penyumbat karet*

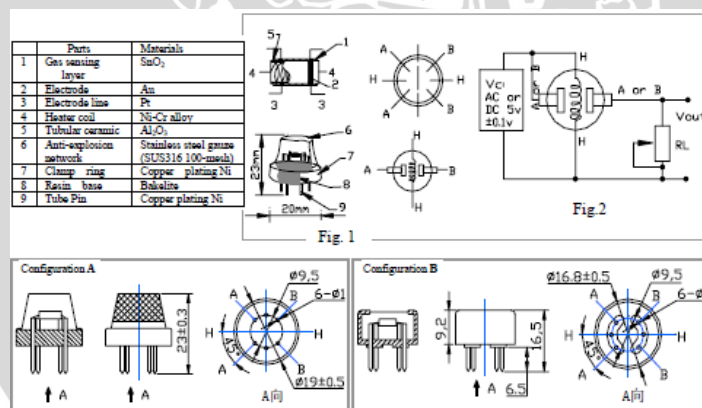
Sumbat karet digunakan untuk menahan agar uap minyak randu dan air tidak keluar ke lingkungan tetapi mengalir ke pipa tembaga.



Gambar 3.11 Sumbat Karet

➤ Sensor gas H₂

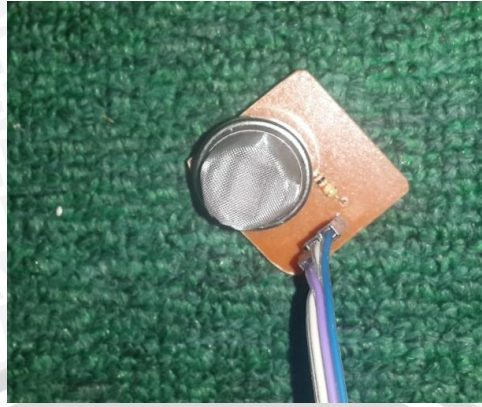
Sensor gas yang dipakai adalah MQ-8 (konsentrasi gas) sensor ini digunakan untuk mengukur konsentrasi gas H₂ selama proses produksi. Sensor gas MQ-8 adalah sebuah sensor gas yang dapat mendeteksi adanya konsentrasi gas hidrogen karena sensor ini memiliki sensitifitas yang tinggi terhadap hidrogen. Sensor gas MQ-8 akan memberikan perubahan resistansi/tahanan pada saat terdeteksi adanya gas hidrogen disekitar sensor, dimana semakin kuat konsenstrasi gas hidrogen yang terdeteksi maka semakin rendah resistansi output sensor gas MQ-8 dan sebaliknya (resistansi membesar) apabila tidak terdeteksi adanya gas hidrogen disekitar sensor. Struktur dan konfigurasi MQ-8 sensor gas ditunjukkan sebagai Gambar. 3.12 (Konfigurasi A atau B), sensor disusun oleh Al₂O₃ tabung keramik mikro, Tin Dioxide (SnO₂) lapisan sensitif.



Gambar 3.12 konfigurasi sensor gas Hidrogen

Sumber : hanweii electronics, 2015

Satuan konsentrasi yang dibaca oleh sensor MQ-8 dalam bentuk parts per milion (ppm) dimana 1 ppm adalah 1/100000% atau = 0,0001%



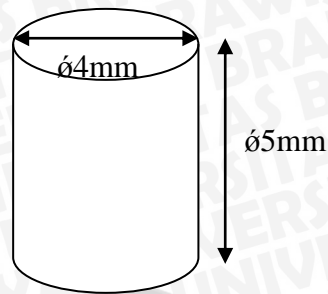
Gambar 3.13 Sensor gas hidrogen

➤ Katalis

Katalis yang dipakai adalah CuZn dimana Cu dan Zn mudah mengalami korosi, yakni mengikat oksigen. Sehingga katalis membantu proses penguraian asam lemak dari bahan produksi (minyak randu yang dipanaskan dalam reformer), sehingga pembentukan hidrogen lebih cepat. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan katalis yaitu Cu dan Zn. Berdasarkan penelitian dari peneliti lain, kandungan Zn memperbesar konversi karbondioksida dan menurunkan energy aktivasi. Dalam katalis ini, Cu bertindak sebagai sisi aktif dari katalis dan Zn bertindak sebagai promoter dari katalis. Katalis yang digunakan menyerupai batu api pemantik korek, berbentuk silindris diameter 3 - 4 milimeter dengan panjang 4 - 5 milimeter.



Gambar 3.14 Katalis CuZn



Gambar 3.15 dimensi Katalis CuZn

➤ Penampung gas H_2

Tempat penampungan Gas adalah tempat hasil produksi *steam reformer* setelah melewati katalis, hasil dari produksinya berupa gas. Dalam tempat penampungan diletakkan sensor gas untuk mengetahui konsentrasi H_2 sampai waktu yang telah ditentukan.



Gambar 3.16 Tempat penampungan gas

2. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk menghitung laju aliran minyak randu dan air.

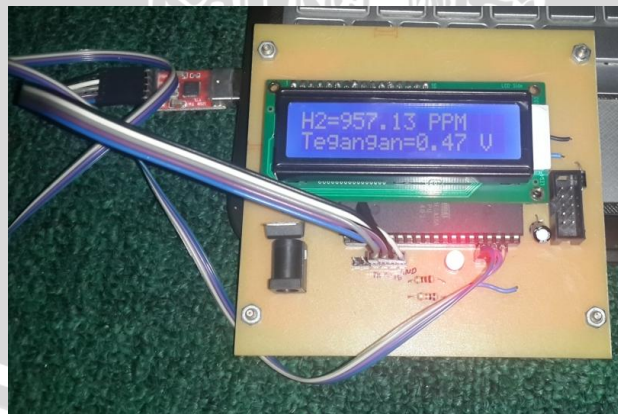


Gambar 3.17 Stopwatch

3. *Microcontroller*

Alat ini membantu pembacaan hasil serta mengamati yang sensor terima selama proses penelitian berjalan dan dapat menampilkannya sehingga dapat diamati kenaikan nilai yang terjadi, hasil yang dibaca yaitu konsentrasi gas H_2 dan temperatur.

Prinsip kerja mikrokontroler, pembacaannya dilakukan berdasarkan nilai pada register program counter (tempat penyimpanan variabel) dan pengambilan data dilakukan melalui internal ROM (memori penyimpanan data atau program) ROM ini berguna untuk mengkonversi nilai yang dihasilkan oleh sensor gas maupun sensor suhu selanjutnya akan diolah melalui ROM, sehingga nilai dapat dimunculkan pada layar dengan angka digital.



Gambar 3.18 Modul Mikrokontroler

3.6 Prosedur Pelaksanaan

1. Mempersiapkan semua peralatan yang dibutuhkan.
2. Masukkan minyak randu dan air pada botol infus.
3. Menyusun rangkaian instalasi sesuai pada skema alat yang telah ditentukan.
4. Mengukur laju aliran minyak randu dan air dengan bantuan *stopwatch* (laju aliran disesuaikan pada variabel yang akan di teliti)
5. Hidupkan kompor dan plat pemanas
6. Hidupkan mikrokontroler dan lakukan pengamatan pada layar mikrokontroler selama 5 menit guna mengosongkan udara yang berada didalam penampung gas.
7. Letakkan selang yang telah disediakan untung mengisi setiap tabung reaksi dengan air dan minyak randu untuk dipanaskan.
8. Tunggu sampai temperatur mencapai 250°C
9. Setelah 500 detik matikan kompor dan plat pemanas lalu catat hasil akhir konsentrasi gas H_2 serta suhu pada mikrokontroler.
10. Buka tutup penampungan, gunakan kompresor untuk mengeluarkan gas hidrogen keluar dari penampungan agar pembacaan konsentrasi dari untuk penelitian berikutnya kembali dari awal.
11. Untuk memulai kembali penelitian dengan variabel berikutnya ulangi langkah ke 4 sampai langkah 10
12. Setelah semua variabel dilakukan, analisa hasil data yang diperoleh dari proses *steam refoming*.
13. Selesai

3.7 Rancangan Pembahasan

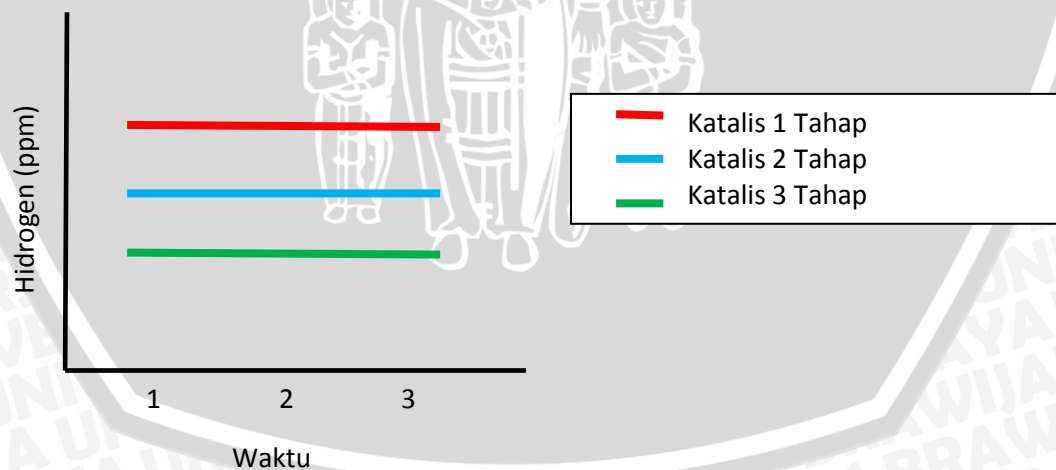
Contoh pengambilan data Tabel Volume minyak kelapa dan Air

Waktu	Minyak Randu	Air

Contoh pengambilan data konsentrasi Hidrogen tiap variasi perbandingan campuran minyak randu dan air.

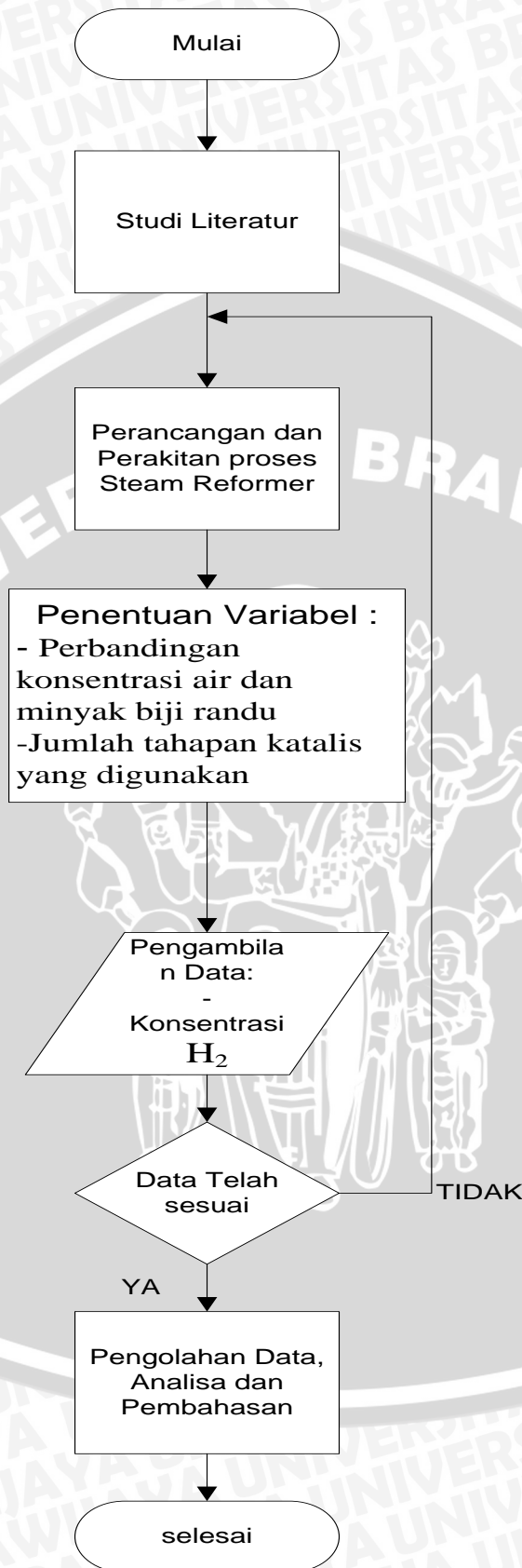
Waktu	Konsentrasi H ₂ (ppm)

Contoh grafik pembahasan



Grafik 3.1 Hubungan Konsentrasi Hidrogen Terhadap Variasi Jumlah tahapan Katalis Tiap Satuan Waktu

3.8 Diagram Alir Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengolahan Data

Pada bab ini data yang terbaca dari sensor diolah dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Data dalam tabel dan grafik dianalisa lebih lanjut untuk ditampilkan.

4.2 Data Hasil Penelitian

Data hasil penelitian proses *steam reforming* dengan variasi katalis 1 tahapan, 2 tahapan, 3 tahapan dengan perbandingan massa minyak randu dan massa air 1:1 : 1:3 : 3:1 adalah seperti pada lampiran (1). Data yang diperoleh berupa kandungan konsentrasi gas Hidrogen (H_2) dalam satuam ppm (*part per million*) yang disajikan dalam tabel pada lampiran dan diolah dalam bentuk grafik yang dibahas dalam pembahasan.

Pada penelitian ini, data *logger* dikonversikan ke dalam tabel sehingga mempermudah pengolahannya. Data tersebut menggunakan satuan ppm (*part per million*) yang merupakan konversi dari tegangan (volt) yang terbaca sensor gas Hidrogen MQ-8.

4.3 Perhitungan

4.3.1 Perhitungan Perbandingan Tetesan Minyak Randu dan Air

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan tetesan antara minyak randu dan air berdasarkan perbandingan massa.

Diketahui :

Minyak randu 45 tetes = 1 ml

$$1 \text{ tetes} = \frac{1}{45} = 0,022 \text{ ml} ; 1 \text{ tetes minyak randu} = 0.014 \text{ mg}$$

Air 50 tetes = 1 ml

$$1 \text{ tetes} = \frac{1}{50} = 0.02 \text{ ml} ; 1 \text{ tetes air} = 0.028 \text{ mg}$$

Waktu alir air tiap 1 tetes adalah 2 detik

- Waktu alir minyak tiap tetes pada perbandingan massa minyak randu dan air 1 : 1

$$\frac{m_{air}}{m_{m.randu}} = \frac{t_{alir\ m.randu}}{t_{alir\ air}}$$

$$\frac{1 \cdot 0.02}{1.0.022} = \frac{2}{x}$$

$$x = 0.22 \text{ detik}$$

- Waktu alir minyak tiap tetes pada perbandingan massa minyak randu dan air 1 : 3

$$\frac{m_{air}}{m_{m.randu}} = \frac{t_{alir\ m.randu}}{t_{alir\ air}}$$

$$\frac{3 \cdot 0.02}{1.0.022} = \frac{2}{x}$$

$$x = 0.73 \text{ detik}$$

- Waktu alir minyak tiap tetes pada perbandingan massa minyak randu dan air 3 : 1

$$\frac{m_{air}}{m_{m.randu}} = \frac{t_{alir\ m.randu}}{t_{alir\ air}}$$

$$\frac{1 \cdot 0.02}{3.0.022} = \frac{2}{x}$$

$$x = 6.6 \text{ detik}$$

4.3.2 Perhitungan efisiensi

Diketahui :

$Q_{\text{minyak randu}}$: 9314.75 Kcal/kg

Q_{hidrogen} : 28651 Kcal/kg

- Perhitungan Kalor minyak randu tiap tetes.

1 tetes minyak randu = 0.014 mg / 2 s

= 0.007 mg/s

1 kg = 9314.75 Kcal

$Q_{\text{minyak}} \ 0.007 \text{ mg/s} = 0.0000652 \text{ Kcal/s}$

Diketahui reaksi kimia pada kondisi stokiometri dari reaksi pembentukan hidrogen adalah :



Pada kondisi keseimbangan reaksi 278 gram $\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2$ memiliki kalor sebesar 2589.5 Kcal menjadi 98 gram H_2 dengan nilai kalor 2807.798 Kcal. Dalam kondisi stokiometri tersebut dihasilkan efisiensi sebesar 108.4 % .

Pada pengambilan data secara actual didapatkan perhitungan kalor hidrogen yang dihasilkan tiap detik seperti pada perhitungan dibawah ini:

- Massa hidrogen $= \frac{\text{Hidrogen tiap detik}}{1000000} \times \text{volume penampung} \times \rho_{\text{hidrogen}}$
 $= \frac{2.769 \text{ ppm/s}}{1000000} \times 5000 \text{ ml} \times 0.0000852 \text{ g/ml}$
 $= 1.17958 \times 10^{-06}$
- $Q_{\text{hidrogen}} = 1.17958 \times 10^{-06} \text{ g/s} \times 28.651 \text{ Kcal/g}$
 $= 3.38 \times 10^{-05} \text{ Kcal/s}$
- Efisiensi $\eta = \frac{Q_{\text{hidrogen}}}{Q_{m.\text{randu}}}$
 $= \frac{3.38 \times 10^{-05}}{0.0000652} \times 100 \% = 51.835 \%$

Tabel 4.1 Data Hasil Q_{hidrogen} pada laju produksi rata - rata

Katalis	Q_{hidrogen} pada Rasio Massa Minyak : Air (ppm/s)		
	1 : 1	1 : 3	3 : 1
1 Tahapan	7.50×10^{-06}	9.87×10^{-06}	3.34×10^{-05}
2 Tahapan	7.81×10^{-06}	2.55×10^{-05}	4.25×10^{-05}
3 Tahapan	1.13×10^{-05}	3.38×10^{-05}	4.10×10^{-05}

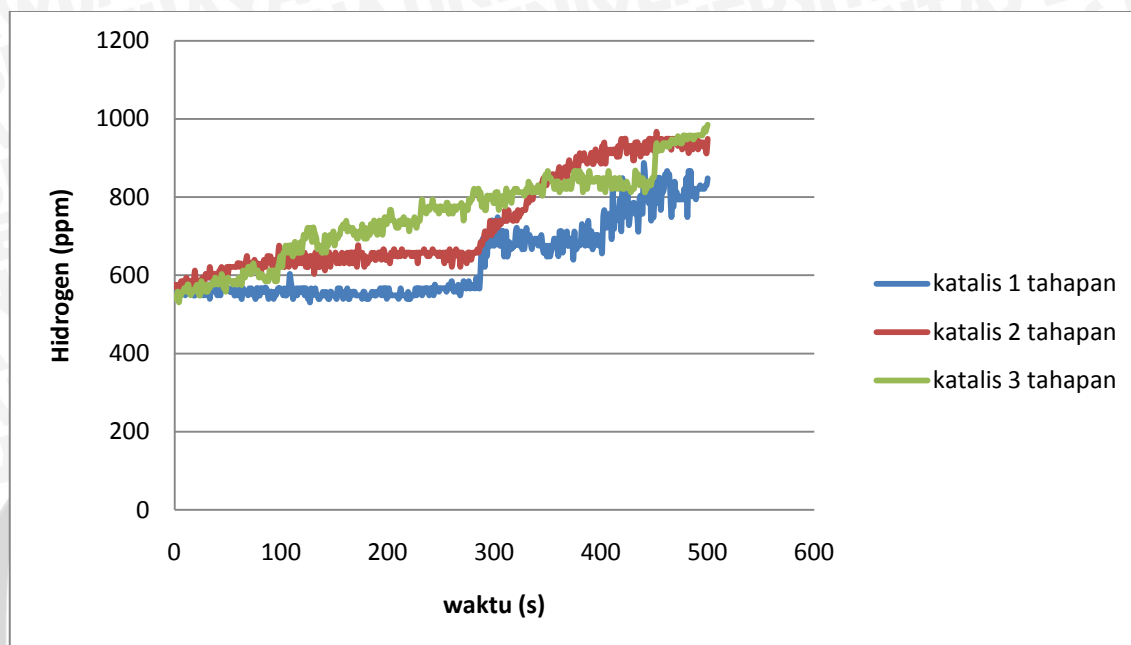
Tabel 4.2 Data Hasil η hydrogen proses *steam reforming*

Katalis	Efisiensi Hidrogen pada Rasio Massa Minyak : Air (%)		
	1 : 1	1 : 3	3 : 1
1 Tahapan	11.509983	15.135	51.2936
2 Tahapan	11.972884	39.092	65.1688
3 Tahapan	17.338782	51.835	62.8187

4.4 Pembahasan

Pembahasan ini dilakukan untuk menganalisa pengaruh jumlah tahapan katalis dan variasi campuran minyak randu dan air terhadap produksi hidrogen yang dihasilkan. Berikut disajikan dalam bentuk grafik untuk membahas setiap point perbandingan yang didapat dari hasil penelitian.

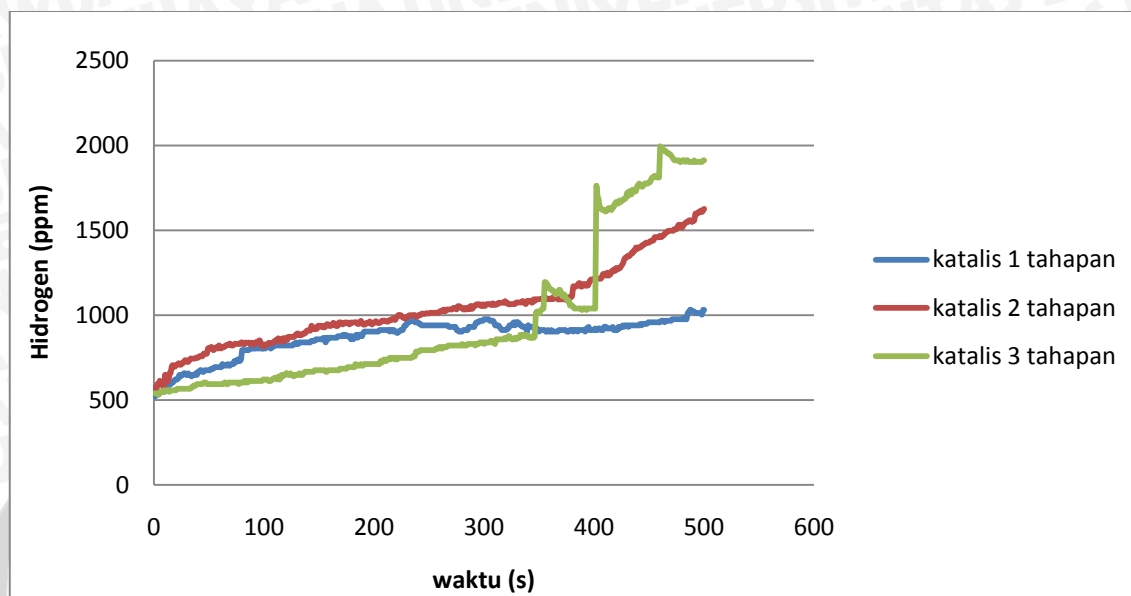
4.4.1 Analisa Grafik hubungan antara produksi hidrogen pada variasi jumlah tahapan katalis terhadap waktu pemanasan pada perbandingan massa minyak dan air 1:1



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara produksi hidrogen pada variasi jumlah tahapan katalis terhadap waktu pemanasan pada perbandingan massa minyak dan air 1:1

Gambar 4.1 menunjukkan hubungan antara produksi hidrogen pada variasi jumlah tahapan katalis dengan perbandingan massa minyak dan air 1:1 pada rentang waktu 0-500 detik. Terlihat bahwa grafik cenderung mengalami peningkatan pada setiap variasi tahapan katalis. Katalis dengan 3 tahapan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis 1 tahapan dan 2 tahapan. Namun pada waktu 350 detik sampai 450 detik katalis 2 tahapan menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis 3 tahapan. Hal tersebut dikarenakan panas yang diterima oleh katalis 2 tahapan lebih besar pada waktu diatas 350 detik sehingga gas yang melalui katalis juga direaksikan lebih cepat dan menghasilkan hidrogen yang lebih banyak. Gas hidrogen akan semakin cepat terbentuk dengan bantuan reaksi permukaan dari katalis CuZn yang maksimal pada temperatur tinggi.

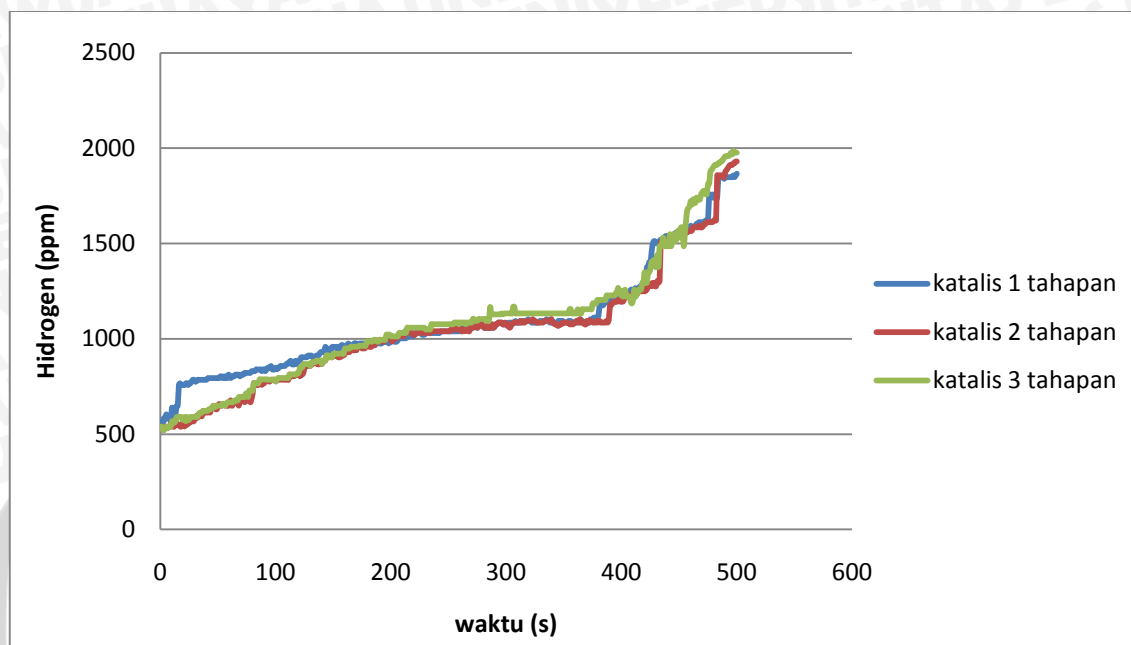
4.4.2 Analisa Grafik hubungan antara produksi hidrogen pada variasi jumlah tahapan katalis terhadap waktu pemanasan pada perbandingan massa minyak dan air 1:3



Gambar 4.2 Grafik hubungan antara produksi hidrogen pada variasi jumlah tahapan katalis terhadap waktu pemanasan pada perbandingan massa minyak dan air 1:3

Gambar 4.2 menunjukkan hubungan antara produksi hidrogen pada variasi jumlah tahapan katalis dengan perbandingan massa minyak dan air 1:3 pada rentang waktu 0-500 detik. Dari gambar nampak bahwa grafik cenderung meningkat pada setiap variasi tahapan katalis. Tahapan katalis yang memiliki hasil produksi hidrogen tertinggi ialah katalis 1 tahapan, 2 tahapan, dan disusul katalis 3 tahapan pada waktu pemanasan kurang dari 350 detik. Setelah mencapai pengambilan data pada waktu lebih dari 350 detik data yang di hasilkan sangat berubah secara signifikan. Dapat dilihat pada waktu lebih dari 350 detik menunjukkan hasil produksi hidrogen tertinggi adalah katalis dengan 3 tahapan, diikuti dengan 2 tahapan dan 1 tahapan. Hal tersebut terjadi karena katalis CuZn yang digunakan akan semakin aktif menjadi energi aktivasi pada temperatur diatas 250°C , temperatur yang tinggi didapatkan dari waktu pemanasan yang lebih lama. Oleh sebab itu pada variasi jumlah tahapan katalis ke 3 temperatur yang diterima katalis belum tinggi dan merata, jadi menghasilkan produksi hidrogen yang lebih kecil dari jumlah tahapan 1 dan 2 katalis. Gas hidrogen akan semakin cepat terbentuk dengan bantuan reaksi permukaan dari katalis CuZn, yang maksimal pada temperatur tinggi.

4.4.3 Analisa Grafik hubungan antara produksi hidrogen pada variasi jumlah tahapan katalis terhadap waktu pemanasan pada perbandingan massa minyak dan air 3:1

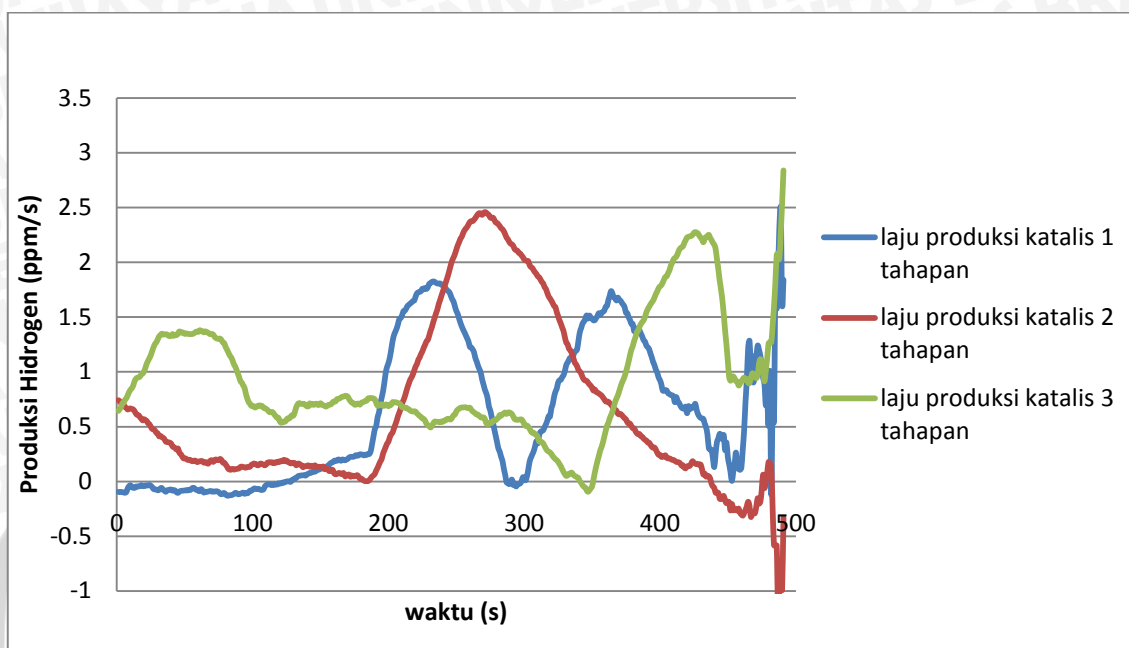


Gambar 4.3 Grafik hubungan antara produksi hidrogen pada variasi jumlah tahapan katalis terhadap waktu pemanasan pada perbandingan massa minyak dan air 3:1

Gambar 4.3 menunjukkan hubungan antara produksi hidrogen pada variasi jumlah tahapan katalis dengan perbandingan massa minyak dan air 1:3 pada rentang waktu 0-500 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 pada perbandingan massa minyak randu dengan air 3 : 1. Pada rasio 3 : 1 memiliki nilai yang lebih tinggi dari rasio campuran massa yang lain, karena proses penguapan minyak randu susah terjadi maka dengan penambahan massa minyak randu bisa menghasilkan hidrogen yang lebih banyak.

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

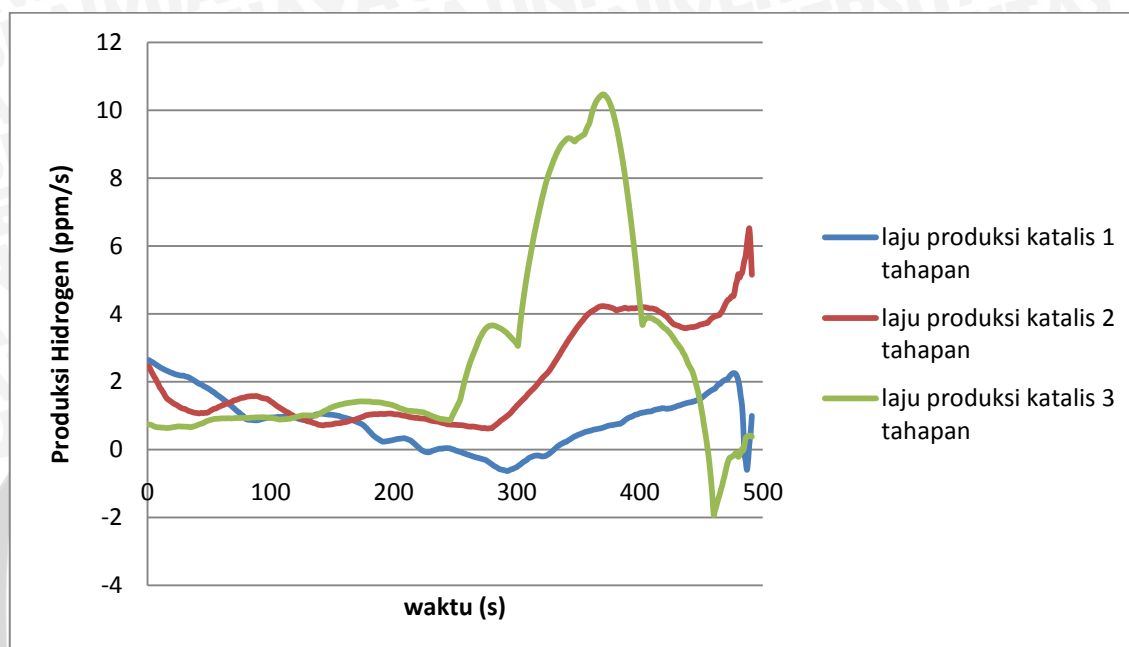
4.4.4 Analisa Grafik hubungan antara Laju Produksi Hidrogen pada setiap tahapan katalis terhadap waktu pemanasan dengan Perbandingan Massa Minyak : Air 1:1



Gambar 4.4 Grafik hubungan antara Laju Produksi Hidrogen pada setiap tahapan katalis terhadap waktu pemanasan dengan Perbandingan Massa Minyak : Air 1:1

Gambar 4.4 menunjukkan hubungan antara Laju Produksi Hidrogen pada setiap tahapan katalis terhadap waktu pemanasan dengan Perbandingan Massa Minyak : Air 1:1. Pada grafik produksi hidrogen yang dihasilkan tiap detik tidak jauh berbeda antar tiap variasi tahapan katalis. Laju produksi dengan katalis 1 tahapan memiliki nilai rata – rata 0.7127694 ppm/detik, laju produksi dengan katalis 2 tahapan memiliki nilai rata – rata 0.73135 ppm/detik, dan laju produksi dengan katalis 3 tahapan memiliki nilai rata – rata 0.993705 ppm/detik. Dari produksi hidrogen yang dihasilkan tiap detiknya yang memiliki nilai tertinggi ialah variasi katalis 3 tahapan. Hal tersebut terjadi karena semakin banyak jumlah tahapan katalis maka luas penampang permukaan kontak katalis akan semakin banyak dan waktu yang dibutuhkan juga semakin panjang sehingga akan menghasilkan hidrogen yang lebih banyak.

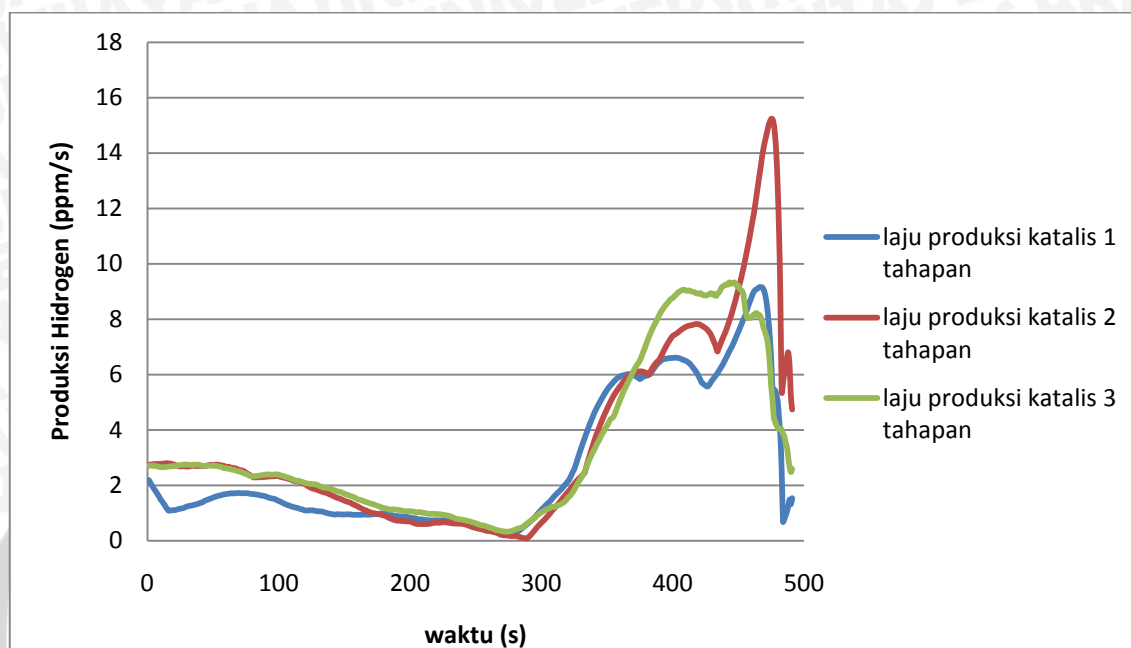
4.4.5 Analisa Grafik hubungan antara Laju Produksi Hidrogen pada setiap tahapan katalis terhadap waktu pemanasan dengan Perbandingan Massa Minyak : Air 1:3



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara Laju Produksi Hidrogen pada setiap tahapan katalis terhadap waktu pemanasan dengan Perbandingan Massa Minyak : Air 1:3

Gambar 4.5 menunjukkan hubungan antara laju produksi hidrogen pada setiap tahapan katalis terhadap waktu pemanasan dengan perbandingan massa minyak dan air 1:3. Dapat dilihat pada grafik produksi hidrogen yang dihasilkan tiap detik tidak jauh berbeda antar tiap variasi tahapan katalis. Dari data yang diperoleh laju produksi dengan katalis 1 tahapan memiliki nilai rata – rata 0.872088 ppm/detik, katalis 2 tahapan memiliki nilai rata – rata 2.133094 ppm/detik, dan katalis 3 tahapan memiliki nilai rata – rata 2.758587 ppm/detik. Dari produksi hidrogen yang dihasilkan tiap detiknya yang memiliki nilai tertinggi ialah variasi katalis 3 tahapan. Hal tersebut terjadi karena semakin banyak jumlah tahapan katalis maka luas penampang permukaan kontak katalis akan semakin banyak dan waktu yang dibutuhkan juga semakin panjang sehingga akan menghasilkan hidrogen yang lebih banyak.

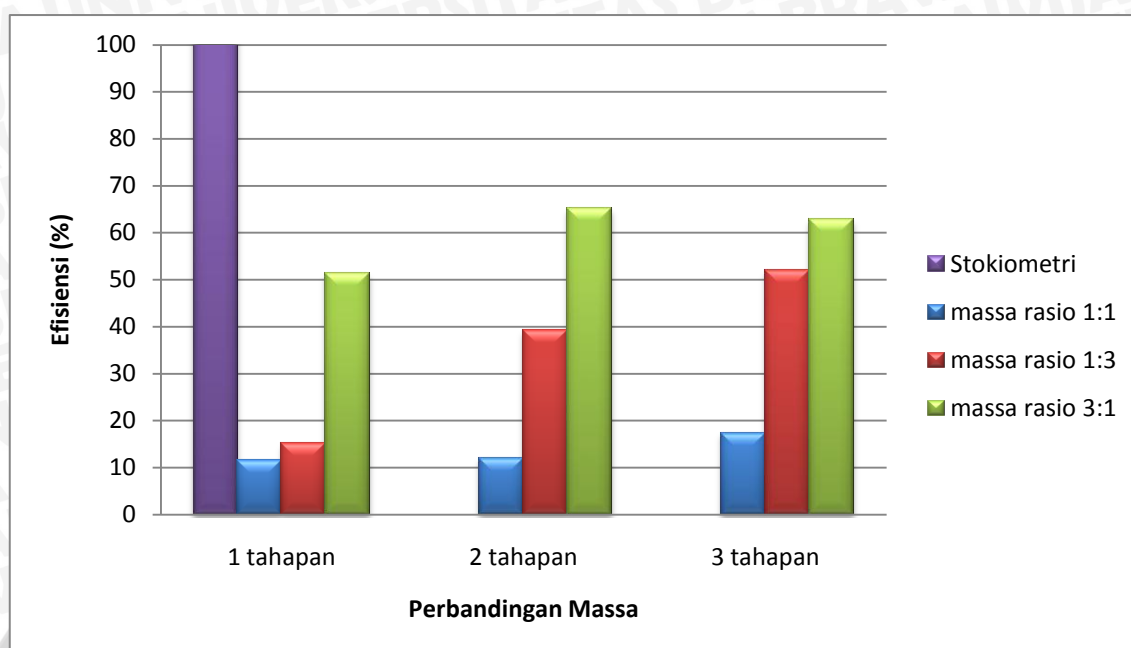
4.4.6 Analisa Grafik hubungan antara Laju Produksi Hidrogen pada setiap tahapan katalis terhadap waktu pemanasan dengan Perbandingan Massa Minyak : Air 3:1



Gambar 4.6 Grafik hubungan antara Laju Produksi Hidrogen pada setiap tahapan katalis terhadap waktu pemanasan dengan Perbandingan Massa Minyak : Air 3:1

Gambar 4.6 menunjukkan hubungan antara laju produksi hidrogen pada setiap tahapan katalis terhadap waktu pemanasan dengan perbandingan massa minyak dan air 3:1. Produksi hidrogen yang dihasilkan tiap detik tidak jauh berbeda antar variasi tahapan katalis. Dari data yang diperoleh laju produksi dengan katalis 1 tahapan memiliki nilai rata – rata 2.7665755 ppm/detik, katalis 2 tahapan memiliki nilai rata – rata 3.482561 ppm/detik, dan katalis 3 tahapan memiliki nilai rata – rata 3.311645 ppm/detik. Dari produksi hidrogen yang dihasilkan tiap detiknya yang memiliki nilai tertinggi ialah variasi katalis 3 tahapan. Hal tersebut terjadi karena semakin banyak jumlah tahapan katalis maka luas penampang permukaan kontak katalis akan semakin banyak dan waktu yang dibutuhkan juga semakin panjang sehingga akan menghasilkan hidrogen yang lebih banyak.

4.4.7 Analisa Grafik Efisiensi Hasil Produksi Hidrogen



Gambar 4.7 Grafik Efisiensi Hasil Produksi Hidrogen

Gambar 4.7 menunjukkan efisiensi kalor dari proses produksi hidrogen menggunakan metode *steam reforming*. Efisiensi dihitung dari nilai laju produksi rata – rata. Dapat dilihat dari diagram batang diatas bahwa efisiensi akan semakin meningkat setiap bertambahnya jumlah tahapan katalis.

Pada kondisi keseimbangan 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 sebesar 108.4 % .Dari nilai rata – rata hasil laju produksi hidrogen pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa nilai efisiensi paling tinggi pada setiap perbandingan massa terletak pada katalis dengan 3 tahapan dengan nilai 17.3 % ; 51.8 % ; 62.8 % . Semakin banyak tahapan katalis laju produksi dan 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 efisiensi dari kondisi kesetimbangan reaksi yang dihasilkan dengan hasil efisiensi dari pengambilan data terjadi penurunan efisiensi karena tidak semua gas terbentuk menjadi gas hydrogen, terdapat pula gas-gas lain yang terbentuk dalam proses reaksi kimia dan katalis yang digunakan hanyalah 4 butir untuk setiap tahapannya sehingga tidak semua gas melewati katalis dengan sempurna.

Pada perbandingan massa 3:1 tahapan katalis tidak berpengaruh besar terhadap hasil hidrogen dari setiap tahapan katalis. Hal tersebut dikarenakan hasil hidrogen sudah maksimal menurut kesetimbangan kimianya itu sebabnya efisiensi dari 2 tahapan ke 3 tahapan. Sehingga gas hidrogen pada perbandingan massa 3:1 setiap variasi katalis tidak menghasilkan kenaikan yang signifikan.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan pengaruh jumlah tahapan katalis terhadap produksi hidrogen dari minyak biji randu dan air pada berbagai rasio massa, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Semakin banyak tahapan katalis maka hasil produksi, laju produksi, dan efisiensi hidrogen semakin besar. Hal ini terjadi karena dengan bertambahnya jumlah tahapan katalis maka luas bidang kontak katalis semakin besar, sehingga reaksi penguraian minyak nabati oleh uap menjadi hidrogen semakin banyak. Katalis dengan 3 tahapan memiliki hasil produksi, laju produksi, dan efisiensi yang cenderung lebih tinggi daripada dengan menggunakan variasi katalis 1 tahapan dan 2 tahapan.

Banyaknya hidrogen yang dihasilkan berbanding lurus dengan jumlah massa minyak randu yang digunakan. Semakin banyak perbandingan massa minyak randu akan menghasilkan jumlah produksi hidrogen yang tinggi. Perbandingan massa 3:1 memiliki hasil produksi hidrogen yang lebih tinggi dibandingkan dengan massa perbandingan minyak randu dan air 1:1 dan 1:3. Akan tetapi pada perbandingan massa 3:1 tahapan katalis tidak berpengaruh besar terhadap hasil hidrogen dari setiap tahapan katalis. Hal tersebut dikarenakan kalor yang diserap oleh katalis dari uap yang dihasilkan minyak randu dan dari panas yang diberikan untuk katalis itu sendiri sudah maksimal. Sehingga gas hidrogen pada perbandingan massa 3:1 setiap variasi katalis tidak menghasilkan kenaikan yang signifikan.

5.2 Saran

1. Pada penelitian ini sensor lebih sensitif pada hasil hidrogen dengan ppm yang tinggi. Agar lebih akurat sebaiknya gas ditampung pada wadah bervolume lebih kecil.
2. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan sumber pemanas berupa api langsung, tidak menggunakan plat pemanas agar lebih memperoleh panas yang maksimal.

3. Posisi katalis bisa dijadikan sebuah variasi untuk mengembangkan penelitian ini untuk selanjutnya, karena posisi katalis yang melintang maupun searah aliran memiliki luas permukaan kontak yang berbeda.



DAFTAR PUSTAKA

Wardana,I.N.G., 2008 Bahan bakar dan teknologi pembakaran, PT.Danar Wijaya- Brawijaya University Press, Malang

Bailey, (1996), Bailey's Industrial Oil and Fat Product, 5th ed, Edited by Y.H. Hui, Wiley-Interscience Publication, USA.

Adityo. 2011. Pengaruh Temperatur Dan Waktu Pemanasan Terhadap Konsentrasi Hidrogen Pada *Hydrogen Reformer*. Malang:Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Fharhan, 2015. Pengaruh katalis dan perbandingan campuran minyak kelapa dan air terhadap produksi Hidrogen Malang:Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Jonas, 2014. Pembuatan hydrogen dari campuran minyak jarak dan air dengan metode steam reforming Malang:Teknik Mesin Universitas Brawijaya

SALIMY, D. H. 2010., Produksi Hidrogen Proses Steam Reforming Dimethyl Ether (DME) dengan Reaktor Nuklir Temperatur Rendah, Jurnal Pengembangan Energi Nuklir.

Mona. 2010. Konsep Mol. <http://click-kimia-kita.blogspot.com/2010/07/konsep-mol.html>. (diakses 10 Februari 2015)

Atmono. 2012. Hidrogen sebagai bahan bakar sector transportasi masa depan. <https://atmonobudi.wordpress.com/2012/05/30/hidrogen-sebagai-bahan-bakar-sektor-transportasi-masa-depan/> (diakses 7 Februari 2015)

<http://id.wikipedia.org/wiki/Katalis> (diakses 11 Februari 2015)

http://id.wikipedia.org/wiki/Laju_reaksi (diakses 10 Februari 2015)

http://kimia.upi.edu/utama/bahanajar/kuliah_web/2007/Shofwatul%20Munyatil_055047/Katalis.html. (diakses 11 Februari 2015)

<http://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-8.pdf> (diakses 5 Maret 2015)

<http://www.pasuruankab.go.id/potensi-14-kapuk-randu.html> (diakses 7 Februari 2015)

Lampiran 1A. Data konsentrasi Hidrogen pada variasi katalis 1 tahapan

Waktu	Konsentrasi Hidrogen		minyak : air
	1 : 1	3 : 1	1 : 3
1	567	567	521.55
2	557.91	557.91	530.64
3	567	585.18	539.73
4	567	576.09	539.73
5	557.91	603.36	548.82
6	567	594.27	548.82
7	576.09	594.27	548.82
8	567	594.27	557.91
9	567	567	548.82
10	548.82	639.73	567
11	567	603.36	576.09
12	567	621.55	576.09
13	576.09	603.36	585.18
14	567	648.82	594.27
15	557.91	648.82	594.27
16	567	757.91	603.36
17	567	767	603.36
18	548.82	757.91	612.45
19	548.82	757.91	621.55
20	567	757.91	621.55
21	567	757.91	621.55
22	557.91	767	630.64
23	567	767	648.82
24	567	757.91	639.73
25	548.82	767	648.82
26	557.91	767	648.82
27	548.82	776.09	657.91
28	567	785.18	657.91
29	548.82	785.18	648.82
30	567	776.09	648.82
31	576.09	776.09	657.91
32	576.09	785.18	648.82
33	539.73	785.18	648.82
34	567	785.18	639.73
35	557.91	785.18	648.82
36	594.27	785.18	648.82

37	567	785.18	648.82
38	567	785.18	657.91
39	567	785.18	648.82
40	548.82	785.18	667
41	567	794.27	667
42	557.91	794.27	676.09
43	548.82	794.27	676.09
44	567	794.27	667
45	576.09	794.27	667
46	567	794.27	676.09
47	567	794.27	676.09
48	567	794.27	676.09
49	567	794.27	676.09
50	567	794.27	676.09
51	567	794.27	676.09
52	557.91	803.36	685.18
53	557.91	803.36	685.18
54	567	794.27	685.18
55	567	803.36	694.27
56	548.82	794.27	694.27
57	548.82	803.36	694.27
58	557.91	794.27	694.27
59	548.82	812.45	694.27
60	557.91	803.36	694.27
61	576.09	794.27	694.27
62	548.82	803.36	712.45
63	539.73	803.36	703.36
64	567	803.36	703.36
65	557.91	812.45	703.36
66	557.91	812.45	703.36
67	557.91	812.45	712.45
68	557.91	812.45	703.36
69	548.82	803.36	703.36
70	567	812.45	712.45
71	557.91	812.45	712.45
72	567	812.45	712.45
73	557.91	821.55	730.64
74	548.82	821.55	721.55
75	548.82	821.55	730.64
76	539.73	821.55	739.73
77	567	821.55	730.64

78	567	821.55	730.64
79	548.82	830.64	739.73
80	548.82	830.64	794.27
81	567	830.64	794.27
82	567	830.64	794.27
83	557.91	839.73	794.27
84	557.91	839.73	794.27
85	568.82	839.73	794.27
86	567	839.73	794.27
87	557.91	839.73	803.36
88	539.73	830.64	803.36
89	548.82	839.73	803.36
90	557.91	839.73	803.36
91	557.91	830.64	803.36
92	548.82	839.73	803.36
93	539.73	848.82	812.45
94	557.91	848.82	803.36
95	548.82	848.82	812.45
96	557.91	857.91	803.36
97	567	839.73	812.45
98	567	839.73	803.36
99	567	839.73	803.36
100	557.91	848.82	812.45
101	557.91	839.73	803.36
102	548.82	848.82	812.45
103	567	848.82	812.45
104	548.82	857.91	812.45
105	548.82	857.91	812.45
106	557.91	857.91	803.36
107	567	857.91	812.45
108	603.36	857.91	812.45
109	585.18	867	821.55
110	567	867	821.55
111	539.73	876.09	821.55
112	548.82	876.09	821.55
113	548.82	885.18	821.55
114	567	867	821.55
115	548.82	867	821.55
116	567	867	821.55
117	557.91	885.18	821.55
118	567	867	821.55

119	557.91	885.18	821.55
120	567	885.18	821.55
121	567	885.18	821.55
122	548.82	903.36	821.55
123	567	903.36	821.55
124	557.91	903.36	821.55
125	539.73	903.36	821.55
126	548.82	903.36	821.55
127	530.64	903.36	830.64
128	567	912.45	830.64
129	548.82	912.45	839.73
130	557.91	912.45	830.64
131	557.91	912.45	830.64
132	567	903.36	839.73
133	548.82	903.36	839.73
134	548.82	903.36	839.73
135	539.73	912.45	839.73
136	539.73	912.45	839.73
137	548.82	912.45	839.73
138	548.82	921.55	839.73
139	557.91	930.64	839.73
140	548.82	930.64	839.73
141	548.82	930.64	839.73
142	557.91	930.64	839.73
143	548.82	957.91	848.82
144	539.73	948.82	848.82
145	539.73	939.73	848.82
146	557.91	939.73	848.82
147	557.91	948.82	857.91
148	548.82	939.73	857.91
149	548.82	957.91	857.91
150	548.82	957.91	857.91
151	548.82	957.91	857.91
152	539.73	957.91	857.91
153	567	948.82	857.91
154	548.82	957.91	867
155	567	948.82	857.91
156	557.91	957.91	839.73
157	557.91	967	867
158	539.73	967	857.91
159	548.82	957.91	867

160	548.82	957.91	867
161	548.82	957.91	867
162	567	967	867
163	539.73	976.09	867
164	539.73	967	867
165	557.91	957.91	867
166	548.82	957.91	867
167	557.91	957.91	876.09
168	557.91	976.09	876.09
169	557.91	976.09	876.09
170	548.82	976.09	876.09
171	548.82	967	876.09
172	548.82	967	885.18
173	548.82	976.09	876.09
174	548.82	976.09	885.18
175	548.82	976.09	876.09
176	539.73	976.09	876.09
177	557.91	967	876.09
178	557.91	967	876.09
179	548.82	976.09	857.91
180	539.73	976.09	876.09
181	539.73	976.09	857.91
182	539.73	976.09	867
183	548.82	976.09	876.09
184	548.82	976.09	885.18
185	557.91	967	867
186	548.82	967	885.18
187	557.91	976.09	876.09
188	548.82	985.18	885.18
189	548.82	985.18	876.09
190	557.91	976.09	894.27
191	557.91	976.09	903.36
192	557.91	976.09	903.36
193	567	985.18	903.36
194	548.82	985.18	903.36
195	567	985.18	903.36
196	548.82	994.27	903.36
197	567	985.18	903.36
198	567	976.09	903.36
199	539.73	985.18	903.36
200	557.91	985.18	903.36

201	567	994.27	903.36
202	548.82	994.27	903.36
203	548.82	985.18	903.36
204	548.82	985.18	903.36
205	548.82	985.18	912.45
206	548.82	994.27	912.45
207	548.82	1003.36	912.45
208	548.82	1003.36	912.45
209	548.82	1003.36	912.45
210	539.73	1003.36	912.45
211	548.82	1003.36	912.45
212	567	1003.36	912.45
213	548.82	1003.36	912.45
214	548.82	1012.45	903.36
215	548.82	1012.45	912.45
216	548.82	1012.45	912.45
217	548.82	1021.55	903.36
218	539.73	1021.55	912.45
219	557.91	1012.45	903.36
220	539.73	1021.55	903.36
221	539.73	1030.64	894.27
222	548.82	1039.73	903.36
223	548.82	1039.73	903.36
224	548.82	1039.73	912.45
225	548.82	1030.64	912.45
226	567	1030.64	912.45
227	548.82	1021.55	930.64
228	567	1021.55	939.73
229	567	1021.55	939.73
230	557.91	1030.64	957.91
231	567	1030.64	957.91
232	548.82	1039.73	957.91
233	557.91	1039.73	967
234	567	1030.64	967
235	557.91	1030.64	967
236	567	1030.64	967
237	567	1030.64	957.91
238	557.91	1030.64	957.91
239	548.82	1030.64	957.91
240	567	1030.64	957.91
241	567	1030.64	948.82



242	567	1030.64	948.82
243	548.82	1039.73	939.73
244	576.09	1039.73	939.73
245	567	1039.73	939.73
246	567	1039.73	939.73
247	567	1039.73	939.73
248	557.91	1039.73	939.73
249	567	1039.73	939.73
250	567	1039.73	939.73
251	567	1039.73	939.73
252	567	1039.73	939.73
253	567	1039.73	939.73
254	567	1039.73	939.73
255	557.91	1039.73	939.73
256	567	1039.73	939.73
257	576.09	1039.73	939.73
258	567	1039.73	939.73
259	576.09	1039.73	939.73
260	585.18	1048.82	939.73
261	567	1048.82	939.73
262	557.91	1048.82	939.73
263	567	1057.91	939.73
264	567	1048.82	939.73
265	557.91	1048.82	939.73
266	576.09	1057.91	939.73
267	557.91	1057.91	939.73
268	548.82	1057.91	930.64
269	567	1057.91	930.64
270	567	1057.91	930.64
271	585.18	1057.91	930.64
272	576.09	1067	930.64
273	567	1067	930.64
274	567	1067	930.64
275	576.09	1057.91	912.45
276	585.18	1076.09	912.45
277	567	1076.09	903.36
278	567	1085.18	903.36
279	576.09	1067	903.36
280	567	1067	903.36
281	576.09	1057.91	912.45
282	567	1057.91	912.45

283	594.27	1067	912.45
284	567	1057.91	912.45
285	585.18	1057.91	912.45
286	567	1067	930.64
287	621.55	1057.91	930.64
288	676.09	1076.09	930.64
289	694.27	1057.91	930.64
290	694.27	1067	930.64
291	621.55	1076.09	930.64
292	712.45	1076.09	948.82
293	648.82	1085.18	957.91
294	703.36	1085.18	957.91
295	694.27	1085.18	957.91
296	676.09	1085.18	967
297	730.64	1076.09	967
298	739.73	1076.09	967
299	676.09	1085.18	967
300	676.09	1076.09	976.09
301	685.18	1076.09	976.09
302	712.45	1085.18	976.09
303	748.82	1085.18	976.09
304	712.45	1085.18	976.09
305	676.09	1085.18	967
306	676.09	1085.18	967
307	694.27	1085.18	967
308	712.45	1094.27	967
309	648.82	1085.18	957.91
310	676.09	1085.18	939.73
311	712.45	1085.18	939.73
312	648.82	1085.18	939.73
313	657.91	1094.27	939.73
314	685.18	1094.27	930.64
315	667	1094.27	921.55
316	669	1094.27	912.45
317	669.89	1094.27	912.45
318	676.09	1094.27	912.45
319	676.09	1103.36	912.45
320	712.45	1094.27	912.45
321	721.55	1094.27	921.55
322	694.27	1085.18	921.55
323	676.09	1085.18	939.73



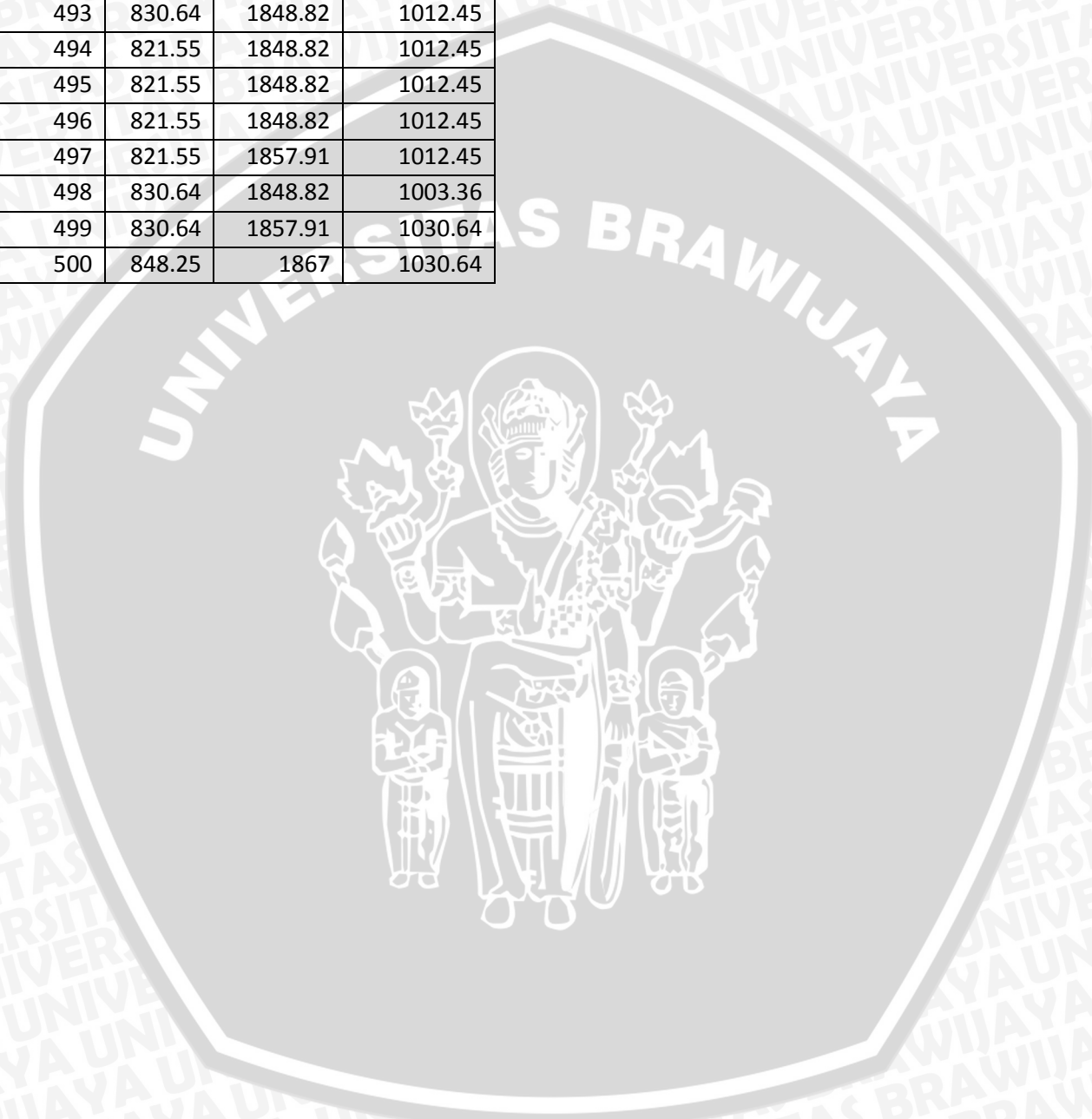
324	685.18	1085.18	939.73
325	712.45	1085.18	939.73
326	667	1085.18	948.82
327	685.18	1085.18	957.91
328	667	1085.18	939.73
329	694.27	1094.27	957.91
330	721.55	1094.27	957.91
331	694.27	1094.27	957.91
332	694.27	1094.27	948.82
333	703.36	1094.27	939.73
334	685.18	1094.27	939.73
335	667	1103.36	930.64
336	685.18	1094.27	930.64
337	685.18	1094.27	930.64
338	694.27	1085.18	930.64
339	685.18	1103.36	903.36
340	694.27	1085.18	939.73
341	676.09	1085.18	930.64
342	685.18	1085.18	930.64
343	676.09	1076.09	930.64
344	703.36	1076.09	930.64
345	676.09	1094.27	930.64
346	657.91	1085.18	930.64
347	657.91	1094.27	903.36
348	676.09	1094.27	921.55
349	648.82	1094.27	912.45
350	648.82	1085.18	903.36
351	676.09	1085.18	912.45
352	648.82	1085.18	912.45
353	657.91	1085.18	912.45
354	667	1094.27	912.45
355	676.09	1085.18	912.45
356	694.27	1094.27	903.36
357	685.18	1085.18	903.36
358	676.09	1085.18	912.45
359	685.18	1085.18	903.36
360	648.82	1085.18	903.36
361	712.45	1085.18	912.45
362	712.45	1094.27	903.36
363	712.45	1085.18	903.36
364	657.91	1103.36	903.36

365	694.27	1094.27	903.36
366	694.27	1094.27	903.36
367	694.27	1085.18	903.36
368	712.45	1085.18	912.45
369	676.09	1085.18	912.45
370	685.18	1085.18	912.45
371	685.18	1085.18	912.45
372	694.27	1085.18	912.45
373	685.18	1103.36	912.45
374	639.73	1094.27	912.45
375	712.45	1094.27	903.36
376	667	1112.45	903.36
377	667	1103.36	903.36
378	676.09	1112.45	912.45
379	685.18	1112.45	912.45
380	676.09	1121.55	912.45
381	685.18	1176.09	903.36
382	730.64	1176.09	912.45
383	712.45	1176.09	912.45
384	703.36	1176.09	912.45
385	676.09	1185.18	903.36
386	685.18	1194.27	912.45
387	685.18	1194.27	912.45
388	739.73	1194.27	912.45
389	676.09	1194.27	912.45
390	712.45	1203.36	912.45
391	712.45	1203.36	912.45
392	667	1194.27	903.36
393	685.18	1203.36	921.55
394	676.09	1194.27	921.55
395	703.36	1203.36	930.64
396	685.18	1221.55	912.45
397	703.36	1230.64	912.45
398	676.09	1230.64	912.45
399	694.27	1230.64	912.45
400	685.18	1230.64	912.45
401	657.91	1230.64	921.55
402	748.82	1230.64	912.45
403	767	1230.64	912.45
404	748.82	1230.64	921.55
405	721.55	1230.64	921.55

406	748.82	1230.64	912.45
407	748.82	1239.73	912.45
408	757.91	1257.91	912.45
409	748.82	1257.91	930.64
410	694.27	1257.91	930.64
411	830.64	1248.82	930.64
412	721.55	1267	921.55
413	748.82	1248.82	921.55
414	739.73	1257.91	921.55
415	748.82	1257.91	921.55
416	767	1276.09	921.55
417	776.09	1276.09	930.64
418	794.27	1285.18	912.45
419	712.45	1276.09	912.45
420	848.82	1294.27	912.45
421	748.82	1285.18	912.45
422	794.27	1376.09	930.64
423	785.18	1376.09	921.55
424	776.09	1402.92	930.64
425	812.45	1394.27	930.64
426	730.64	1453.36	939.73
427	748.82	1496.71	930.64
428	767	1512.45	939.73
429	776.09	1512.45	939.73
430	785.18	1503.36	939.73
431	785.18	1503.36	930.64
432	757.91	1503.36	939.73
433	767	1512.45	939.73
434	748.82	1521.55	939.73
435	712.45	1521.55	939.73
436	794.27	1521.55	939.73
437	803.36	1521.55	939.73
438	757.91	1539.73	939.73
439	757.91	1530.64	939.73
440	885.18	1539.73	939.73
441	867	1539.73	939.73
442	821.55	1539.73	948.82
443	825	1539.73	939.73
444	794.27	1539.73	948.82
445	785.18	1548.82	948.82
446	821.55	1548.82	948.82

447	739.73	1557.91	948.82
448	839.73	1557.91	948.82
449	748.82	1557.91	957.91
450	785.18	1557.91	957.91
451	785.18	1567	957.91
452	785.18	1567	957.91
453	848.82	1567	957.91
454	839.73	1567	957.91
455	848.82	1585.18	957.91
456	767	1585.18	957.91
457	812.45	1585.18	957.91
458	812.45	1585.18	957.91
459	821.55	1585.18	957.91
460	857.91	1594.27	957.91
461	854.27	1585.18	967
462	867	1585.18	967
463	848.82	1585.18	967
464	857.91	1594.27	957.91
465	803.36	1603.36	967
466	748.82	1603.36	967
467	794.27	1612.45	967
468	776.09	1612.45	967
469	839.73	1612.45	967
470	798.82	1612.45	967
471	812.45	1612.45	976.09
472	794.27	1612.45	976.09
473	794.27	1621.55	976.09
474	794.27	1621.55	976.09
475	794.27	1621.55	976.09
476	803.36	1748.82	976.09
477	794.27	1757.91	976.09
478	821.55	1748.82	976.09
479	794.27	1757.91	976.09
480	848.82	1739.73	976.09
481	748.82	1757.91	976.09
482	867	1739.73	985.18
483	812.45	1739.73	976.09
484	867	1848.82	976.09
485	803.36	1848.82	1012.45
486	821.55	1848.82	1012.45
487	821.55	1848.82	1030.64

488	812.45	1848.82	1030.64
489	794.27	1839.73	1021.55
490	821.55	1848.82	1021.55
491	821.55	1848.82	1021.55
492	821.55	1848.82	1012.45
493	830.64	1848.82	1012.45
494	821.55	1848.82	1012.45
495	821.55	1848.82	1012.45
496	821.55	1848.82	1012.45
497	821.55	1857.91	1012.45
498	830.64	1848.82	1003.36
499	830.64	1857.91	1030.64
500	848.25	1867	1030.64



Lampiran 1B. Data konsentrasi Hidrogen pada variasi katalis 2 tahapan.

Waktu	Konsentrasi Hidrogen		
	1 : 1	1 : 3	3 : 1
1	576.09	577.25	539.73
2	567	568.16	521.55
3	567	595.43	521.55
4	576.09	586.34	530.64
5	567	613.61	539.73
6	585.18	604.52	530.64
7	576.09	604.52	539.73
8	585.18	604.52	539.73
9	576.09	577.25	539.73
10	585.18	649.98	567
11	594.27	613.61	539.73
12	585.18	631.8	539.73
13	557.91	613.61	567
14	585.18	659.07	548.82
15	585.18	659.07	548.82
16	576.09	697.66	548.82
17	567	706.75	539.73
18	585.18	697.66	539.73
19	612.45	697.66	557.91
20	585.18	707.66	557.91
21	576.09	707.66	539.73
22	585.18	716.75	567
23	585.18	716.75	548.82
24	585.18	707.66	557.91
25	585.18	716.75	557.91
26	594.27	716.75	567
27	585.18	725.84	567
28	585.18	734.93	567
29	603.36	734.93	567
30	603.36	725.84	585.18
31	603.36	725.84	594.27
32	594.27	734.93	585.18
33	621.55	744.93	603.36
34	603.36	744.93	594.27
35	594.27	744.93	594.27
36	594.27	744.93	594.27

37	603.36	744.93	621.55
38	603.36	749.93	612.45
39	594.27	749.93	612.45
40	603.36	749.93	621.55
41	594.27	759.02	612.45
42	612.45	759.02	621.55
43	594.27	759.02	612.45
44	621.55	759.02	630.64
45	576.09	774.02	639.73
46	594.27	774.02	648.82
47	585.18	774.02	639.73
48	585.18	774.02	630.64
49	621.55	805.17	630.64
50	603.36	805.17	648.82
51	621.55	805.17	657.91
52	621.55	814.26	648.82
53	621.55	803.61	648.82
54	621.55	794.52	657.91
55	621.55	803.61	657.91
56	621.55	804.52	648.82
57	621.55	813.61	657.91
58	621.55	804.52	648.82
59	630.64	822.7	648.82
60	630.64	813.61	667
61	621.55	804.52	676.09
62	630.64	813.61	648.82
63	621.55	813.61	657.91
64	621.55	813.61	667
65	621.55	822.7	667
66	621.55	822.7	676.09
67	639.73	827.7	676.09
68	648.82	827.7	648.82
69	621.55	833.61	676.09
70	630.64	822.7	694.27
71	630.64	822.7	685.18
72	630.64	822.7	676.09
73	621.55	831.8	667
74	630.64	831.8	676.09
75	639.73	831.8	676.09
76	621.55	831.8	685.18
77	621.55	831.8	703.36

78	630.64	830.8	667
79	621.55	839.89	685.18
80	621.55	839.89	712.45
81	603.36	831.89	767
82	630.64	829.39	757.91
83	630.64	838.48	757.91
84	639.73	838.48	757.91
85	621.55	838.48	757.91
86	630.64	838.48	767
87	648.82	838.48	767
88	648.82	829.39	757.91
89	639.73	838.48	767
90	648.82	834.73	767
91	630.64	825.64	776.09
92	621.55	834.73	785.18
93	639.73	843.82	785.18
94	621.55	843.82	776.09
95	630.64	843.82	776.09
96	630.64	852.91	785.18
97	648.82	834.73	785.18
98	676.09	819.23	785.18
99	648.82	819.23	785.18
100	648.82	828.32	776.09
101	639.73	819.23	785.18
102	630.64	828.32	785.18
103	621.55	828.32	785.18
104	648.82	837.41	785.18
105	630.64	837.41	785.18
106	630.64	837.41	785.18
107	621.55	837.41	785.18
108	630.64	837.41	785.18
109	657.91	846.5	794.27
110	657.91	846.5	785.18
111	639.73	855.59	785.18
112	630.64	855.59	812.45
113	621.55	864.68	803.36
114	639.73	846.5	803.36
115	630.64	846.5	812.45
116	648.82	846.5	803.36
117	630.64	864.68	812.45
118	648.82	846.5	812.45

119	630.64	864.68	812.45
120	648.82	864.68	812.45
121	639.73	854.58	803.36
122	657.91	872.76	812.45
123	621.55	872.76	812.45
124	648.82	872.76	821.55
125	621.55	872.46	848.82
126	630.64	872.46	857.91
127	648.82	872.46	857.91
128	648.82	881.55	857.91
129	630.64	881.55	857.91
130	639.73	892.2	857.91
131	603.36	892.2	867
132	657.91	883.11	867
133	639.73	883.11	876.09
134	621.55	883.11	876.09
135	630.64	892.2	885.18
136	621.55	892.2	867
137	657.91	892.2	867
138	648.82	901.3	867
139	648.82	910.39	885.18
140	648.82	910.39	867
141	612.45	910.39	885.18
142	657.91	910.39	885.18
143	630.64	937.66	885.18
144	648.82	928.57	903.36
145	657.91	919.48	903.36
146	621.55	919.48	903.36
147	648.82	928.57	903.36
148	648.82	919.64	903.36
149	648.82	937.82	903.36
150	648.82	937.82	912.45
151	657.91	937.86	912.45
152	630.64	937.86	912.45
153	648.82	928.77	912.45
154	648.82	937.86	903.36
155	630.64	928.77	903.36
156	648.82	937.86	903.36
157	657.91	946.95	912.45
158	648.82	946.95	912.45
159	630.64	937.86	912.45



160	648.82	937.86	921.55
161	648.82	937.86	930.64
162	657.91	946.95	930.64
163	639.73	956.04	930.64
164	630.64	946.95	930.64
165	657.91	937.86	957.91
166	657.91	937.86	948.82
167	630.64	937.86	939.73
168	657.91	957.24	939.73
169	657.91	957.24	948.82
170	657.91	957.24	939.73
171	621.55	948.15	957.91
172	676.09	948.15	957.91
173	657.91	957.24	957.91
174	648.82	957.24	957.91
175	648.82	957.24	948.82
176	657.91	957.24	957.91
177	639.73	948.15	948.82
178	621.55	948.15	957.91
179	648.82	957.24	967
180	630.64	957.24	967
181	630.64	957.24	957.91
182	639.73	958.54	957.91
183	639.73	958.54	957.91
184	648.82	958.54	967
185	657.91	949.45	976.09
186	648.82	949.45	967
187	657.91	958.54	976.09
188	639.73	967.63	985.18
189	639.73	954.93	985.18
190	648.82	945.84	994.27
191	657.91	945.84	994.27
192	657.91	945.84	985.18
193	657.91	954.93	985.18
194	639.73	954.93	985.18
195	657.91	954.93	994.27
196	667	964.02	1003.36
197	657.91	954.93	1003.36
198	639.73	945.84	1003.36
199	639.73	954.93	1003.36
200	648.82	954.93	994.27

201	648.82	964.02	985.18
202	630.64	964.02	994.27
203	657.91	954.93	1003.36
204	648.82	954.93	1003.36
205	657.91	954.93	1003.36
206	667	959.02	1012.45
207	648.82	968.11	1012.45
208	657.91	968.11	1012.45
209	648.82	968.11	1021.55
210	648.82	968.11	1021.55
211	657.91	963.11	1012.45
212	648.82	963.11	1021.55
213	667	963.11	1030.64
214	657.91	972.2	1039.73
215	657.91	972.2	1039.73
216	648.82	972.2	1039.73
217	657.91	981.3	1030.64
218	657.91	981.3	1030.64
219	657.91	972.2	1021.55
220	657.91	983.15	1021.55
221	657.91	992.24	1021.55
222	648.82	1001.33	1030.64
223	657.91	1001.33	1030.64
224	648.82	1001.33	1039.73
225	657.91	992.24	1039.73
226	648.82	992.24	1030.64
227	657.91	983.15	1030.64
228	630.64	983.15	1030.64
229	657.91	983.15	1030.64
230	657.91	992.24	1030.64
231	657.91	992.24	1030.64
232	657.91	1000.33	1030.64
233	657.91	1000.33	1030.64
234	667	1000.24	1030.64
235	657.91	1001.14	1039.73
236	657.91	1001.14	1039.73
237	648.82	1001.14	1039.73
238	657.91	991.24	1039.73
239	648.82	991.24	1039.73
240	657.91	1000.24	1039.73
241	657.91	1000.24	1039.73



242	667	1000.24	1039.73
243	657.91	1009.33	1039.73
244	657.91	1009.33	1039.73
245	657.91	1009.33	1039.73
246	657.91	1007.48	1039.73
247	648.82	1011.48	1039.73
248	657.91	1011.48	1039.73
249	657.91	1011.48	1039.73
250	648.82	1011.48	1039.73
251	648.82	1014.48	1039.73
252	657.91	1014.48	1048.82
253	630.64	1014.48	1048.82
254	657.91	1014.48	1048.82
255	657.91	1014.48	1057.91
256	639.73	1015.68	1048.82
257	648.82	1015.68	1048.82
258	667	1015.68	1057.91
259	648.82	1015.68	1057.91
260	621.55	1024.77	1057.91
261	639.73	1024.77	1039.73
262	657.91	1024.77	1039.73
263	657.91	1033.86	1048.82
264	667	1024.77	1039.73
265	657.91	1024.77	1048.82
266	648.82	1033.86	1048.82
267	657.91	1033.86	1039.73
268	621.55	1034.41	1039.73
269	657.91	1034.41	1057.91
270	657.91	1034.41	1057.91
271	648.82	1034.41	1057.91
272	648.82	1043.5	1067
273	648.82	1043.5	1067
274	630.64	1043.75	1067
275	657.91	1034.66	1057.91
276	657.91	1052.84	1076.09
277	657.91	1052.84	1076.09
278	639.73	1051.93	1085.18
279	648.82	1043.75	1067
280	657.91	1043.75	1067
281	657.91	1034.66	1057.91
282	657.91	1034.66	1057.91

283	657.91	1043.75	1067
284	667	1034.66	1057.91
285	657.91	1037.32	1057.91
286	667	1046.41	1067
287	685.18	1037.32	1057.91
288	676.09	1055.5	1076.09
289	685.18	1037.32	1057.91
290	694.27	1046.41	1067
291	712.45	1055.5	1076.09
292	694.27	1055.5	1076.09
293	703.36	1064.59	1085.18
294	703.36	1064.59	1085.18
295	712.45	1064.59	1085.18
296	739.73	1064.59	1085.18
297	703.36	1055.5	1076.09
298	712.45	1055.5	1076.09
299	730.64	1064.59	1085.18
300	712.45	1055.5	1076.09
301	739.73	1055.5	1067
302	721.55	1064.59	1076.09
303	721.55	1065.93	1057.91
304	730.64	1065.93	1067
305	739.73	1065.93	1076.09
306	730.64	1061.29	1085.18
307	739.73	1061.29	1085.18
308	739.73	1070.38	1085.18
309	739.73	1061.29	1085.18
310	767	1061.29	1085.18
311	739.73	1064.29	1085.18
312	739.73	1064.29	1094.27
313	767	1073.38	1085.18
314	748.82	1073.38	1085.18
315	748.82	1073.38	1085.18
316	748.82	1074.18	1085.18
317	739.73	1074.18	1094.27
318	739.73	1074.18	1094.27
319	757.91	1083.27	1094.27
320	757.91	1073.38	1094.27
321	739.73	1074.25	1094.27
322	767	1065.16	1094.27
323	748.82	1065.16	1103.36



324	757.91	1065.16	1094.27
325	757.91	1066.23	1094.27
326	767	1066.23	1085.18
327	767	1066.23	1085.18
328	767	1066.23	1085.18
329	767	1075.32	1085.18
330	785.18	1075.32	1085.18
331	794.27	1075.27	1085.18
332	785.18	1075.27	1085.18
333	803.36	1075.27	1094.27
334	794.27	1075.27	1094.27
335	794.27	1084.36	1094.27
336	794.27	1075.27	1094.27
337	821.55	1075.27	1094.27
338	812.45	1066.18	1094.27
339	812.45	1084.36	1103.36
340	821.55	1084.93	1085.18
341	812.45	1084.93	1085.18
342	821.55	1084.93	1076.09
343	812.45	1075.84	1076.09
344	830.64	1075.84	1076.09
345	839.73	1094.02	1067
346	848.82	1084.93	1076.09
347	839.73	1094.02	1076.09
348	830.64	1094.02	1076.09
349	830.64	1094.27	1085.18
350	848.82	1095.38	1085.18
351	857.91	1095.38	1085.18
352	848.82	1095.38	1085.18
353	848.82	1095.38	1085.18
354	857.91	1104.47	1085.18
355	857.91	1095.38	1076.09
356	848.82	1104.47	1076.09
357	857.91	1095.38	1076.09
358	848.82	1095.38	1076.09
359	848.82	1095.38	1085.18
360	867	1095.38	1085.18
361	876.09	1095.38	1094.27
362	848.82	1104.47	1094.27
363	857.91	1095.38	1085.18
364	867	1113.56	1103.36

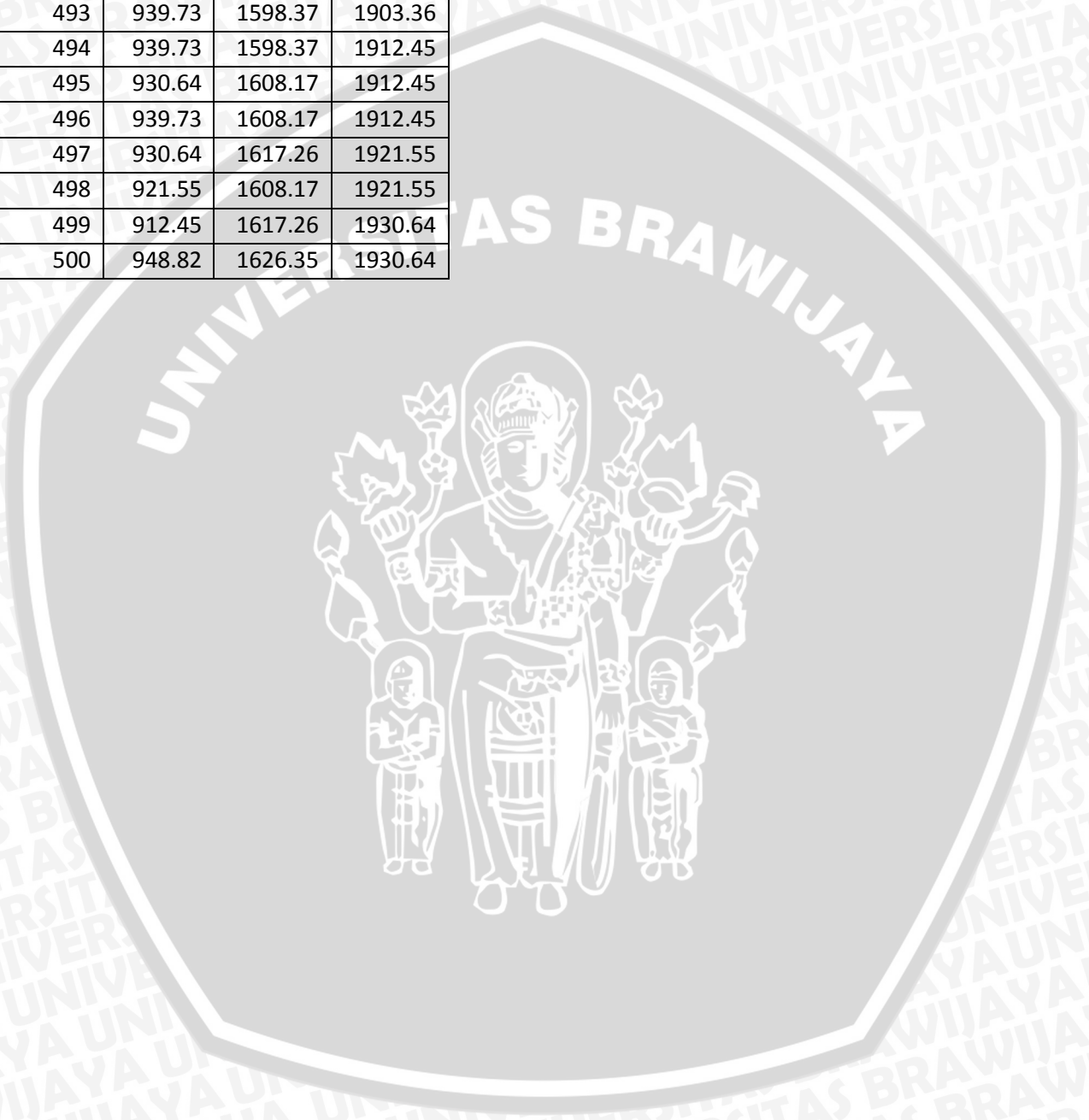
365	867	1102.57	1085.18
366	876.09	1102.57	1085.18
367	876.09	1093.48	1085.18
368	848.82	1093.48	1076.09
369	876.09	1093.48	1076.09
370	894.27	1094.48	1094.27
371	885.18	1094.48	1085.18
372	876.09	1094.48	1094.27
373	867	1111.66	1094.27
374	876.09	1102.57	1094.27
375	876.09	1088.02	1085.18
376	885.18	1106.2	1085.18
377	903.36	1097.11	1085.18
378	867	1106.2	1085.18
379	885.18	1106.2	1094.27
380	912.45	1115.3	1085.18
381	894.27	1169.84	1094.27
382	894.27	1169.84	1085.18
383	894.27	1170.07	1085.18
384	912.45	1170.07	1085.18
385	894.27	1179.16	1085.18
386	894.27	1188.25	1085.18
387	885.18	1188.25	1094.27
388	894.27	1169.84	1085.18
389	894.27	1169.84	1103.36
390	903.36	1183.11	1176.09
391	912.45	1183.11	1176.09
392	885.18	1174.02	1185.18
393	885.18	1183.11	1194.27
394	912.45	1174.02	1194.27
395	921.55	1183.11	1194.27
396	894.27	1201.3	1194.27
397	894.27	1210.39	1203.36
398	912.45	1210.39	1203.36
399	912.45	1210.39	1194.27
400	885.18	1215.39	1203.36
401	930.64	1215.39	1194.27
402	912.45	1215.39	1203.36
403	939.73	1215.39	1221.55
404	885.18	1215.39	1230.64
405	912.45	1215.39	1230.64

406	921.55	1215.39	1230.64
407	912.45	1224.48	1230.64
408	912.45	1242.66	1230.64
409	921.55	1242.66	1230.64
410	912.45	1242.66	1230.64
411	912.45	1233.57	1230.64
412	921.55	1251.75	1230.64
413	921.55	1233.57	1230.64
414	912.45	1242.66	1239.73
415	903.36	1242.66	1257.91
416	930.64	1260.84	1257.91
417	903.36	1260.84	1257.91
418	921.55	1269.93	1248.82
419	948.82	1260.84	1267
420	930.64	1279.02	1248.82
421	930.64	1269.93	1257.91
422	948.82	1275.84	1257.91
423	948.82	1275.84	1276.09
424	912.45	1282.67	1276.09
425	921.55	1294.02	1285.18
426	921.55	1303.11	1276.09
427	930.64	1321.46	1294.27
428	921.55	1337.2	1285.18
429	930.64	1337.2	1276.09
430	894.27	1348.11	1276.09
431	894.27	1348.11	1303.36
432	939.73	1348.11	1294.27
433	912.45	1357.2	1303.36
434	939.73	1366.3	1503.36
435	930.64	1366.3	1512.45
436	921.55	1381.25	1512.45
437	903.36	1381.25	1503.36
438	921.55	1399.43	1503.36
439	930.64	1390.34	1503.36
440	912.45	1399.43	1512.45
441	939.73	1399.43	1521.55
442	939.73	1399.43	1521.55
443	912.45	1409.33	1521.55
444	939.73	1409.33	1521.55
445	948.82	1418.42	1539.73
446	948.82	1418.42	1530.64

447	921.55	1427.51	1539.73
448	930.64	1427.51	1539.73
449	948.82	1427.51	1539.73
450	939.73	1427.51	1539.73
451	912.45	1436.6	1539.73
452	967	1436.6	1548.82
453	921.55	1441.51	1548.82
454	948.82	1441.51	1557.91
455	939.73	1459.69	1557.91
456	939.73	1459.69	1557.91
457	948.82	1459.69	1557.91
458	930.64	1459.69	1567
459	939.73	1459.69	1567
460	939.73	1468.78	1567
461	948.82	1459.69	1567
462	948.82	1469.28	1585.18
463	948.82	1469.28	1585.18
464	948.82	1478.37	1585.18
465	930.64	1487.46	1585.18
466	921.55	1487.46	1585.18
467	948.82	1496.55	1594.27
468	939.73	1496.55	1585.18
469	939.73	1497.95	1585.18
470	948.82	1497.95	1585.18
471	948.82	1497.95	1594.27
472	930.64	1497.95	1603.36
473	939.73	1507.05	1603.36
474	948.82	1507.05	1612.45
475	948.82	1507.05	1612.45
476	921.55	1524.32	1612.45
477	939.73	1533.41	1612.45
478	939.73	1524.32	1612.45
479	939.73	1533.41	1612.45
480	930.64	1515.23	1621.55
481	930.64	1533.41	1621.55
482	912.45	1535.23	1621.55
483	921.55	1545.23	1857.91
484	939.73	1548.32	1857.91
485	939.73	1548.32	1857.91
486	921.55	1558.37	1857.91
487	948.82	1558.37	1857.91



488	939.73	1558.37	1848.82
489	939.73	1549.28	1848.82
490	948.82	1558.37	1876.09
491	921.55	1558.37	1885.18
492	939.73	1598.37	1894.27
493	939.73	1598.37	1903.36
494	939.73	1598.37	1912.45
495	930.64	1608.17	1912.45
496	939.73	1608.17	1912.45
497	930.64	1617.26	1921.55
498	921.55	1608.17	1921.55
499	912.45	1617.26	1930.64
500	948.82	1626.35	1930.64



Lampiran 1C. Data konsentrasi Hidrogen pada variasi katalis 3 tahapan.

Waktu	Konsentrasi Hidrogen		
	1 : 1	1 : 3	3 : 1
1	539.73	539.73	539.73
2	548.82	539.73	521.55
3	557.91	539.73	521.55
4	530.64	530.64	530.64
5	548.82	539.73	539.73
6	548.82	548.82	530.64
7	557.91	548.82	539.73
8	557.91	548.82	539.73
9	567	557.91	539.73
10	567	548.82	567
11	557.91	557.91	559.73
12	576.09	557.91	559.73
13	576.09	557.91	567
14	557.91	548.82	588.82
15	548.82	557.91	588.82
16	557.91	557.91	588.82
17	557.91	557.91	589.73
18	557.91	557.91	589.73
19	567	557.91	575.91
20	567	557.91	575.91
21	576.09	567	589.73
22	567	567	567
23	548.82	567	589.73
24	548.82	567	575.91
25	585.18	567	575.91
26	567	567	589.73
27	567	567	589.73
28	576.09	567	589.73
29	557.91	567	589.73
30	576.09	567	589.73
31	557.91	567	589.73
32	576.09	567	589.73
33	567	567	603.36
34	576.09	576.09	612.45
35	576.09	576.09	612.45
36	585.18	585.18	612.45

37	576.09	585.18	621.55
38	594.27	585.18	621.55
39	585.18	594.27	621.55
40	585.18	594.27	621.55
41	576.09	594.27	621.55
42	585.18	594.27	630.64
43	585.18	594.27	630.64
44	603.36	594.27	630.64
45	594.27	603.36	639.73
46	567	603.36	648.82
47	585.18	603.36	639.73
48	557.91	594.27	648.82
49	585.18	594.27	648.82
50	594.27	594.27	648.82
51	585.18	594.27	648.82
52	585.18	594.27	648.82
53	585.18	594.27	648.82
54	585.18	594.27	657.91
55	576.09	594.27	657.91
56	585.18	594.27	648.82
57	585.18	594.27	657.91
58	585.18	594.27	667
59	576.09	594.27	667
60	594.27	594.27	667
61	585.18	594.27	667
62	585.18	594.27	667
63	576.09	594.27	667
64	612.45	603.36	676.09
65	594.27	603.36	676.09
66	594.27	594.27	676.09
67	603.36	594.27	676.09
68	612.45	603.36	694.5
69	621.55	603.36	694.5
70	621.55	603.36	694.5
71	603.36	603.36	694.5
72	603.36	603.36	694.5
73	621.55	603.36	694.5
74	630.64	603.36	712.04
75	612.45	603.36	712.04
76	612.45	603.36	694.27
77	612.45	594.27	727.64

78	612.45	603.36	727.64
79	594.27	603.36	727.64
80	603.36	603.36	727.64
81	594.27	603.36	767
82	603.36	612.45	767
83	594.27	603.36	767
84	594.27	612.45	767
85	585.18	603.36	767
86	585.18	612.45	787.18
87	585.18	612.45	787.18
88	585.18	612.45	787.18
89	612.45	612.45	787.18
90	594.27	612.45	787.18
91	612.45	612.45	787.18
92	603.36	612.45	785.18
93	612.45	612.45	785.18
94	585.18	612.45	785.18
95	585.18	612.45	785.18
96	585.18	612.45	785.18
97	621.55	612.45	785.18
98	630.64	612.45	785.18
99	648.82	621.55	785.18
100	639.73	621.55	776.09
101	621.55	621.55	785.18
102	657.91	621.55	794.27
103	657.91	621.55	794.27
104	676.09	612.45	794.27
105	657.91	612.45	794.27
106	676.09	612.45	794.27
107	657.91	621.55	794.27
108	676.09	621.55	794.27
109	676.09	630.64	794.27
110	657.91	630.64	794.27
111	648.82	630.64	794.27
112	676.09	621.55	812.45
113	685.18	639.73	812.45
114	657.91	621.55	812.45
115	657.91	630.64	812.45
116	657.91	648.82	812.45
117	657.91	639.73	812.45
118	685.18	648.82	812.45

119	657.91	648.82	821.55
120	676.09	657.91	821.55
121	703.36	657.91	848.82
122	703.36	648.82	848.82
123	694.27	648.82	848.82
124	712.45	657.91	867
125	721.55	648.82	867
126	703.36	648.82	867
127	721.55	639.73	867
128	712.45	648.82	867
129	685.18	648.82	867
130	721.55	648.82	857.91
131	712.45	648.82	876.09
132	703.36	657.91	876.09
133	694.27	648.82	876.09
134	667	648.82	876.09
135	676.09	648.82	885.18
136	676.09	657.91	885.18
137	667	667	885.18
138	657.91	667	885.18
139	657.91	667	885.18
140	676.09	667	867
141	703.36	667	885.18
142	657.91	667	885.18
143	694.27	667	885.18
144	676.09	667	912.45
145	694.27	667	912.45
146	703.36	676.09	912.45
147	685.18	676.09	903.36
148	694.27	676.09	903.36
149	712.45	676.09	903.36
150	676.09	676.09	921.55
151	694.27	676.09	921.55
152	694.27	676.09	921.55
153	694.27	676.09	921.55
154	703.36	676.09	921.55
155	703.36	676.09	921.55
156	721.55	667	921.55
157	721.55	667	921.55
158	730.64	676.09	921.55
159	721.55	676.09	921.55

160	721.55	676.09	948.82
161	739.73	676.09	948.82
162	712.45	676.09	948.82
163	721.55	676.09	948.82
164	721.55	676.09	948.82
165	721.55	676.09	957.91
166	712.45	676.09	957.91
167	721.55	676.09	957.91
168	703.36	676.09	957.91
169	703.36	685.18	957.91
170	712.45	685.18	957.91
171	694.27	685.18	957.91
172	694.27	685.18	962.9
173	712.45	685.18	962.9
174	703.36	685.18	962.9
175	703.36	685.18	962.9
176	730.64	694.27	962.9
177	703.36	694.27	962.9
178	694.27	694.27	962.9
179	721.55	694.27	985.18
180	694.27	694.27	985.18
181	703.36	694.27	985.18
182	712.45	694.27	985.18
183	703.36	712.45	985.18
184	730.64	703.36	985.18
185	721.55	703.36	994.27
186	712.45	703.36	994.27
187	739.73	703.36	994.27
188	730.64	712.45	985.18
189	721.55	703.36	985.18
190	703.36	703.36	994.27
191	712.45	712.45	994.27
192	739.73	712.45	994.27
193	730.64	712.45	994.27
194	730.64	712.45	994.27
195	703.36	712.45	994.27
196	730.64	712.45	1021.55
197	748.82	712.45	1021.55
198	739.73	712.45	1021.55
199	730.64	712.45	1021.55
200	748.82	712.45	1012.45

201	739.73	712.45	1012.45
202	767	712.45	1012.45
203	767	712.45	1012.45
204	748.82	712.45	1012.45
205	739.73	712.45	1012.45
206	739.73	730.64	1012.45
207	730.64	721.55	1030.64
208	721.55	730.64	1030.64
209	730.64	739.73	1030.64
210	721.55	730.64	1030.64
211	739.73	730.64	1030.64
212	739.73	739.73	1039.64
213	730.64	739.73	1030.64
214	739.73	748.82	1057.91
215	748.82	739.73	1057.91
216	730.64	748.82	1057.91
217	739.73	748.82	1057.91
218	739.73	748.82	1057.91
219	739.73	739.73	1057.91
220	712.45	748.82	1057.91
221	730.64	739.73	1057.91
222	730.64	748.82	1057.91
223	739.73	748.82	1057.91
224	730.64	748.82	1057.91
225	748.82	748.82	1057.91
226	730.64	748.82	1057.91
227	721.55	748.82	1057.91
228	739.73	748.82	1057.91
229	739.73	748.82	1057.91
230	739.73	748.82	1048.82
231	767	748.82	1048.82
232	794.27	748.82	1048.82
233	776.09	748.82	1048.82
234	767	748.82	1048.82
235	767	757.91	1076.09
236	757.91	757.91	1076.09
237	767	757.91	1076.09
238	776.09	785.18	1076.09
239	767	785.18	1076.09
240	776.09	785.18	1076.09
241	776.09	785.18	1076.09

242	794.27	794.27	1076.09
243	776.09	794.27	1076.09
244	776.09	794.27	1076.09
245	767	794.27	1076.09
246	776.09	794.27	1076.09
247	767	794.27	1076.09
248	757.91	794.27	1076.09
249	776.09	794.27	1076.09
250	776.09	794.27	1076.09
251	767	794.27	1076.09
252	767	794.27	1076.09
253	767	794.27	1076.09
254	767	794.27	1076.09
255	785.18	794.27	1085.18
256	785.18	803.36	1085.18
257	757.91	803.36	1085.18
258	767	803.36	1085.18
259	776.09	812.45	1076.09
260	767	803.36	1085.18
261	757.91	812.45	1085.18
262	776.09	803.36	1085.18
263	776.09	812.45	1085.18
264	767	812.45	1085.18
265	776.09	812.45	1076.09
266	776.09	812.45	1085.18
267	776.09	821.55	1085.18
268	776.09	821.55	1085.18
269	785.18	821.55	1085.18
270	776.09	821.55	1085.18
271	739.73	821.55	1103.6
272	767	821.55	1103.6
273	776.09	821.55	1094.52
274	776.09	821.55	1094.52
275	767	821.55	1094.52
276	794.27	821.55	1103.6
277	785.18	821.55	1103.6
278	794.27	821.55	1103.6
279	794.27	821.55	1103.6
280	812.45	830.64	1103.6
281	821.55	821.55	1103.6
282	812.45	821.55	1103.6

283	812.45	821.55	1094.52
284	812.45	821.55	1103.6
285	821.55	830.64	1094.52
286	794.27	830.64	1167
287	812.45	830.64	1127.91
288	776.09	830.64	1127.91
289	785.18	830.64	1127.91
290	785.18	830.64	1127.91
291	767	830.64	1127.91
292	767	821.55	1127.91
293	803.36	830.64	1127.91
294	794.27	830.64	1127.91
295	803.36	830.64	1127.91
296	803.36	839.73	1132.87
297	803.36	839.73	1127.91
298	803.36	839.73	1132.87
299	785.18	839.73	1132.87
300	785.18	830.64	1132.87
301	812.45	839.73	1132.87
302	794.27	839.73	1132.87
303	812.45	839.73	1132.87
304	767	839.73	1132.87
305	794.27	839.73	1132.87
306	794.27	848.82	1167
307	794.27	848.82	1167
308	803.36	839.73	1132.87
309	803.36	839.73	1132.87
310	776.09	830.64	1132.87
311	821.55	857.91	1132.87
312	803.36	857.91	1132.87
313	812.45	857.91	1132.87
314	803.36	857.91	1132.87
315	803.36	857.91	1132.87
316	785.18	857.91	1132.87
317	812.45	857.91	1132.87
318	812.45	857.91	1132.87
319	821.55	867	1132.87
320	812.45	857.91	1132.87
321	821.55	867	1132.87
322	812.45	876.09	1132.87
323	812.45	876.09	1132.87

324	812.45	867	1132.87
325	812.45	857.91	1132.87
326	812.45	857.91	1132.87
327	812.45	857.91	1132.87
328	803.36	867	1132.87
329	812.45	857.91	1132.87
330	821.55	867	1132.87
331	812.45	867	1132.87
332	839.73	867	1132.87
333	821.55	885.18	1132.87
334	830.64	876.09	1132.87
335	812.45	876.09	1132.87
336	812.45	885.18	1132.87
337	821.55	876.09	1132.87
338	812.45	885.18	1132.87
339	821.55	876.09	1132.87
340	812.45	876.09	1132.87
341	830.64	867	1132.87
342	812.45	876.09	1132.87
343	812.45	867	1132.87
344	821.55	867	1132.87
345	803.36	867	1132.87
346	821.55	876.09	1132.87
347	848.82	1012.45	1132.87
348	857.91	1021.55	1132.87
349	848.82	1021.55	1132.87
350	867	1012.45	1132.87
351	848.82	1021.55	1132.87
352	848.82	1030.64	1132.87
353	848.82	1039.73	1132.87
354	839.73	1039.73	1132.87
355	839.73	1194.27	1154.76
356	821.55	1194.27	1154.76
357	821.55	1185.18	1132.87
358	839.73	1176.09	1132.87
359	839.73	1157.91	1132.87
360	839.73	1157.91	1132.87
361	812.45	1148.82	1132.87
362	830.64	1148.82	1154.76
363	821.55	1139.73	1132.87
364	821.55	1130.64	1132.87

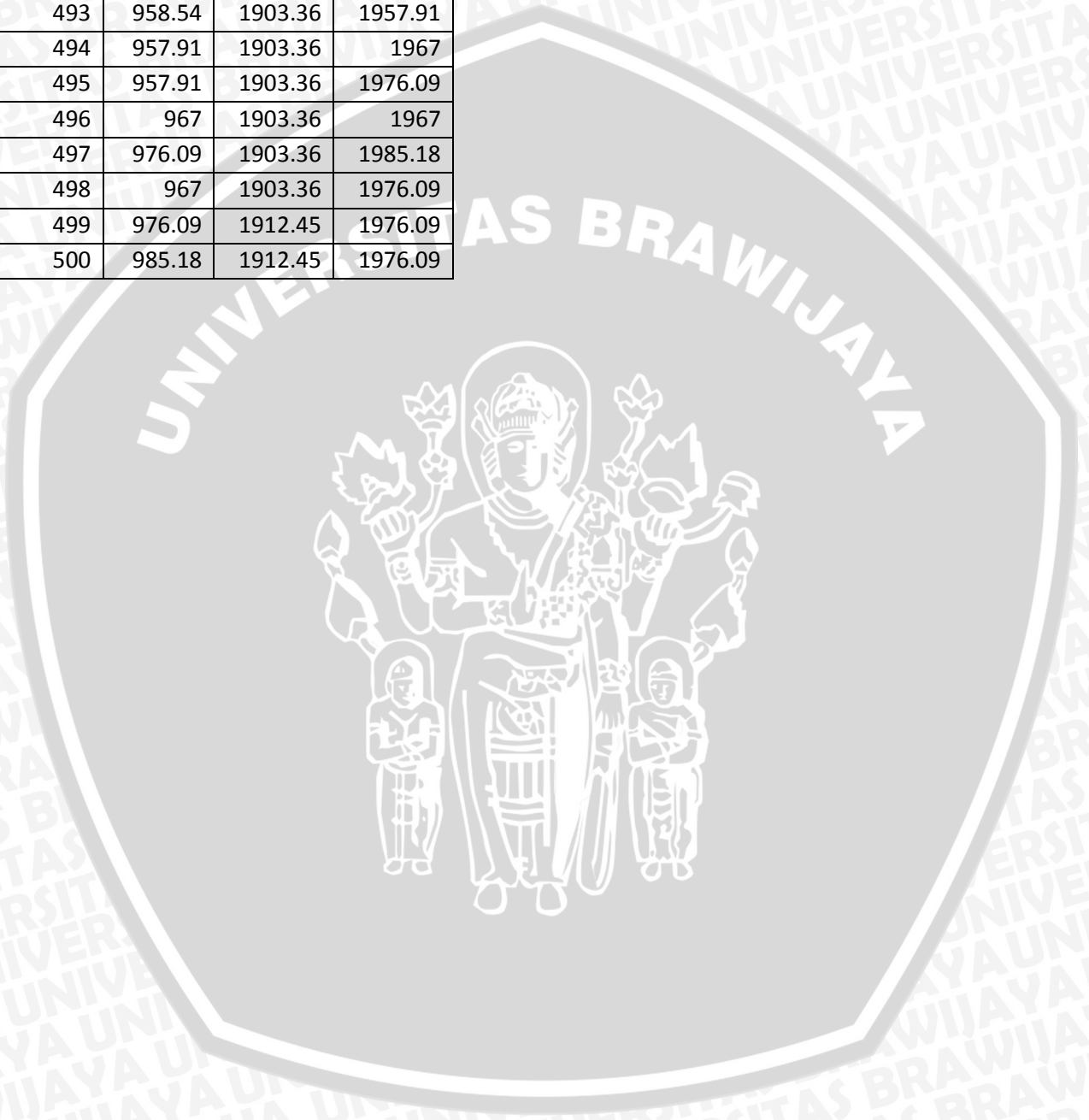
365	830.64	1121.55	1132.87
366	839.73	1130.64	1154.76
367	821.55	1139.73	1154.76
368	821.55	1148.82	1154.76
369	839.73	1148.82	1154.76
370	839.73	1130.64	1154.76
371	821.55	1112.45	1154.76
372	821.55	1121.55	1154.76
373	839.73	1121.55	1154.76
374	857.91	1103.36	1154.76
375	867	1094.27	1185.18
376	857.91	1085.18	1185.18
377	867	1085.18	1185.18
378	857.91	1057.91	1185.18
379	839.73	1057.91	1203.6
380	867	1057.91	1203.6
381	839.73	1048.82	1203.6
382	857.91	1039.73	1203.6
383	812.45	1039.73	1203.6
384	848.82	1039.73	1203.6
385	839.73	1039.73	1203.6
386	830.64	1039.73	1203.6
387	821.55	1039.73	1227.18
388	848.82	1039.73	1227.18
389	867	1030.64	1227.18
390	848.82	1039.73	1227.18
391	839.73	1039.73	1227.18
392	839.73	1039.73	1227.18
393	839.73	1030.64	1227.18
394	839.73	1039.73	1227.18
395	848.82	1039.73	1239.73
396	848.82	1039.73	1239.73
397	848.82	1039.73	1267
398	848.82	1039.73	1248.82
399	821.55	1039.73	1230.64
400	821.55	1039.73	1248.82
401	839.73	1039.73	1221.55
402	848.82	1757.91	1230.64
403	839.73	1703.36	1257.91
404	812.45	1685.18	1221.55
405	848.82	1639.73	1221.55

406	839.73	1630.64	1221.55
407	867	1621.55	1221.55
408	839.73	1621.55	1194.27
409	848.82	1621.55	1185.18
410	821.55	1612.45	1203.36
411	821.55	1612.45	1257.91
412	839.73	1621.55	1221.55
413	848.82	1630.64	1230.64
414	830.64	1630.64	1239.73
415	821.55	1621.55	1257.91
416	821.55	1621.55	1257.91
417	848.82	1639.73	1257.91
418	839.73	1639.73	1294.27
419	839.73	1657.91	1294.27
420	821.55	1667	1348.82
421	821.55	1667	1294.27
422	821.55	1657.91	1294.27
423	830.64	1676.09	1348.82
424	839.73	1667	1348.82
425	830.64	1676.09	1367
426	821.55	1676.09	1403.36
427	821.55	1685.18	1403.36
428	812.45	1685.18	1412.45
429	821.55	1694.27	1385.18
430	821.55	1721.55	1376.09
431	821.55	1703.36	1439.73
432	867	1730.64	1376.09
433	857.91	1721.55	1485.18
434	848.82	1712.45	1485.18
435	857.91	1739.73	1494.27
436	830.64	1730.64	1530.64
437	839.73	1730.64	1494.27
438	839.73	1730.64	1485.18
439	848.82	1757.91	1503.36
440	839.73	1767	1485.18
441	812.45	1776.09	1494.27
442	821.55	1767	1548.82
443	821.55	1757.91	1485.18
444	839.73	1757.91	1521.55
445	839.73	1767	1539.73
446	830.64	1776.09	1548.82

447	830.64	1776.09	1512.45
448	848.82	1776.09	1539.73
449	848.82	1776.09	1567
450	857.91	1785.18	1530.64
451	910.39	1785.18	1576.09
452	937.66	1803.36	1585.18
453	928.57	1812.45	1557.91
454	919.48	1812.45	1485.18
455	919.48	1821.55	1557.91
456	928.57	1812.45	1621.55
457	919.64	1812.45	1676.09
458	937.82	1812.45	1685.18
459	937.82	1812.45	1694.27
460	937.86	1994.27	1721.55
461	937.86	1985.18	1703.36
462	928.77	1985.18	1730.64
463	937.86	1976.09	1721.55
464	928.77	1967	1712.45
465	937.86	1967	1739.73
466	946.95	1957.91	1730.64
467	946.95	1957.91	1730.64
468	937.86	1948.82	1730.64
469	937.86	1948.82	1757.91
470	937.86	1939.73	1767
471	946.95	1930.64	1776.09
472	956.04	1921.55	1767
473	946.95	1912.45	1757.91
474	937.86	1912.45	1757.91
475	937.86	1912.45	1812.45
476	937.86	1912.45	1812.45
477	957.24	1912.45	1876.09
478	957.24	1903.36	1885.18
479	957.24	1903.36	1894.27
480	948.15	1912.45	1903.36
481	948.15	1912.45	1912.45
482	957.24	1912.45	1912.45
483	957.24	1903.36	1912.45
484	957.24	1912.45	1921.55
485	957.24	1912.45	1921.55
486	948.15	1903.36	1930.64
487	948.15	1903.36	1930.64



488	957.24	1903.36	1939.73
489	957.24	1903.36	1948.82
490	957.24	1903.36	1957.91
491	958.54	1912.45	1957.91
492	958.54	1903.36	1957.91
493	958.54	1903.36	1957.91
494	957.91	1903.36	1967
495	957.91	1903.36	1976.09
496	967	1903.36	1967
497	976.09	1903.36	1985.18
498	967	1903.36	1976.09
499	976.09	1912.45	1976.09
500	985.18	1912.45	1976.09



Lampiran 2A. Data Laju Produksi pada variasi katalis 1 tahapan

waktu	Massa minyak : air		
	1 : 1	1 : 3	3 : 1
1	-0.093726	2.638797	2.1965717
2	-0.096712	2.61476	2.1164123
3	-0.094298	2.592735	2.0275703
4	-0.097178	2.572827	1.9568338
5	-0.099846	2.549743	1.8775204
6	-0.102409	2.523588	1.8111244
7	-0.094277	2.499761	1.7363633
8	-0.059569	2.472865	1.6585313
9	-0.041166	2.453597	1.5829224
10	-0.033564	2.425858	1.4879368
11	-0.052644	2.405742	1.4379567
12	-0.055524	2.388062	1.3636175
13	-0.058192	2.367522	1.3022015
14	-0.044661	2.349523	1.2163206
15	-0.047011	2.334171	1.1543746
16	-0.043962	2.316171	1.0898872
17	-0.040913	2.300924	1.0982526
18	-0.032463	2.283136	1.0999474
19	-0.040108	2.268205	1.1056655
20	-0.042564	2.256246	1.1099011
21	-0.034433	2.241956	1.1126543
22	-0.036889	2.225337	1.1245132
23	-0.033946	2.211788	1.1400779
24	-0.031002	2.206816	1.1540543
25	-0.038541	2.194431	1.1610423
26	-0.051268	2.185329	1.1717361
27	-0.069183	2.179509	1.1808415
28	-0.071005	2.176971	1.1990526
29	-0.072826	2.177715	1.2210755
30	-0.079941	2.165646	1.2416158
31	-0.076362	2.151461	1.2552737
32	-0.061983	2.145851	1.2620492
33	-0.058087	2.132723	1.2727421
34	-0.075473	2.117372	1.2820585
35	-0.082059	2.094397	1.2952924
36	-0.093727	2.074492	1.3070438
37	-0.078289	2.052364	1.3173128

38	-0.078522	2.028012	1.3313992
39	-0.07325	2.006836	1.3491913
40	-0.073165	1.978142	1.365289
41	-0.083668	1.958024	1.3796924
42	-0.078078	1.935894	1.3978014
43	-0.083075	1.922447	1.4302043
44	-0.098661	1.906987	1.455407
45	-0.103341	1.884116	1.4735153
46	-0.091716	1.859126	1.4899293
47	-0.085278	1.842713	1.509943
48	-0.084029	1.824182	1.5228624
49	-0.082567	1.803533	1.5446757
50	-0.080894	1.780766	1.5645829
51	-0.07901	1.755882	1.5825839
52	-0.082207	1.728879	1.5986789
53	-0.074605	1.705159	1.6129736
54	-0.077697	1.68472	1.630868
55	-0.064695	1.65687	1.6362681
56	-0.056986	1.62182	1.6505621
57	-0.059972	1.600957	1.66295
58	-0.073652	1.572788	1.6787259
59	-0.076532	1.548008	1.6819016
60	-0.084706	1.521215	1.6939711
61	-0.087481	1.49241	1.6989463
62	-0.068761	1.461594	1.7020154
63	-0.082017	1.439565	1.7137666
64	-0.100568	1.410336	1.7182116
65	-0.09233	1.379201	1.7154565
66	-0.094681	1.34616	1.7163011
67	-0.091631	1.316507	1.7154514
68	-0.088582	1.290242	1.7234955
69	-0.085533	1.256671	1.7296335
70	-0.093177	1.221087	1.7284655
71	-0.090022	1.188892	1.7253913
72	-0.092055	1.160085	1.7205168
73	-0.088582	1.123972	1.7191363
74	-0.090297	1.102052	1.7212556
75	-0.097307	1.067639	1.7215747
76	-0.10961	1.036825	1.7200938
77	-0.11662	1.009717	1.7115186
78	-0.107641	0.975621	1.7012492

79	-0.10385	0.929242	1.6945796
80	-0.115942	0.897369	1.69151
81	-0.127928	0.885719	1.6867461
82	-0.129008	0.878622	1.6802879
83	-0.124476	0.875972	1.6721356
84	-0.125133	0.877664	1.667689
85	-0.120389	0.867708	1.6563599
86	-0.114459	0.867493	1.6435484
87	-0.104082	0.860925	1.6345485
88	-0.104294	0.864098	1.6292544
89	-0.1152	0.861024	1.616866
90	-0.115518	0.867691	1.6027835
91	-0.110541	0.878593	1.5871125
92	-0.105565	0.88833	1.5644532
93	-0.100694	0.896903	1.5507938
94	-0.112024	0.90971	1.5408402
95	-0.102071	0.916059	1.5292982
96	-0.108212	0.926643	1.521462
97	-0.098365	0.930768	1.5120374
98	-0.083224	0.939128	1.4850362
99	-0.083965	0.941029	1.4617408
100	-0.0738	0.941766	1.4367512
101	-0.063635	0.946737	1.4207614
102	-0.064165	0.94525	1.3976775
103	-0.069988	0.947998	1.3728992
104	-0.065012	0.949687	1.3465327
105	-0.070624	0.955611	1.3239778
106	-0.076235	0.96037	1.3052345
107	-0.076447	0.958564	1.290197
108	-0.071153	0.960888	1.2734652
109	-0.044047	0.962047	1.2550393
110	-0.0324	0.967447	1.240319
111	-0.025729	0.971788	1.2240105
112	-0.024459	0.975071	1.2115136
113	-0.028694	0.977294	1.1975342
114	-0.032929	0.973165	1.1927665
115	-0.026365	0.973376	1.1757162
116	-0.030388	0.972529	1.1569718
117	-0.023612	0.965329	1.1418331
118	-0.027318	0.962471	1.1356941
119	-0.014824	0.953259	1.1118667

120	-0.018212	0.943094	1.1024451
121	-0.015988	0.926682	1.0967291
122	-0.008153	0.914718	1.0946128
123	-0.010906	0.9018	1.1014963
124	-0.002859	0.893224	1.1067914
125	1.841E-16	0.883588	1.1052038
126	0.0027529	0.872894	1.1021337
127	2.026E-16	0.871735	1.0922869
128	-0.002965	0.88	1.0810634
129	0.0152471	0.886994	1.0738631
130	0.0173647	0.908705	1.0706862
131	0.0300706	0.92364	1.0661326
132	0.0320824	0.937092	1.0654963
133	0.0448941	0.959756	1.0579775
134	0.0523059	0.980937	1.0435761
135	0.0542118	1.000636	1.0276921
136	0.0559059	1.018853	1.0157256
137	0.0572824	1.030293	1.0023823
138	0.0584471	1.040356	0.9876623
139	0.0542118	1.049043	0.9769716
140	0.0659647	1.056353	0.9704101
141	0.0722118	1.056993	0.9626839
142	0.0782471	1.056362	0.9537928
143	0.0788824	1.049166	0.949031
144	0.0901059	1.046205	0.9591985
145	0.0903176	1.042185	0.9630129
146	0.0902118	1.037106	0.9603684
147	0.1005882	1.030968	0.9565591
148	0.1055647	1.029172	0.956985
149	0.1104353	1.026422	0.9509519
150	0.1150941	1.022719	0.954554
151	0.1195412	1.018064	0.957203
152	0.1237765	1.012455	0.958899
153	0.1224	1.005893	0.9596419
154	0.1369059	0.998378	0.9540318
155	0.1353176	0.99531	0.9527627
156	0.1497176	0.985995	0.9451406
157	0.1640118	0.964926	0.9418595
158	0.1728	0.958893	0.9430254
159	0.1759765	0.946613	0.9433441
160	0.1894235	0.93878	0.9427097

161	0.1918588	0.930099	0.9410164
162	0.1887882	0.920572	0.9382642
163	0.2017059	0.910197	0.9451471
164	0.1984235	0.898975	0.951077
165	0.1895294	0.886906	0.9507597
166	0.2018118	0.873989	0.9493835
167	0.1978941	0.860226	0.9468424
168	0.1939765	0.845721	0.9431365
169	0.2007529	0.830581	0.9490658
170	0.2074235	0.814805	0.9540421
171	0.2191765	0.798394	0.9580652
172	0.2252118	0.781347	0.9610295
173	0.2256353	0.769065	0.9628289
174	0.2258471	0.750854	0.9688635
175	0.2311412	0.726813	0.968545
176	0.2414118	0.697055	0.9778617
177	0.2352706	0.661578	0.9860136
178	0.2396118	0.625785	0.9928948
179	0.2491412	0.589673	0.9878112
180	0.2477647	0.542444	0.9869627
181	0.2460706	0.51078	0.9797612
182	0.2386588	0.467892	0.9716066
183	0.2468118	0.429768	0.9677931
184	0.2438471	0.396516	0.9576266
185	0.2512588	0.36824	0.9465069
186	0.2530588	0.33944	0.9343284
187	0.2811235	0.320699	0.9156909
188	0.3455056	0.296028	0.9119826
189	0.4136995	0.276122	0.9019214
190	0.4801991	0.250287	0.896307
191	0.5080515	0.234616	0.8896338
192	0.5881038	0.234509	0.8817957
193	0.6292971	0.239168	0.8780869
194	0.7065963	0.24319	0.8785074
195	0.7662129	0.246578	0.8777631
196	0.8243471	0.254624	0.8758539
197	0.9021811	0.261929	0.8728858
198	0.9939914	0.268492	0.8635647
199	1.046725	0.274315	0.8530787
200	1.0819879	0.28469	0.841428
201	1.1317566	0.294218	0.8287182

202	1.2013251	0.302898	0.8256437
203	1.2795817	0.310732	0.8215102
204	1.3343264	0.317718	0.8109178
205	1.3659886	0.318563	0.7991605
206	1.3961683	0.324067	0.7862384
207	1.4354538	0.328935	0.7775515
208	1.4836333	0.333168	0.7784998
209	1.492848	0.331472	0.773095
210	1.5167802	0.318658	0.7667372
211	1.5550064	0.305525	0.7594263
212	1.5595619	0.292076	0.7511624
213	1.5790467	0.278308	0.7472395
214	1.6025549	0.258928	0.7422577
215	1.6138865	0.228643	0.7416169
216	1.6250064	0.198246	0.7400231
217	1.6352447	0.167848	0.7374762
218	1.6476838	0.132051	0.7393822
219	1.6532403	0.101548	0.7457352
220	1.689185	0.065645	0.7404353
221	1.7178295	0.034935	0.7395882
222	1.7284679	-0.00139	0.738
223	1.732118	-0.02204	0.7411765
224	1.7395797	-0.04311	0.7438235
225	1.7613355	-0.05921	0.7459412
226	1.7547146	-0.07033	0.7421294
227	1.7681054	-0.07658	0.7376824
228	1.7587314	-0.08314	0.7272
229	1.7746631	-0.07382	0.7212706
230	1.8050006	-0.06472	0.7144941
231	1.8122496	-0.04502	0.7122706
232	1.8233103	-0.03062	0.7093059
233	1.8273826	-0.0214	0.711
234	1.8244666	-0.00658	0.7120588
235	1.8148799	0.00327	0.7123765
236	1.8093166	0.013542	0.7065529
237	1.8076708	0.024238	0.6999882
238	1.8099426	0.029957	0.6873882
239	1.8000377	0.020106	0.6847412
240	1.7885446	0.032073	0.6706588
241	1.7755689	0.038957	0.6559412
242	1.7666167	0.040759	0.6405882

243	1.7509937	0.042773	0.6193059
244	1.7391824	0.039599	0.6028941
245	1.7258886	0.03653	0.5966471
246	1.6954418	0.033567	0.5844706
247	1.6639361	0.014822	0.5770588
248	1.6419596	0.007095	0.5690118
249	1.5974301	-0.00572	0.5603294
250	1.5572416	-0.02351	0.5457176
251	1.5319824	-0.03559	0.5305765
252	1.4895702	-0.04734	0.5149059
253	1.451499	-0.05878	0.4987059
254	1.417663	-0.0699	0.4872706
255	1.3879563	-0.08071	0.4699059
256	1.3621672	-0.09648	0.4573059
257	1.3348955	-0.11184	0.4387765
258	1.3063532	-0.12148	0.4197176
259	1.2765401	-0.13609	0.4001294
260	1.229574	-0.15028	0.3800118
261	1.2242196	-0.15876	0.3647647
262	1.2065826	-0.17221	0.3543882
263	1.1818515	-0.18523	0.3381882
264	1.1289555	-0.19783	0.3375529
265	1.0961771	-0.21001	0.3256941
266	1.0565161	-0.22177	0.3133059
267	1.0260669	-0.2331	0.3004941
268	0.9940292	-0.23871	0.2873647
269	0.933615	-0.24941	0.2739176
270	0.8878125	-0.25989	0.2601529
271	0.8406333	-0.27016	0.2460706
272	0.8081717	-0.28022	0.2316706
273	0.7637453	-0.29007	0.2329412
274	0.6861775	-0.29971	0.2284941
275	0.6501156	-0.31442	0.2237294
276	0.5912888	-0.33963	0.2238353
277	0.536803	-0.36473	0.2288118
278	0.4758584	-0.38983	0.2387647
279	0.4189371	-0.41504	0.2536941
280	0.3607451	-0.44035	0.2628058
281	0.3012825	-0.47106	0.3030468
282	0.2723196	-0.49108	0.3366171
283	0.2255625	-0.5111	0.3688108

284	0.188017	-0.53112	0.405028
285	0.1171185	-0.55643	0.4398685
286	0.0610433	-0.57634	0.4785207
287	-0.006997	-0.58545	0.5209845
288	-0.012237	-0.59434	0.5565659
289	-0.023518	-0.60303	0.6013589
290	-0.002823	-0.6115	0.6392694
291	0.0176606	-0.61976	0.6808857
292	-0.031738	-0.6331	0.7210196
293	-0.017079	-0.62473	0.7650709
294	-0.045195	-0.61064	0.8077457
295	-0.025347	-0.59083	0.8544439
296	-0.021487	-0.5813	0.9103596
297	-0.017733	-0.56584	0.9699809
298	0.0022268	-0.54975	1.0225079
299	0.0388104	-0.53302	1.0732346
300	0.0328234	-0.51565	1.1275611
301	0.0108482	-0.48695	1.1747932
302	0.0474318	-0.46292	1.2202252
303	0.1100623	-0.43814	1.2692568
304	0.1830751	-0.40732	1.3165942
305	0.2185997	-0.37587	1.3622372
306	0.2483005	-0.35448	1.4061858
307	0.2771542	-0.33245	1.4537342
308	0.3212549	-0.30979	1.5100706
309	0.3701201	-0.2759	1.569795
310	0.3489911	-0.24699	1.6222133
311	0.4229562	-0.22856	1.6673255
312	0.4531858	-0.21532	1.7211197
313	0.4613917	-0.20186	1.7622079
314	0.4685387	-0.1882	1.8120841
315	0.4962268	-0.17972	1.8600542
316	0.5229618	-0.17654	1.9167063
317	0.5550142	-0.17347	1.9712407
318	0.5969362	-0.1812	2.0289512
319	0.5934396	-0.18893	2.0791439
320	0.6689429	-0.19667	2.1432069
321	0.7057931	-0.2044	2.194352
322	0.7740962	-0.19614	2.2962204
323	0.8200522	-0.19327	2.3894061
324	0.8488551	-0.17431	2.4948292



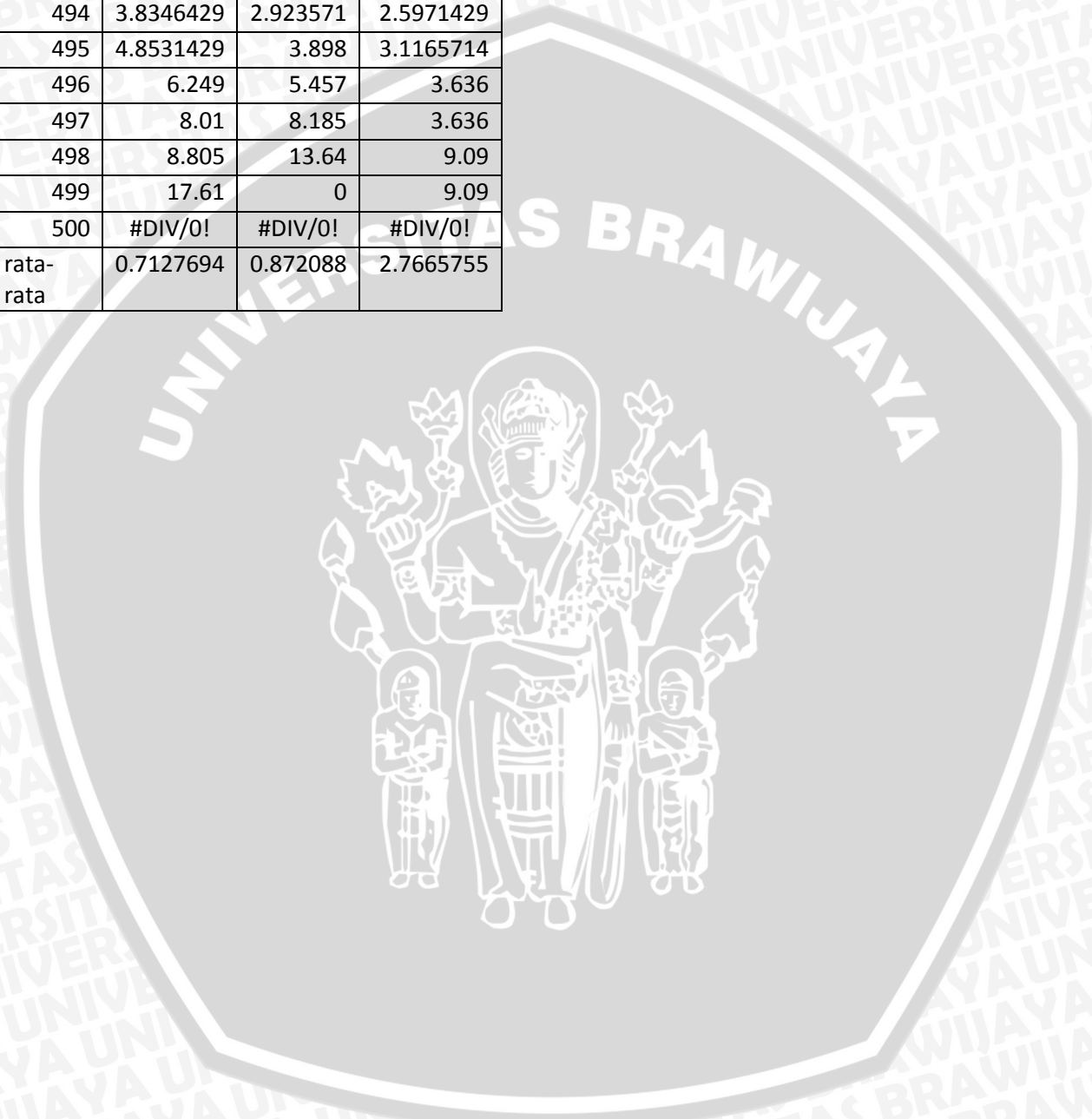
325	0.9030697	-0.15524	2.5915135
326	0.9243547	-0.13078	2.719012
327	0.9290161	-0.10621	2.8674694
328	0.9541126	-0.07073	3.0203004
329	0.9727503	-0.04584	3.1681545
330	1.0116113	-0.01015	3.3111374
331	1.0656193	0.020456	3.4493553
332	1.0867979	0.056675	3.5828079
333	1.1125293	0.087705	3.7167895
334	1.1322253	0.113442	3.8512
335	1.1194094	0.139178	3.9806334
336	1.1431288	0.159515	4.1104898
337	1.1814599	0.179745	4.230075
338	1.1919437	0.19987	4.3552714
339	1.2069804	0.219888	4.4645849
340	1.2899993	0.223595	4.5848036
341	1.3655003	0.248485	4.6891394
342	1.4017187	0.273268	4.7881805
343	1.4436521	0.292545	4.881927
344	1.4606593	0.317011	4.9649787
345	1.4871958	0.341265	5.0479239
346	1.5177616	0.365307	5.1361627
347	1.4881801	0.389138	5.2190009
348	1.5158867	0.39655	5.3017327
349	1.4993284	0.419533	5.3790638
350	1.4868994	0.436687	5.4509944
351	1.472882	0.447911	5.5174185
352	1.4734763	0.4639	5.5782303
353	1.4936645	0.47936	5.6334297
354	1.511629	0.494289	5.6830168
355	1.5381697	0.50869	5.7429797
356	1.5203397	0.52256	5.7918245
357	1.5387213	0.530501	5.8402451
358	1.5503263	0.537807	5.8775475
359	1.5603487	0.549878	5.9090257
360	1.5952533	0.556018	5.939974
361	1.604426	0.566818	5.9596982
362	1.6564196	0.582276	5.9735983
363	1.6960247	0.591699	5.9870742
364	1.7393355	0.595086	5.994726
365	1.7167814	0.603133	6.012542

366	1.6823683	0.610437	6.0191338
367	1.6737904	0.617001	6.0250898
368	1.6534595	0.622823	6.0196099
369	1.6800402	0.633304	6.0079882
370	1.6597118	0.64315	5.9902248
371	1.6512921	0.657654	5.9663196
372	1.6308017	0.671417	5.9362727
373	1.6144407	0.684439	5.9053839
374	1.5915147	0.696719	5.8790474
375	1.5403181	0.708258	5.8412749
376	1.5358155	0.713656	5.871484
377	1.4979598	0.718206	5.9101628
378	1.4745098	0.72191	5.9306291
379	1.4387715	0.730166	5.9542711
380	1.438827	0.737681	5.9598063
381	1.3733354	0.744455	5.974029
382	1.3812259	0.750381	6.002651
383	1.3822339	0.755461	6.0247076
384	1.4032536	0.759799	6.1037341
385	1.3800084	0.784572	6.1749244
386	1.3499924	0.80278	6.2436786
387	1.3236821	0.835712	6.3101026
388	1.2904834	0.867267	6.3689023
389	1.2776199	0.892151	6.4147835
390	1.2422034	0.915765	6.4584403
391	1.2266925	0.938107	6.4998728
392	1.2099108	0.953879	6.5337868
393	1.1701524	0.963086	6.5547824
394	1.1339937	0.981828	6.5735536
395	1.0908466	0.999512	6.5794064
396	1.0622051	1.021536	6.5830348
397	1.021387	1.031802	6.5952448
398	0.9950744	1.035609	6.6001483
399	0.9510793	1.054245	6.6031451
400	0.9263402	1.071504	6.6041295
401	0.8890351	1.076695	6.6100161
402	0.8320085	1.087169	6.612179
403	0.828274	1.091868	6.6103035
404	0.8354839	1.09616	6.6040503
405	0.8306437	1.105991	6.5930534
406	0.8066107	1.115713	6.5769173

407	0.7991736	1.119058	6.555215
408	0.7906859	1.121839	6.5338598
409	0.7875803	1.124001	6.5194277
410	0.7770291	1.138811	6.4992467
411	0.7243153	1.153778	6.4728217
412	0.7718834	1.168893	6.4326524
413	0.7366707	1.177022	6.3988876
414	0.7202508	1.184781	6.3430296
415	0.6946062	1.192121	6.2854376
416	0.6741632	1.19899	6.2184016
417	0.6672901	1.20533	6.1567559
418	0.6673332	1.21909	6.0851175
419	0.6831996	1.216349	6.0108224
420	0.6238787	1.212274	5.916904
421	0.6888691	1.206734	5.8274056
422	0.6608802	1.199588	5.7164104
423	0.6754269	1.208851	5.6817638
424	0.6811244	1.208295	5.638521
425	0.6769984	1.215992	5.61408
426	0.7111095	1.223005	5.5722102
427	0.6564061	1.239341	5.5862949
428	0.6170856	1.245266	5.6446785
429	0.59501	1.260906	5.7199135
430	0.581271	1.276382	5.7947827
431	0.57689	1.291639	5.8577648
432	0.5713792	1.294985	5.918894
433	0.5287021	1.3089	5.9777831
434	0.4937038	1.322324	6.0463285
435	0.4293088	1.335156	6.1255679
436	0.305708	1.347285	6.2035153
437	0.2914528	1.358581	6.2797708
438	0.2893116	1.368901	6.3538767
439	0.2143927	1.37808	6.454151
440	0.1315077	1.385934	6.5391348
441	0.2555421	1.39225	6.6372287
442	0.360301	1.39679	6.7340047
443	0.393137	1.415778	6.8289218
444	0.4352988	1.417089	6.9213508
445	0.4214306	1.433492	7.0105598
446	0.3867785	1.448856	7.114062
447	0.4235674	1.462953	7.2145843

448	0.2856313	1.475522	7.3310071
449	0.3567536	1.486261	7.4448041
450	0.2218326	1.516205	7.5550072
451	0.1585618	1.546175	7.6604725
452	0.0868163	1.576023	7.7830367
453	0.0054901	1.60557	7.9008739
454	0.0899295	1.634598	8.0124815
455	0.1592636	1.662841	8.1160691
456	0.2653254	1.689983	8.2645929
457	0.12621	1.715638	8.4081029
458	0.1173362	1.739345	8.5446572
459	0.1067239	1.760542	8.6718985
460	0.1273833	1.778556	8.7869652
461	0.2906567	1.792569	8.9213424
462	0.4644575	1.838397	9.0045607
463	0.7195262	1.884006	9.0632028
464	0.9331223	1.928936	9.0910574
465	1.2231943	1.92931	9.1238147
466	1.2847087	1.965857	9.1623473
467	1.0592086	1.998732	9.1590955
468	1.0423663	2.026601	9.1548229
469	0.9058981	2.047775	9.0943255
470	1.1459919	2.060109	8.9626653
471	1.1473749	2.060872	8.7410456
472	1.2413005	2.113744	8.4057094
473	1.2027066	2.162009	7.9264806
474	1.1445971	2.203346	7.3425946
475	1.0614393	2.234646	6.5454085
476	0.9460462	2.251738	5.4755
477	0.8878174	2.249	5.4387087
478	0.6947036	2.218814	5.4347431
479	0.78917	2.150796	5.2409599
480	0.5123377	2.030675	5.0412597
481	0.9969398	1.838662	4.4086917
482	-0.120298	1.547018	3.7957719
483	0.6658514	1.294623	2.523612
484	0.546152	0.712941	0.6906618
485	1.7256765	-0.13378	0.7886912
486	1.5768214	-0.32489	0.909
487	1.902044	-0.5998	1.0588352
488	2.3292308	-0.30005	1.2486264

489	2.4893357	0.190455	1.4938112
490	1.6268182	0.495818	1.3221818
491	1.842	0.992061	1.5425455
492	2.083	1.819167	1.818
493	2.3332143	2.273929	2.1642857
494	3.8346429	2.923571	2.5971429
495	4.8531429	3.898	3.1165714
496	6.249	5.457	3.636
497	8.01	8.185	3.636
498	8.805	13.64	9.09
499	17.61	0	9.09
500	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
rata-rata	0.7127694	0.872088	2.7665755



Lampiran 2B. Data Laju Produksi pada variasi katalis 2 tahapan.

waktu	konsentrasi minyak : air		
	1 : 1	1 : 3	3 : 1
1	0.74259	2.460272	2.733592
2	0.73401	2.386757	2.752971
3	0.71411	2.304917	2.75869
4	0.70945	2.241541	2.761339
5	0.69865	2.169947	2.766317
6	0.68181	2.111628	2.77373
7	0.66974	2.045302	2.772884
8	0.65714	1.976263	2.774472
9	0.66518	1.909805	2.778496
10	0.66698	1.824329	2.774261
11	0.66264	1.784217	2.783367
12	0.65777	1.720104	2.789614
13	0.64178	1.669272	2.78739
14	0.61975	1.594333	2.798295
15	0.60768	1.543688	2.800941
16	0.60567	1.490859	2.795223
17	0.58692	1.46936	2.791833
18	0.57273	1.440728	2.779973
19	0.5578	1.415656	2.764935
20	0.56913	1.388638	2.757521
21	0.55854	1.359733	2.741849
22	0.5525	1.339705	2.717811
23	0.52973	1.323154	2.706796
24	0.52242	1.304785	2.687422
25	0.49849	1.279025	2.686154
26	0.47943	1.256745	2.686792
27	0.47582	1.232651	2.689335
28	0.46619	1.217438	2.688489
29	0.44522	1.20581	2.684255
30	0.43981	1.198678	2.676632
31	0.4128	1.184314	2.681715
32	0.41757	1.162718	2.688915
33	0.4057	1.14469	2.692832
34	0.39893	1.130876	2.704161
35	0.38664	1.120747	2.712207
36	0.36334	1.108903	2.706276
37	0.3609	1.095343	2.697168

38	0.35783	1.085368	2.70109
39	0.35422	1.081835	2.707334
40	0.34469	1.076434	2.699814
41	0.31874	1.069164	2.705323
42	0.31376	1.065424	2.702355
43	0.30295	1.075804	2.701616
44	0.29172	1.078808	2.702989
45	0.30136	1.074544	2.711779
46	0.26239	1.077321	2.722792
47	0.24957	1.083698	2.736134
48	0.23072	1.083074	2.741112
49	0.21113	1.091342	2.737619
50	0.2124	1.116207	2.736243
51	0.20784	1.139551	2.742384
52	0.19757	1.161348	2.750855
53	0.19778	1.181706	2.750961
54	0.19768	1.199697	2.742702
55	0.18667	1.205431	2.736877
56	0.18614	1.220295	2.728194
57	0.19058	1.239429	2.716546
58	0.18931	1.262305	2.707227
59	0.17714	1.272934	2.689543
60	0.18084	1.292809	2.674089
61	0.18434	1.305943	2.671551
62	0.18752	1.317523	2.671343
63	0.18508	1.338139	2.651969
64	0.17185	1.351802	2.634713
65	0.17439	1.358617	2.635563
66	0.17651	1.369385	2.627729
67	0.16232	1.378811	2.616719
68	0.17471	1.401154	2.602638
69	0.19228	1.421988	2.57458
70	0.19355	1.444823	2.553934
71	0.17862	1.454444	2.551605
72	0.19557	1.462603	2.540804
73	0.20139	1.474594	2.521427
74	0.1962	1.490425	2.493368
75	0.1961	1.504795	2.462026
76	0.20647	1.517703	2.4328
77	0.19525	1.523856	2.400399
78	0.17323	1.528654	2.38102

79	0.17249	1.536796	2.34237
80	0.15555	1.548866	2.311026
81	0.1385	1.559569	2.287305
82	0.11583	1.564909	2.293131
83	0.10895	1.56729	2.291333
84	0.10726	1.573566	2.2925
85	0.11605	1.573149	2.296525
86	0.10853	1.571439	2.292715
87	0.11139	1.573732	2.297163
88	0.11414	1.579919	2.30447
89	0.117	1.571806	2.303835
90	0.11986	1.562336	2.311247
91	0.13331	1.549388	2.316012
92	0.13585	1.529746	2.318236
93	0.13267	1.519398	2.323424
94	0.12928	1.51305	2.326282
95	0.12568	1.505407	2.326705
96	0.13236	1.501765	2.32988
97	0.13331	1.496828	2.335809
98	0.13416	1.474609	2.339196
99	0.15131	1.447181	2.340041
100	0.15798	1.418173	2.333051
101	0.16465	1.398279	2.312931
102	0.15533	1.371403	2.30107
103	0.1566	1.342947	2.292067
104	0.14686	1.313017	2.280523
105	0.1583	1.287011	2.266438
106	0.16412	1.262019	2.255105
107	0.15893	1.240904	2.241125
108	0.15343	1.218267	2.224498
109	0.14761	1.194107	2.210524
110	0.15777	1.173825	2.199196
111	0.17334	1.149215	2.17452
112	0.17281	1.128646	2.152498
113	0.17736	1.106825	2.149216
114	0.17079	1.094445	2.143287
115	0.17461	1.070013	2.134604
116	0.16751	1.044117	2.128569
117	0.1763	1.022056	2.109191
118	0.17418	1.009226	2.092567
119	0.18255	0.978937	2.068106

120	0.18001	0.964361	2.04121
121	0.18795	0.953699	2.011879
122	0.18509	0.940846	1.980006
123	0.19822	0.937083	1.950885
124	0.18446	0.931823	1.924517
125	0.19187	0.919771	1.900908
126	0.17768	0.906149	1.885663
127	0.17387	0.885837	1.8737
128	0.16466	0.864237	1.859725
129	0.17154	0.846747	1.843738
130	0.16752	0.833367	1.825739
131	0.16858	0.825025	1.805728
132	0.14782	0.82023	1.789106
133	0.15883	0.808775	1.770577
134	0.16433	0.795902	1.755542
135	0.15343	0.782189	1.744
136	0.1475	0.772501	1.735953
137	0.13056	0.761544	1.715306
138	0.14019	0.743552	1.692646
139	0.13914	0.729813	1.667975
140	0.14337	0.725667	1.652091
141	0.1475	0.720475	1.623607
142	0.13521	0.714237	1.603912
143	0.144	0.712246	1.582416
144	0.13659	0.725302	1.559119
145	0.13966	0.732124	1.544823
146	0.14802	0.731527	1.528938
147	0.12949	0.732235	1.511465
148	0.13214	0.737272	1.492403
149	0.13468	0.736038	1.471752
150	0.13182	0.744534	1.449514
151	0.12896	0.753919	1.431086
152	0.1368	0.762435	1.416471
153	0.11255	0.770058	1.400267
154	0.11499	0.771389	1.382474
155	0.11732	0.777122	1.362987
156	0.09815	0.777261	1.336405
157	0.09498	0.781788	1.30813
158	0.10779	0.790808	1.288854
159	0.10451	0.799028	1.267884
160	0.07454	0.806341	1.245219



161	0.06607	0.812642	1.215678
162	0.06829	0.81793	1.19016
163	0.07581	0.832901	1.168665
164	0.07782	0.846965	1.1405
165	0.06882	0.854828	1.116358
166	0.07041	0.861679	1.10704
167	0.0774	0.867411	1.085969
168	0.04701	0.872346	1.058438
169	0.05411	0.887669	1.040331
170	0.0612	0.902093	1.026248
171	0.063	0.915619	1.005494
172	0.04331	0.928139	0.999457
173	0.05569	0.939549	0.992149
174	0.04701	0.955393	0.983571
175	0.04913	0.964936	0.968428
176	0.05114	0.984166	0.957309
177	0.05845	1.002282	0.950107
178	0.04436	1.013354	0.941422
179	0.02478	1.018453	0.925961
180	0.02636	1.027839	0.91463
181	0.01705	1.030923	0.896839
182	0.00741	1.033105	0.872589
183	0.00286	1.040451	0.852469
184	0.00339	1.041511	0.825784
185	0.00371	1.043234	0.803334
186	0.01461	1.043933	0.790519
187	0.0306	1.038208	0.765951
188	0.04627	1.047448	0.756313
189	0.05622	1.050371	0.740321
190	0.07094	1.050231	0.728776
191	0.10101	1.04892	0.726973
192	0.12515	1.046332	0.724216
193	0.15416	1.04776	0.720401
194	0.18265	1.053205	0.71542
195	0.20509	1.057373	0.709275
196	0.25338	1.060263	0.707365
197	0.28494	1.061982	0.704502
198	0.31596	1.057236	0.700791
199	0.34614	1.051212	0.701528
200	0.36467	1.04391	0.696017
201	0.40364	1.035437	0.678966

202	0.43096	1.036487	0.660961
203	0.44664	1.037146	0.636709
204	0.48275	1.031218	0.622409
205	0.51791	1.023997	0.612663
206	0.55211	1.01278	0.607364
207	0.59617	1.002754	0.606511
208	0.62857	1.002231	0.604811
209	0.66532	0.995223	0.602264
210	0.71159	0.98713	0.604276
211	0.74061	0.979698	0.605547
212	0.77396	0.968175	0.605965
213	0.81685	0.960768	0.605541
214	0.85857	0.952077	0.609776
215	0.89394	0.947501	0.618776
216	0.92825	0.942213	0.627247
217	0.95081	0.935737	0.640482
218	0.97771	0.933478	0.647682
219	1.01424	0.935432	0.654141
220	1.04961	0.925033	0.654459
221	1.07322	0.920466	0.653929
222	1.11177	0.914944	0.652553
223	1.13305	0.913973	0.661024
224	1.16387	0.912258	0.663353
225	1.18812	0.910423	0.670341
226	1.22179	0.902431	0.6714
227	1.24879	0.893578	0.666529
228	1.27982	0.878464	0.661024
229	1.29337	0.867675	0.654882
230	1.33213	0.855813	0.648106
231	1.37469	0.848248	0.640694
232	1.41038	0.839716	0.632647
233	1.45517	0.835023	0.629259
234	1.49297	0.829457	0.625129
235	1.53458	0.828259	0.620259
236	1.56932	0.821321	0.620047
237	1.61835	0.81352	0.6192
238	1.65477	0.799561	0.617718
239	1.69469	0.789552	0.620894
240	1.73271	0.77879	0.612741
241	1.76881	0.772283	0.604059
242	1.80842	0.76479	0.589553

243	1.84622	0.751016	0.574624
244	1.88752	0.741761	0.559271
245	1.9321	0.74232	0.5382
246	1.97986	0.736598	0.522106
247	2.0201	0.734191	0.505588
248	2.04753	0.733152	0.488647
249	2.07824	0.731298	0.476576
250	2.11753	0.729125	0.463976
251	2.15449	0.725975	0.450847
252	2.18371	0.72363	0.437188
253	2.21601	0.720343	0.4284
254	2.23518	0.721407	0.419188
255	2.2679	0.716129	0.404259
256	2.293	0.715203	0.394412
257	2.31037	0.708648	0.378953
258	2.3253	0.701164	0.363176
259	2.3487	0.692751	0.357776
260	2.36978	0.68341	0.352059
261	2.3774	0.678541	0.351318
262	2.37698	0.678144	0.339353
263	2.39022	0.671524	0.321459
264	2.40642	0.68007	0.319024
265	2.42558	0.675887	0.299965
266	2.44231	0.670797	0.285776
267	2.4511	0.664907	0.271165
268	2.44676	0.658323	0.245435
269	2.43448	0.651371	0.219282
270	2.45142	0.644313	0.214094
271	2.46031	0.636556	0.203188
272	2.45587	0.628099	0.197259
273	2.44348	0.634348	0.196306
274	2.43384	0.634509	0.195035
275	2.41076	0.625656	0.188153
276	2.40631	0.621476	0.175659
277	2.4098	0.621969	0.173647
278	2.38926	0.62724	0.171529
279	2.36607	0.631349	0.18
280	2.3613	0.635266	0.172271
281	2.34828	0.670114	0.169624
282	2.3325	0.698094	0.155965
283	2.31396	0.724633	0.141988

284	2.30327	0.754995	0.133094
285	2.28442	0.783779	0.118588
286	2.25752	0.817755	0.103765
287	2.22797	0.855373	0.099318
288	2.21198	0.875216	0.083859
289	2.18815	0.904315	0.089471
290	2.17248	0.929012	0.126323
291	2.16496	0.95741	0.1672
292	2.14981	0.984321	0.217499
293	2.12185	1.015147	0.271823
294	2.11295	1.044591	0.330169
295	2.10692	1.078056	0.387245
296	2.08785	1.120733	0.44305
297	2.08287	1.167113	0.502879
298	2.06508	1.206394	0.555931
299	2.05025	1.243871	0.602206
300	2.02801	1.287855	0.657799
301	2.01965	1.324684	0.701321
302	2.01435	1.359649	0.743361
303	2.01213	1.398153	0.799806
304	1.9756	1.435696	0.849051
305	1.95845	1.471497	0.901685
306	1.94987	1.505558	0.957812
307	1.92848	1.540416	1.017538
308	1.91037	1.583961	1.075571
309	1.89555	1.630793	1.131909
310	1.87332	1.670219	1.186553
311	1.86527	1.702238	1.239502
312	1.84462	1.74462	1.290757
313	1.82186	1.774231	1.345718
314	1.80788	1.812564	1.398985
315	1.77611	1.848925	1.461039
316	1.75843	1.893903	1.521081
317	1.72274	1.937172	1.579112
318	1.69045	1.983561	1.635236
319	1.67192	2.022376	1.700148
320	1.65117	2.075005	1.75246
321	1.62841	2.114185	1.808266
322	1.60342	2.155033	1.862166
323	1.5922	2.188134	1.924748
324	1.54687	2.222759	1.990612



325	1.51035	2.26146	2.054358
326	1.47191	2.303425	2.110587
327	1.44226	2.353318	2.169885
328	1.40542	2.409405	2.221454
329	1.37206	2.462337	2.2654
330	1.31562	2.523865	2.307121
331	1.2685	2.582217	2.362501
332	1.25198	2.637361	2.410046
333	1.21248	2.694621	2.460449
334	1.19818	2.753897	2.630193
335	1.1716	2.809783	2.800466
336	1.13814	2.876386	2.965868
337	1.0926	2.934131	3.121104
338	1.07259	2.9989	3.271576
339	1.05131	3.049199	3.417282
340	1.01805	3.111816	3.568918
341	1.00493	3.171102	3.710288
342	0.98502	3.226725	3.846575
343	0.95315	3.28445	3.972379
344	0.9307	3.332996	4.092994
345	0.92286	3.382952	4.219009
346	0.91905	3.439717	4.328929
347	0.90349	3.492598	4.444143
348	0.88698	3.546888	4.553956
349	0.87459	3.597294	4.658368
350	0.85553	3.643964	4.76278
351	0.83012	3.692706	4.861897
352	0.84113	3.737473	4.961014
353	0.819	3.781125	5.05473
354	0.81191	3.820745	5.14834
355	0.80376	3.872322	5.236443
356	0.79465	3.914361	5.313639
357	0.78449	3.957556	5.385224
358	0.76797	3.991214	5.45649
359	0.75051	4.020628	5.522037
360	0.73198	4.051093	5.587267
361	0.72848	4.071914	5.646884
362	0.72944	4.094077	5.716877
363	0.71334	4.117285	5.781152
364	0.70149	4.136137	5.834309
365	0.68338	4.166623	5.892441

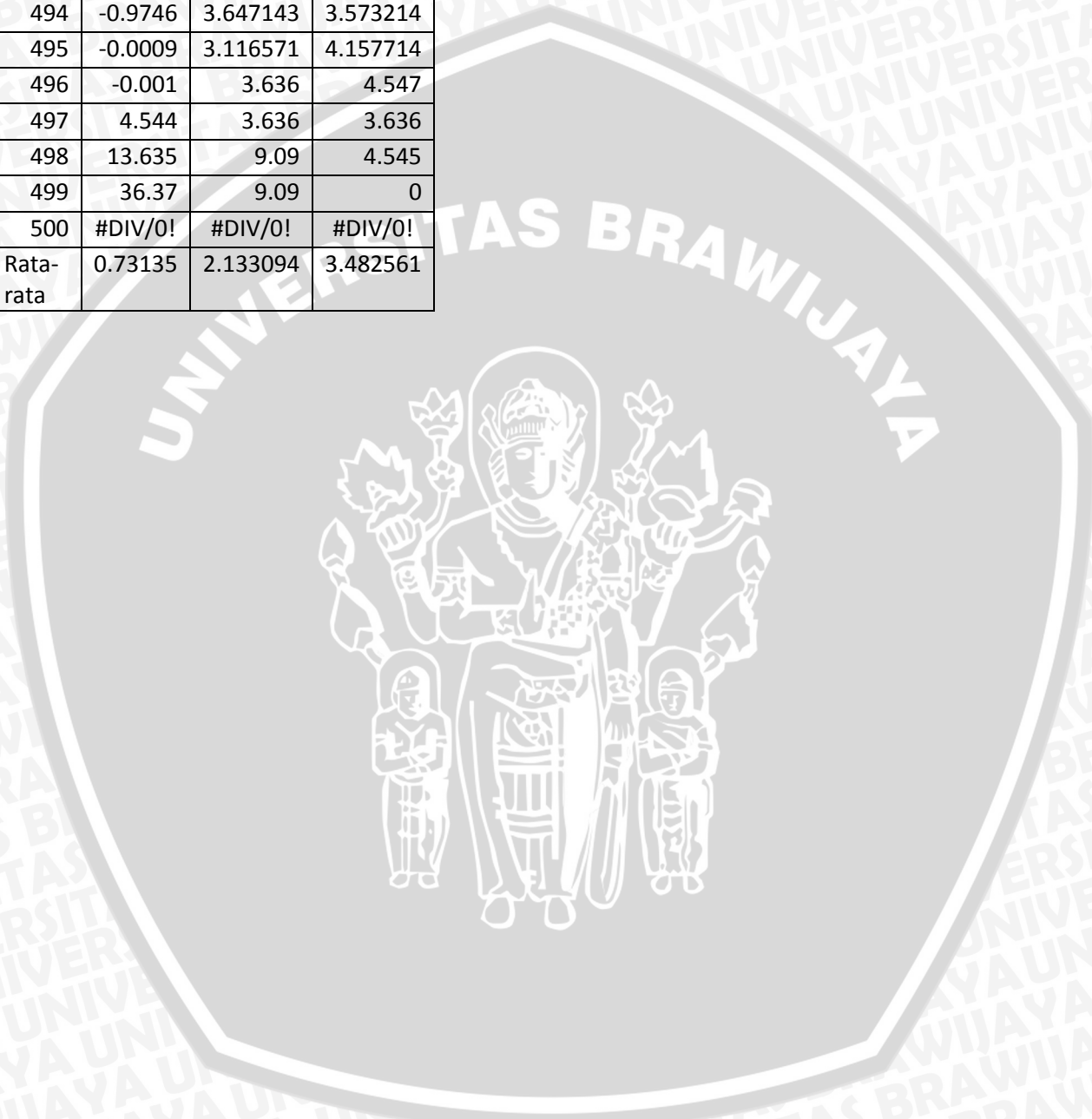
366	0.65924	4.186224	5.934162
367	0.65574	4.206636	5.975352
368	0.64611	4.217059	6.005318
369	0.61953	4.223603	6.02406
370	0.61339	4.225435	6.036872
371	0.6172	4.223149	6.059848
372	0.60439	4.216164	6.076894
373	0.59094	4.20978	6.093304
374	0.57665	4.208795	6.109079
375	0.5668	4.197805	6.118817
376	0.54022	4.183518	6.11712
377	0.5291	4.180243	6.109281
378	0.52815	4.161298	6.0953
379	0.50517	4.148071	6.075177
380	0.48685	4.119279	6.059613
381	0.4842	4.101717	6.032506
382	0.45995	4.112744	6.004552
383	0.44078	4.12534	6.102715
384	0.43189	4.135499	6.191877
385	0.43326	4.141252	6.272038
386	0.41293	4.153853	6.343198
387	0.40816	4.167436	6.405357
388	0.39207	4.176709	6.458621
389	0.38074	4.165439	6.497695
390	0.37417	4.155043	6.554557
391	0.35648	4.148005	6.650919
392	0.35458	4.159893	6.744314
393	0.33615	4.161543	6.840039
394	0.31709	4.163651	6.938092
395	0.3083	4.161229	7.027779
396	0.30999	4.159149	7.109101
397	0.28998	4.168219	7.187357
398	0.26425	4.17255	7.262542
399	0.2437	4.177541	7.334655
400	0.24433	4.183087	7.392897
401	0.2244	4.188438	7.427084
402	0.23121	4.191529	7.453172
403	0.22683	4.192169	7.481923
404	0.23959	4.190147	7.519388
405	0.21713	4.18524	7.560278
406	0.21139	4.177204	7.598726



407	0.21138	4.165778	7.634465
408	0.20484	4.157051	7.667206
409	0.19772	4.157792	7.696635
410	0.19664	4.155538	7.722409
411	0.18852	4.150017	7.744154
412	0.1797	4.133972	7.761467
413	0.17725	4.127817	7.773904
414	0.17449	4.103337	7.780985
415	0.16392	4.081203	7.789646
416	0.14481	4.054039	7.807664
417	0.14765	4.037045	7.820282
418	0.12652	4.015233	7.826939
419	0.12013	3.996371	7.818814
420	0.13839	3.963959	7.819665
421	0.14066	3.942551	7.795899
422	0.14298	3.906785	7.771542
423	0.16349	3.870198	7.737498
424	0.18548	3.826717	7.711439
425	0.17077	3.782873	7.67515
426	0.16451	3.743607	7.637409
427	0.15754	3.707009	7.577944
428	0.16018	3.684035	7.52556
429	0.15219	3.673242	7.449185
430	0.15429	3.657077	7.346205
431	0.11121	3.648497	7.225017
432	0.06413	3.634482	7.118613
433	0.07255	3.614407	6.981195
434	0.04464	3.59991	6.833959
435	0.0522	3.591747	6.943088
436	0.0473	3.577626	7.065702
437	0.02833	3.579063	7.189662
438	-0.0205	3.575143	7.300801
439	-0.0453	3.594001	7.411466
440	-0.0577	3.593983	7.521228
441	-0.102	3.603278	7.644998
442	-0.1031	3.607233	7.78434
443	-0.104	3.605065	7.924475
444	-0.1561	3.614493	8.064992
445	-0.1606	3.617927	8.2054
446	-0.1469	3.632804	8.381844
447	-0.1313	3.64178	8.542004

448	-0.173	3.663673	8.722186
449	-0.1987	3.679902	8.90424
450	-0.1843	3.689458	9.087617
451	-0.1899	3.691172	9.271643
452	-0.2653	3.706878	9.455489
453	-0.2048	3.714771	9.662321
454	-0.2618	3.727033	9.869891
455	-0.2467	3.730162	10.10348
456	-0.2563	3.777515	10.33901
457	-0.2665	3.819646	10.57536
458	-0.2471	3.855246	10.81114
459	-0.2873	3.882747	11.07623
460	-0.2993	3.900268	11.34155
461	-0.3121	3.940513	11.60507
462	-0.2889	3.93452	11.86429
463	-0.2606	3.951664	12.1936
464	-0.2263	3.953943	12.52436
465	-0.1849	3.98108	12.85375
466	-0.2267	4.038902	13.17812
467	-0.3236	4.085948	13.49273
468	-0.2826	4.170515	13.84311
469	-0.2866	4.246736	14.12471
470	-0.2896	4.320327	14.37331
471	-0.2286	4.379855	14.57595
472	-0.1523	4.420217	14.78296
473	-0.2015	4.434787	14.99244
474	-0.1832	4.492717	15.12391
475	-0.0746	4.523614	15.23244
476	0.06289	4.517308	15.21688
477	-0.0593	4.647904	15.03168
478	-3E-05	4.86834	14.61553
479	0.07697	4.973343	13.88527
480	0.17706	5.170156	12.72714
481	0.16403	5.063541	11.12773
482	0.14354	5.149632	8.771895
483	-0.2441	5.202508	5.366398
484	-0.5794	5.382206	5.704167
485	-0.5884	5.580971	6.042882
486	-0.5846	5.711143	6.363786
487	-1.159	6.048725	6.633582
488	-0.9492	6.33544	6.793516

489	-0.9856	6.503601	6.325979
490	-0.992	5.931273	5.207364
491	-0.331	5.149818	4.739273
492	-1.364	3.288	4.243667
493	-1.2992	3.564286	3.789405
494	-0.9746	3.647143	3.573214
495	-0.0009	3.116571	4.157714
496	-0.001	3.636	4.547
497	4.544	3.636	3.636
498	13.635	9.09	4.545
499	36.37	9.09	0
500	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Rata-rata	0.73135	2.133094	3.482561



Lampiran 2C. Data Laju Produksi pada variasi katalis 3 tahapan.

waktu	konsentrasi minyak : air		
	1 : 1	1 : 3	3 : 1
1	0.642532	0.745111	2.705713
2	0.658313	0.737387	2.715869
3	0.678118	0.72871	2.71226
4	0.71264	0.71378	2.705475
5	0.718997	0.692603	2.700913
6	0.74526	0.675873	2.69868
7	0.759453	0.668996	2.688082
8	0.788363	0.661272	2.679814
9	0.815896	0.657995	2.66858
10	0.836865	0.659164	2.654382
11	0.85148	0.654087	2.653418
12	0.875625	0.648162	2.656077
13	0.914487	0.652084	2.655792
14	0.936196	0.644465	2.656882
15	0.946153	0.635999	2.668075
16	0.949544	0.642568	2.676664
17	0.957065	0.642783	2.682647
18	0.979303	0.64734	2.686567
19	0.984176	0.650838	2.693192
20	1.003873	0.658571	2.688906
21	1.038181	0.66514	2.697642
22	1.076302	0.670649	2.711409
23	1.102245	0.675205	2.708655
24	1.126494	0.684103	2.726709
25	1.154138	0.686647	2.733324
26	1.190775	0.688238	2.736548
27	1.225829	0.683582	2.744591
28	1.253784	0.683373	2.749405
29	1.269562	0.682211	2.750989
30	1.294451	0.680096	2.744049
31	1.322935	0.677028	2.744574
32	1.333735	0.678301	2.741763
33	1.348348	0.673221	2.735616
34	1.340302	0.667188	2.734231
35	1.341785	0.665602	2.740363
36	1.342103	0.668462	2.743318

37	1.341362	0.681064	2.743097
38	1.328974	0.692713	2.745104
39	1.326433	0.703408	2.744041
40	1.328339	0.718551	2.729319
41	1.345068	0.732846	2.722325
42	1.32855	0.746294	2.712262
43	1.337656	0.758896	2.704527
44	1.334902	0.770649	2.709709
45	1.352478	0.781556	2.711609
46	1.368889	0.80231	2.715627
47	1.357241	0.822216	2.716574
48	1.360311	0.841275	2.709155
49	1.356498	0.854088	2.704066
50	1.345909	0.865947	2.706606
51	1.350249	0.876853	2.705969
52	1.348024	0.886806	2.702156
53	1.344528	0.895805	2.695165
54	1.345056	0.903852	2.684998
55	1.344207	0.910946	2.677054
56	1.347176	0.911793	2.666039
57	1.35385	0.911792	2.646553
58	1.36423	0.916238	2.62929
59	1.367622	0.919732	2.614356
60	1.364025	0.922272	2.61234
61	1.380121	0.923859	2.607041
62	1.373236	0.924493	2.598459
63	1.370168	0.924174	2.586595
64	1.360111	0.922902	2.571447
65	1.36996	0.926077	2.563711
66	1.362438	0.928405	2.552693
67	1.35884	0.924486	2.538392
68	1.348565	0.919613	2.520808
69	1.342525	0.924482	2.510878
70	1.346126	0.928397	2.49788
71	1.338081	0.93136	2.481813
72	1.318382	0.933369	2.465585
73	1.308212	0.934426	2.44623
74	1.302284	0.934529	2.423748
75	1.300803	0.933679	2.40856
76	1.303557	0.937171	2.39045
77	1.289046	0.939603	2.358862

78	1.268182	0.935576	2.343968
79	1.262253	0.935785	2.33931
80	1.228365	0.934935	2.331652
81	1.204006	0.933026	2.320995
82	1.178377	0.930057	2.330719
83	1.151477	0.942018	2.337902
84	1.1339	0.942121	2.342544
85	1.109441	0.946458	2.349938
86	1.072799	0.944336	2.354685
87	1.050563	0.94645	2.368773
88	1.021232	0.952799	2.375155
89	0.984913	0.952688	2.37923
90	0.952612	0.951519	2.386293
91	0.913746	0.954585	2.390944
92	0.900191	0.956487	2.393183
93	0.87446	0.957223	2.391821
94	0.852646	0.956795	2.388023
95	0.797367	0.955201	2.381791
96	0.756599	0.952443	2.38901
97	0.724726	0.94852	2.393477
98	0.707258	0.943433	2.39519
99	0.68852	0.93718	2.39415
100	0.690005	0.935169	2.385057
101	0.679631	0.932098	2.367916
102	0.673175	0.927969	2.353422
103	0.686624	0.922781	2.341681
104	0.688215	0.916535	2.327399
105	0.694252	0.903823	2.310575
106	0.688748	0.900541	2.29121
107	0.687797	0.890588	2.279897
108	0.670116	0.890064	2.265831
109	0.667789	0.893564	2.249012
110	0.659531	0.895793	2.229439
111	0.650533	0.896857	2.207114
112	0.635181	0.90205	2.187276
113	0.629676	0.900573	2.170139
114	0.63423	0.913813	2.166343
115	0.627243	0.909688	2.159687
116	0.608609	0.914881	2.150172
117	0.594421	0.929497	2.137798
118	0.57928	0.937549	2.122565

119	0.579387	0.944436	2.104473
120	0.546769	0.955557	2.088928
121	0.534911	0.96562	2.070629
122	0.538617	0.980024	2.065777
123	0.5473	0.987969	2.05849
124	0.544864	0.99475	2.048767
125	0.563394	1.005765	2.047408
126	0.576317	1.010321	2.043826
127	0.573034	1.013713	2.03802
128	0.590934	1.01054	2.029991
129	0.603216	1.011496	2.019737
130	0.59898	1.011287	2.001966
131	0.631597	1.009914	1.976677
132	0.674162	1.007375	1.959964
133	0.699784	1.009072	1.941239
134	0.713866	1.00431	1.920502
135	0.7109	1.003677	1.913635
136	0.706876	1.001773	1.909839
137	0.707192	1.003999	1.903819
138	0.706344	1.026342	1.895575
139	0.693531	1.047309	1.885107
140	0.684741	1.066899	1.872416
141	0.685375	1.085113	1.846701
142	0.711632	1.107244	1.82935
143	0.699242	1.127892	1.809776
144	0.707075	1.147058	1.787978
145	0.697861	1.164742	1.780156
146	0.703682	1.180943	1.770428
147	0.708656	1.201062	1.758794
148	0.696795	1.219804	1.739853
149	0.700075	1.23717	1.718901
150	0.713202	1.253159	1.695937
151	0.698693	1.267771	1.681767
152	0.693925	1.281007	1.665796
153	0.688311	1.292866	1.648026
154	0.681849	1.303348	1.628455
155	0.690528	1.312454	1.612378
156	0.698254	1.325478	1.594396
157	0.69995	1.331619	1.574507
158	0.706518	1.336172	1.552713
159	0.723249	1.34983	1.523718

160	0.728758	1.356606	1.498217
161	0.728443	1.367194	1.48701
162	0.749092	1.370899	1.474215
163	0.753112	1.378416	1.459832
164	0.756503	1.384344	1.44386
165	0.764658	1.388684	1.421006
166	0.772178	1.391436	1.407363
167	0.773657	1.3979	1.392238
168	0.7798	1.402669	1.37563
169	0.779796	1.405743	1.35754
170	0.773545	1.412524	1.337968
171	0.750671	1.417715	1.327641
172	0.732561	1.421319	1.315617
173	0.718898	1.423334	1.299572
174	0.715082	1.42376	1.281994
175	0.69983	1.422598	1.262882
176	0.69972	1.419848	1.247526
177	0.709462	1.420909	1.230531
178	0.707658	1.420487	1.211897
179	0.699394	1.418583	1.191625
180	0.71676	1.42049	1.182949
181	0.722161	1.415515	1.172893
182	0.726179	1.409057	1.161458
183	0.734327	1.401117	1.143356
184	0.73591	1.402494	1.129268
185	0.757728	1.402494	1.108513
186	0.757199	1.401012	1.134097
187	0.761005	1.398047	1.134902
188	0.758676	1.3936	1.134151
189	0.755817	1.39307	1.126443
190	0.746923	1.385763	1.117073
191	0.715894	1.376974	1.11144
192	0.689523	1.366808	1.104251
193	0.6999	1.360665	1.095504
194	0.698841	1.353146	1.085202
195	0.702335	1.34425	1.073342
196	0.688776	1.339271	1.062815
197	0.690259	1.33281	1.06399
198	0.701694	1.324866	1.066815
199	0.696505	1.31544	1.068344
200	0.685388	1.299236	1.068575

201	0.700317	1.286951	1.062105
202	0.698517	1.273182	1.054231
203	0.72287	1.257932	1.044955
204	0.720222	1.241198	1.034276
205	0.722658	1.222982	1.022195
206	0.719163	1.208577	1.028588
207	0.715034	1.20339	1.033181
208	0.710163	1.186133	1.026903
209	0.699045	1.172898	1.019433
210	0.676492	1.158499	1.010773
211	0.674486	1.153523	1.000921
212	0.671521	1.147065	0.98988
213	0.673109	1.144524	0.982993
214	0.663156	1.140607	0.969675
215	0.657756	1.140713	0.971365
216	0.646426	1.134149	0.972183
217	0.639756	1.131607	0.972127
218	0.637532	1.127795	0.971198
219	0.639761	1.128007	0.969396
220	0.635737	1.116148	0.96672
221	0.61996	1.113606	0.963172
222	0.608418	1.109582	0.95875
223	0.595924	1.10937	0.953456
224	0.587876	1.102381	0.947288
225	0.573581	1.088721	0.940247
226	0.569134	1.07379	0.932333
227	0.553145	1.057589	0.923545
228	0.525509	1.045411	0.913885
229	0.513014	1.026563	0.903351
230	0.504972	1.011738	0.891945
231	0.490678	0.995536	0.874265
232	0.507624	0.977958	0.855606
233	0.529335	0.969591	0.835968
234	0.545222	0.954342	0.815351
235	0.54448	0.937611	0.793755
236	0.543208	0.930091	0.78738
237	0.541307	0.915795	0.780343
238	0.538765	0.905416	0.772645
239	0.546393	0.90446	0.764286
240	0.542792	0.902446	0.755266
241	0.554655	0.894078	0.745584

242	0.555289	0.890052	0.73524
243	0.566299	0.885072	0.724235
244	0.571598	0.879246	0.712569
245	0.565773	0.872572	0.700242
246	0.564824	0.870345	0.687253
247	0.584522	0.946583	0.673602
248	0.603268	1.025579	0.659291
249	0.61026	1.101927	0.644318
250	0.637581	1.170329	0.628683
251	0.653256	1.241489	0.612387
252	0.662683	1.315295	0.59543
253	0.671157	1.391643	0.577811
254	0.673384	1.465131	0.559531
255	0.674764	1.625766	0.553339
256	0.675508	1.781742	0.55163
257	0.675829	1.933164	0.536362
258	0.670114	2.074845	0.520538
259	0.668846	2.201595	0.504159
260	0.672131	2.329616	0.481824
261	0.653387	2.442919	0.464228
262	0.639307	2.557598	0.458825
263	0.629886	2.657664	0.439863
264	0.619935	2.753918	0.420345
265	0.609349	2.841172	0.400272
266	0.608716	2.93012	0.386993
267	0.596753	3.020655	0.378197
268	0.584261	3.118078	0.36859
269	0.581827	3.211689	0.358173
270	0.584053	3.2909	0.346946
271	0.569654	3.355916	0.334908
272	0.533126	3.422843	0.333002
273	0.522433	3.486277	0.3305
274	0.526881	3.535621	0.322008
275	0.535671	3.576389	0.330532
276	0.532707	3.608686	0.337999
277	0.550178	3.637913	0.349805
278	0.556108	3.648186	0.36066
279	0.556003	3.655706	0.381293
280	0.571251	3.660473	0.400761
281	0.580569	3.662592	0.419064
282	0.605563	3.651476	0.436203

283	0.598252	3.637819	0.452176
284	0.612122	3.62162	0.461591
285	0.620275	3.60288	0.475129
286	0.628223	3.586998	0.482109
287	0.614564	3.568681	0.544608
288	0.62727	3.547928	0.583185
289	0.62854	3.519446	0.620605
290	0.623563	3.493928	0.656869
291	0.612551	3.465974	0.691977
292	0.590103	3.435586	0.725929
293	0.566808	3.392067	0.758724
294	0.564266	3.356807	0.790362
295	0.561195	3.319111	0.828154
296	0.562888	3.27898	0.864643
297	0.564051	3.241814	0.918659
298	0.564685	3.202318	0.957578
299	0.548908	3.160492	0.987446
300	0.522118	3.116336	1.026764
301	0.505493	3.064451	1.048848
302	0.509726	3.433807	1.075194
303	0.497442	3.760696	1.116284
304	0.47954	4.066938	1.13474
305	0.455821	4.336861	1.152164
306	0.442054	4.592171	1.168554
307	0.44364	4.838375	1.204187
308	0.428496	5.075578	1.223297
309	0.423517	5.298379	1.216519
310	0.402126	5.506774	1.21972
311	0.364324	5.700769	1.253871
312	0.363586	5.907156	1.265388
313	0.357124	6.109943	1.281167
314	0.344945	6.303728	1.301101
315	0.321859	6.483219	1.330379
316	0.298562	6.653814	1.3582
317	0.280135	6.826103	1.384564
318	0.271873	6.989285	1.430649
319	0.263293	7.153948	1.474853
320	0.249213	7.319987	1.548949
321	0.229727	7.471307	1.588758
322	0.215541	7.613308	1.626687
323	0.201243	7.762086	1.694506



324	0.192028	7.89625	1.75981
325	0.1772	8.021096	1.833187
326	0.156867	8.131117	1.925014
327	0.136427	8.236903	2.013689
328	0.110582	8.333052	2.104508
329	0.084636	8.430258	2.176188
330	0.063879	8.528317	2.239635
331	0.048422	8.611122	2.337313
332	0.054029	8.700073	2.394352
333	0.069912	8.77367	2.512094
334	0.06949	8.842813	2.625732
335	0.079444	8.912808	2.74056
336	0.062393	8.967449	2.87236
337	0.050423	9.017536	2.978345
338	0.043542	9.052375	3.074827
339	0.036337	9.098542	3.177793
340	0.02882	9.134438	3.265855
341	-0.0002	9.16525	3.355107
342	-0.01312	9.174885	3.47192
343	-0.03674	9.174142	3.546823
344	-0.04987	9.157728	3.638805
345	-0.05792	9.13623	3.736848
346	-0.08227	9.109543	3.835446
347	-0.09614	9.077666	3.908016
348	-0.08333	9.116312	3.992053
349	-0.06512	9.151469	4.087233
350	-0.04691	9.183132	4.15618
351	0.012564	9.200493	4.246964
352	0.076612	9.224847	4.33788
353	0.134331	9.250789	4.407644
354	0.185828	9.273024	4.430099
355	0.231101	9.291559	4.490809
356	0.280739	9.387492	4.596637
357	0.313342	9.476225	4.728792
358	0.35539	9.552357	4.847164
359	0.406884	9.615782	4.964397
360	0.457259	9.766889	5.090979
361	0.506491	9.90296	5.20011
362	0.533079	10.02399	5.318484
363	0.574413	10.12999	5.437605
364	0.603804	10.21566	5.53182

365	0.63724	10.28629	5.635172
366	0.680015	10.33649	5.726161
367	0.726835	10.38234	5.823191
368	0.756313	10.41867	5.913513
369	0.784435	10.45096	6.013009
370	0.822003	10.46865	6.110774
371	0.863722	10.46103	6.206701
372	0.898686	10.42799	6.290097
373	0.926789	10.38563	6.361067
374	0.958937	10.33406	6.425012
375	1.000743	10.26247	6.513696
376	1.047017	10.17606	6.61279
377	1.098353	10.07471	6.741642
378	1.153932	9.95844	6.86774
379	1.20306	9.816435	6.990979
380	1.234936	9.669877	7.122195
381	1.28175	9.513364	7.250554
382	1.316713	9.341498	7.370656
383	1.361107	9.148878	7.482502
384	1.377337	8.951492	7.59139
385	1.413488	8.74394	7.691916
386	1.437681	8.520929	7.789372
387	1.455211	8.287858	7.878361
388	1.471267	8.044728	7.978182
389	1.501942	7.791537	8.074998
390	1.542154	7.522887	8.168701
391	1.571273	7.254765	8.253894
392	1.593713	6.971184	8.330574
393	1.614769	6.677543	8.398743
394	1.634074	6.368442	8.463694
395	1.652003	6.054575	8.525322
396	1.67925	5.730649	8.580387
397	1.710414	5.396662	8.63757
398	1.734801	5.052617	8.696975
399	1.763106	4.703805	8.73732
400	1.779022	4.344828	8.758395
401	1.791056	4.024483	8.817544
402	1.813968	3.681837	8.858035
403	1.842906	3.768759	8.901202
404	1.866626	3.823592	8.95893
405	1.872684	3.867448	8.990527



406	1.902312	3.880998	9.018121
407	1.926326	3.886528	9.041325
408	1.969697	3.883322	9.059719
409	1.995003	3.877121	9.053294
410	2.027212	3.86766	9.033145
411	2.039671	3.847841	9.018474
412	2.051427	3.823708	9.037672
413	2.076643	3.802027	9.022632
414	2.109262	3.783056	9.006584
415	2.127557	3.759625	8.989459
416	2.137748	3.723704	8.978819
417	2.146845	3.681949	8.959673
418	2.178763	3.649884	8.931212
419	2.202895	3.612118	8.925394
420	2.226819	3.584973	8.91087
421	2.23321	3.560967	8.938557
422	2.237924	3.531624	8.906582
423	2.240774	3.487355	8.863185
424	2.250875	3.454611	8.863161
425	2.268993	3.406008	8.853804
426	2.27632	3.359556	8.853761
427	2.271633	3.305504	8.884266
428	2.263957	3.253489	8.907206
429	2.242285	3.193198	8.932326
430	2.227008	3.134785	8.915924
431	2.207617	3.101215	8.875708
432	2.183668	3.037413	8.901924
433	2.214521	2.99974	8.834987
434	2.232883	2.942187	8.897906
435	2.237129	2.862398	8.954277
436	2.251663	2.810232	9.016209
437	2.223673	2.735311	9.124837
438	2.203477	2.648823	9.174259
439	2.177768	2.549489	9.199645
440	2.160777	2.480583	9.242334
441	2.12296	2.415756	9.242957
442	2.029611	2.355812	9.243378
443	1.939098	2.268676	9.32607
444	1.835072	2.150689	9.280624
445	1.751336	2.015411	9.282902
446	1.654589	1.879122	9.303412

447	1.524161	1.742235	9.32584
448	1.375081	1.585462	9.251421
449	1.246146	1.406304	9.208867
450	1.098503	1.201916	9.203604
451	0.951991	0.991318	9.086098
452	0.91824	0.75133	9.04637
453	0.950175	0.526419	9.001581
454	0.9585	0.295313	8.850164
455	0.938834	0.031868	8.441655
456	0.913581	-0.24082	8.171016
457	0.910654	-0.58052	8.03766
458	0.874606	-0.96794	8.039304
459	0.893454	-1.41004	8.044855
460	0.91193	-1.91492	8.055082
461	0.929966	-1.79273	8.140864
462	0.947158	-1.68031	8.133935
463	0.924378	-1.542	8.207558
464	0.934481	-1.41401	8.215865
465	0.898628	-1.30003	8.14318
466	0.897569	-1.1588	8.15379
467	0.940121	-1.03356	8.074173
468	0.985551	-0.87825	7.933299
469	0.979109	-0.7416	7.716323
470	0.96502	-0.57196	7.580706
471	0.941264	-0.4248	7.426503
472	0.972453	-0.30904	7.250409
473	1.075246	-0.23633	6.9041
474	1.115757	-0.22198	6.338211
475	1.072157	-0.202	5.572779
476	1.0065	-0.17481	5.098008
477	0.912061	-0.13833	4.438809
478	1.009733	-0.08982	4.294002
479	1.123467	-0.14372	4.168227
480	1.256896	-0.21249	4.073234
481	1.271195	-0.1572	4.025955
482	1.268211	-0.07974	4.05093
483	1.417482	0.028142	4.005779
484	1.594755	-0.02228	3.854338
485	1.8075	0.133676	3.769676
486	2.065857	0.357107	3.538607
487	2.084198	0.379582	3.376286

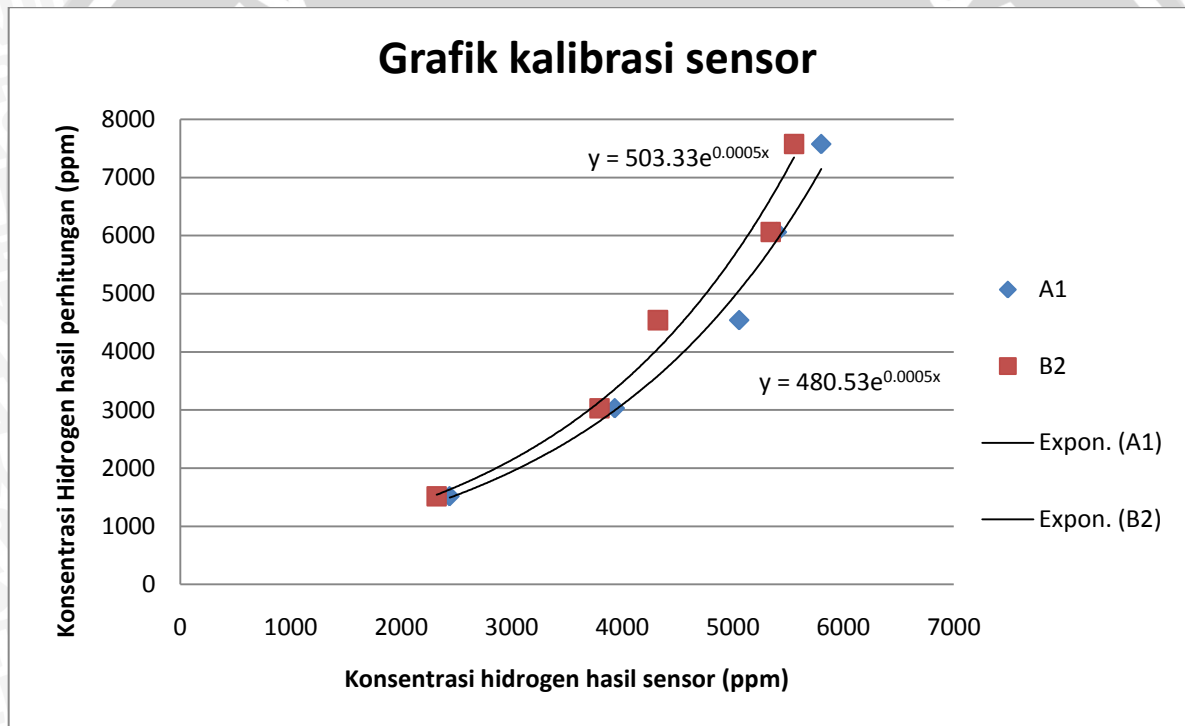
488	2.032253	0.39956	2.996703
489	2.27042	0.413182	2.66979
490	2.540636	0.413182	2.479091
491	2.839636	0.385636	2.589273
492	3.2595	1.0605	2.5755
493	3.735	1.298571	2.2725
494	4.220357	1.623214	1.298571
495	4.415143	2.077714	0.519429
496	3.636	2.727	0.909

497	3.636	3.636	-2.727
498	9.09	4.545	0
499	9.09	0	0
500	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Rata-rata	0.993705	2.758587	3.311645



Lampiran 3. Data dan Perhitungan Hasil Kalibrasi Sensor

volume	perhitungan	rata-rata 1	rata-rata 2
4	12121.2121	6717.568	6288.531
3	9090.90909	6336.318	6003.365
2.5	7575.75758	5800.808	5553.234
2	6060.60606	5399.67	5343.181
1.5	4545.45455	5058.194	4322.114
1	3030.30303	3932.341	3793.705
0.5	1515.15152	2436.886	2320.065
0	0	574.8787	574.8787



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



