

**Rancang Bangun Reaktor *Hydrotreating* Multi Tubular Dan Analisis
Kinerja Pada Proses Hidrogenasi Minyak Jelantah Menjadi *Green
Diesel* (D-100)**



**Disusun sebagai salah satu syarat
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi D-IV Teknik Energi**

OLEH:

**M. JANATUN NAIM
0618 4041 1734**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

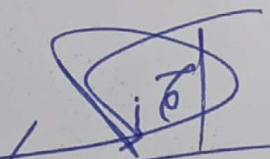
Rancang Bangun Reaktor *Hydrotreating* Multi Tubular Dan Analisis Kinerja Pada Proses Hidrogenasi Minyak Jelantah Menjadi *Green Diesel* (D-100)

OLEH:

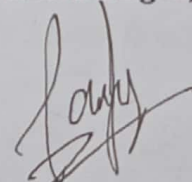
M. JANATUN NAIM
0618 4041 1734

Palembang, September 2022

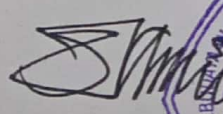
Menyetujui,
Pembimbing I,


Ahmad Zikri, S.T., M.T.
NIDN 0007088601

Pembimbing II,


Ir. Fatria, M.T.
NIDN 0021026606

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia


Ir. Jaksen, M.Sc.
NIP 196209041990031002



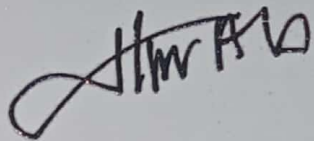


**Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada tanggal 08 Agustus 2022**

Tim Penguji:

Tanda Tangan

1. Ir. K.A Ridwan., M.T.
NIDN 0025026002

()

2. Dr. Yohandri Bow., S.T., M.S.
NIDN 0023107103

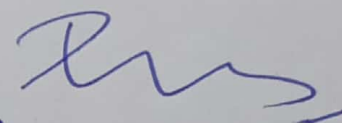
()

3. Rima Daniar., S.ST., M.T.
NIDN 2022029201

()

Palembang, Agustus 2022

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
D-IV Teknik Energi



Ir. Sahrul Effendy A., M.T.
NIP. 196312231996011001

MOTTO

“Yakin Usaha Sampai (YAKUSA). Yakinkan dengan Iman, Usahakan dengan Ilmu, dan Sampaikan dengan Amal Perbuatan – HIMPUNAN MAHASISWA ISLAM (HMI)”.

“Nikmati jalani dan rasakan proses yang telah kalian lalui masing-masing, karena sungguh setiap proses masing-masing orang untuk menuju sukses itu berbeda-beda – M. Janatun Naim (Penulis)”.

RINGKASAN
RANCANG BANGUN REAKTOR *HYDROTREATING* MULTI TUBULAR
DAN ANALISIS KINERJA PADA PROSES HIDROGENASI MINYAK
JELANTAH MENJADI *GREEN DIESEL* (D-100)

(M. Janatun Naim, 2022, 50 Halaman, 10 Tabel, 10 Gambar, 4Lampiran)

Pada proses hidrogenasi yang berlangsung, selain untuk memecahkan rantai trigliserida, juga terjadi proses pelepasan oksigen yang bertujuan agar *hydrogen* yang diinjeksikan dapat berikatan sehingga didapatkan produk *green diesel*. Pemecahan atau pemutusan rantai dan penggabungan *hydrogen* ke dalam rantai dibantu dengan menggunakan katalis. Katalis yang sering digunakan yaitu katalis nikel, dimana katalis ini berikatan dengan senyawa lain, misalnya NiMo, Ni-Zn/ γ -Al₂O₃. Oleh karena sifat dari nikel ini mudah teracuni sehingga akan berdampak pada proses reaksi hidrogenasi yang berlangsung. Mekanisme reaksi pada proses pembuatan *green diesel* ini sangat kompleks, yaitu terdiri dari reaksi-reaksi hidrideoksigenasi, dekarbonilasi, dan dekarboksilasi. Dari proses hidrogenasi minyak jelantah menjadi *green diesel* dengan menggunakan reaktor *hydrotreating multi tubular* menghasilkan produk *green diesel* yang dioperasikan pada temperatur 450°C dan tekanan 20 bar dari bahan baku minyak jelantah yang memiliki kadar FFA 2%, 4%, dan 6% dan gas hidrogen bertekanan 2 bar berturut-turut yaitu sebesar 23,17%, 21,18%, dan 18,14%. Secara desain produk *green diesel* yang diproduksi memiliki nilai *specific energy consumption* sebesar 32,79; 35,83; dan 41,74 kWh/L. Sedangkan secara aktual produk *green diesel* yang diproduksi memiliki nilai *specific energy consumption* sebesar 33,20; 36,47; dan 42,22 kWh/L. Dengan nilai SEC secara desain dan aktual reaktor ini menghasilkan produk *green diesel* yang sudah memenuhi standar *European Standard* EN15940:2016/A1:2018.

Kata Kunci : *Hydrotreating*, *Multi tubular*, Minyak Jelantah, *Specific energy consumption* (SEC), FFA.

ABSTRACT
**MULTI TUBULAR HYDROTREATING REACTOR DESIGN AND
PERFORMANCE ANALYSIS IN THE PROSES OF HYDROGENATION OF
WASTED COOKING OIL INTO GREEN DIESEL (D-100)**

(M. Janatun Naim, 2022, 50 Pages, 10 Tables, 10 Figures, 4 Attachments)

In the hydrogenation process that takes place, in addition to breaking the triglyceride chain, there is also a process of releasing oxygen which aims to make the injected hydrogen bond together to obtain a green diesel product. Breaking or breaking the chain and incorporating hydrogen into the chain is assisted by the use of a catalyst. The catalyst that is often used is nickel catalyst, where this catalyst binds to other compounds, such as NiMo, Ni-Zn/ γ -Al₂O₃. Due to the nature of nickel, it is easily poisoned so that it will have an impact on the hydrogenation reaction process that takes place. The reaction mechanism in the green diesel manufacturing process is very complex, consisting of hydrodeoxygenation, decarbonylation, and decarboxylation reactions. From the hydrogenation process of used cooking oil into green diesel using a multi tubular hydrotreating reactor, it produces green diesel products which are operated at a temperature of 450oC and a pressure of 20 bar from used cooking oil raw materials which have FFA levels of 2%, 4%, and 6% and hydrogen gas under pressure of 2 bar, respectively, namely by 23.17%, 21.18%, and 18.14%. By design, the green diesel product produced has a specific energy consumption value of 32.79; 35.83; and 41.74 kWh/L. Meanwhile, the actual green diesel product produced has a specific energy consumption value of 33.20; 36.47; and 42.22 kWh/L. With the SEC value in design and actual, this reactor produces green diesel products that meet the European Standard EN15940:2016/A1:2018 standards.

Kata Kunci : Hydrotreating, Multi tubular, Wasted cooking oil, Specific energy consumption (SEC), FFA.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat berjalan dengan baik menyelesaikan kegiatan Tugas Akhir sebagai salah satu syarat lulus sarjana terapan. Laporan ini berjudul **Rancang Bangun Reaktor *Hydrotreating Multi Tubular* Dan Analisis Kinerja Pada Proses Hidrogenasi Minyak Jelantah Menjadi *Green Diesel* (D-100).**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk bahan bakar diesel berupa *green diesel* yang terbarukan. Bahan berasal dari minyak jelantah sebagai bahan baku yang mudah didapat. Dengan adanya penelitian ini, penulis mengharapkan bahwa kedepannya *green diesel* dapat menjadi sumber energi alternatif yang mengatasi persoalan krisis energi dan limbah minyak jelantah.

Selama penelitian dan penyusunan laporan, penulis mendapatkan dukungan dan bantuannya dari berbagai pihak, penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ir. Jaksen, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ahmad Zikri, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Ir. Sahrul Effendy A, M.T. selaku Koordinator Program Studi DIV Teknik Energi.
5. Yuniar., S.T., M.Si selaku pembimbing akademik kelas 8EGD.
6. Ir. Fatria, M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
7. Dan segenap dosen beserta seluruh *staf* Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah bersedia membimbing selama pelaksanaan Tugas Akhir dan pengerjaan laporan Tugas Akhir.
8. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan do'a, restu, motivasi, bantuan moril, semangat, serta dukungannya untuk dapat menyelesaikan kegiatan Tugas Akhir.
9. Teman Kelas 8 EGD dan Rekan Jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknik Energi yang telah membantu dalam menyelesaikan kegiatan penelitian, baik berupa saran, do'a, maupun dukungannya.
10. Kelompok *Green Diesel* yang telah bekerjasama melakukan penelitian dengan

kompak dan baik dalam suka maupun duka.

11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca agar dapat dijadikan sebagai acuan pada kesempatan yang akan datang. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat	3
1.4 Perumusan Masalah	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Proses Hidrogenasi.....	4
2.2 Pemilihan Reaktor.....	6
2.3 Spesifikasi Bahan Baku Minyak Jelantah Dan Produk <i>Green Diesel</i>	7
2.4 Analisis Kinerja.....	9
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	11
3.2 Pendekatan Desain Struktural	12
3.3 Pertimbangan Percobaan.....	15
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Hasil	23
4.2 Pembahasan.....	23
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32
LAMPIRAN.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
2.1	Komposisi Kimia dan Fisik dari Minyak Jelantah 8
2.2	Perbandingan Sifat Fisika <i>Green Diesel</i> dan Biodiesel..... 9
3.1	Variabel Penelitian 16
3.2	Parameter dan Metode Penelitian 17
4.1	Data Hasil Uji Analisa dan Perhitungan..... 23
L1.1	Data Ukuran dan Perhitungan Desain Alat..... 33
L1.2	Kondisi Operasi dan Volume Produk..... 33
L1.3	Data Densitas <i>Green Diesel</i> 33
L1.4	Data Viskositas <i>Green Diesel</i> 34
L1.5	Data Hasil Uji Analisa dan Perhitungan..... 34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
2.1	Reaksi molekuler yang terjadi dalam hidrokonversi trigliserida..... 5
2.2	<i>Multi-tubular fixed-bed reactor</i> 7
2.3	<i>Multi-tubular reactor (CR)</i> 7
3.1	Desain prototipe <i>green diesel</i> 12
3.2	Ukuran prototipe reaktor <i>multi tubular</i> 13
3.3	Reaktor <i>hydrotreating multi tubular</i> 14
3.4	Kondensor..... 14
4.1	Pengaruh kadar FFA minyak jelantah terhadap %yield <i>green diesel</i> ... 26
4.2	Pengaruh %yield <i>green diesel</i> terhadap <i>specific energy consumption</i> (SEC) secara desain 27
4.3	Pengaruh %yield <i>green diesel</i> terhadap <i>specific energy consumption</i> (SEC) secara aktual 28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
I Data Penelitian	33
II Perhitungan	35
III Dokumentasi Penelitian	46
IV Surat-Surat	51