

SKRIPSI

PENINGKATAN NILAI KALOR CRUDE GREENDIESEL PADA PROSES HIDROTREATING MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN ZINC IN- SITU SEBAGAI DONOR HIDROGEN



**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

OLEH :

**ILHAM TAHER PIMASTI
0621 4041 2414**

**POLITEKNIK NEGERI SRWIJAYA
PALEMBANG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

PENINGKATAN NILAI KALOR CRUDE GREENDIESEL PADA PROSES HIDROTREATING MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN ZINC IN- SITU SEBAGAI DONOR HIDROGEN

OLEH :
ILHAM TAHER PIMASTI
0621 4041 2414

Menyetujui,
Pembimbing I

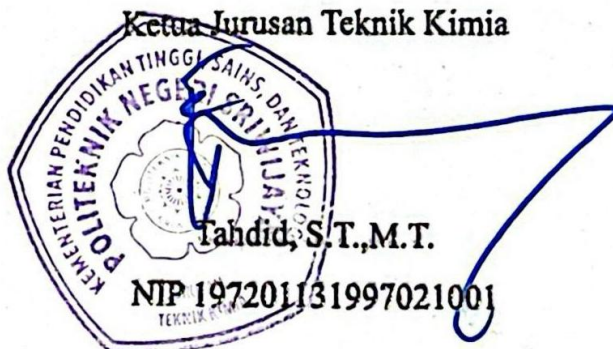

Ahmad Zikri, S.T., M.T.
NIDN 0007088601

Palembang, Juli 2025
Menyetujui,
Pembimbing II


Prof. Dr. Yohandri Bow, S.T., MS.
NIDN 0023107103

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia





**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139
Telp.0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri.ac.id.

**Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
Di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada tanggal 23 Juli 2025**

Tim Penguji :

1. Tahdid, S.T., M.T.
NIDN. 0013017206
2. Rima Daniar, S.ST., M.T.
NIDN. 2022029201
3. Iriani Reka Septiana, S.ST., M.T.
NIDN. 0022099108

Tanda Tangan

()
()
()

Palembang, 31 Juli 2025
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
D-IV Teknik Energi



Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T.
NIP 197804032012122002



ABSTRAK

PENINGKATAN NILAI KALOR CRUDE GREENDIESEL PADA PROSES HIDROTREATING MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN ZINC IN- SITU SEBAGAI DONOR HIDROGEN

(Ilham Taher Pimasti, 2025, 73 Halaman, 21 Tabel, 32 Gambar, 4 Lampiran)

Kebutuhan energi global yang terus meningkat, didorong oleh pertumbuhan populasi dan industrialisasi, telah memperbesar ketergantungan pada bahan bakar fosil, menyebabkan penipisan sumber daya dan dampak lingkungan seperti emisi gas rumah kaca. Di Indonesia, pengelolaan minyak jelantah yang mencapai lebih dari 11 juta liter per hari menimbulkan tantangan lingkungan dan kesehatan akibat pembuangan yang tidak tepat dan daur ulang ilegal. Penelitian ini mengkaji konversi minyak jelantah menjadi green diesel melalui proses hidrotreating katalitik dengan menggunakan zinc in-situ sebagai donor hidrogen pada konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Penelitian bertujuan untuk mengoptimalkan hasil dan kualitas green diesel, meningkatkan nilai kalor, serta mengevaluasi efisiensi zinc in-situ dibandingkan metode hidrogen eksternal konvensional. Eksperimen menunjukkan bahwa konsentrasi zinc in-situ 10% pada suhu 400–430°C menghasilkan fraksi green diesel tertinggi (36,3%) dengan nilai kalor 44,96 MJ/kg, melampaui metode konvensional (43,98 MJ/kg). Pendekatan zinc in-situ juga menghasilkan komposisi hidrokarbon yang lebih seimbang (33% fraksi diesel dibandingkan 28% dengan injeksi hidrogen langsung), meningkatkan efisiensi hidredeoksigenasi dan hidrocracking. Temuan ini mendukung produksi energi berkelanjutan dan pengelolaan limbah, sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan poin 7, 12, dan 13, serta berkontribusi pada pengembangan produksi green diesel yang ekonomis dan ramah lingkungan di Indonesia.

Kata Kunci: *Hydrotreating, Minyak Jelantah, Green Diesel, Zinc In-Situ*

ABSTRACT

ENHANCEMENT OF CALORIFIC VALUE OF CRUDE GREENDIESEL IN THE HYDROTREATING PROCESS OF USED COOKING OIL USING ZINC IN-SITU AS A HYDROGEN DONOR

(Ilham Taher Pimasti, 2025, 73 Pages, 21 Tables, 32 Figures, 4 Appendices)

The increasing global energy demand, driven by population growth and industrialization, has intensified dependence on fossil fuels, leading to resource depletion and environmental impacts such as greenhouse gas emissions. In Indonesia, the management of used cooking oil—which exceeds 11 million liters per day—poses environmental and health challenges due to improper disposal and illegal reuse. This study investigates the conversion of used cooking oil into green diesel through a catalytic hydrotreating process using in-situ zinc as a hydrogen donor at concentrations of 5%, 10%, and 15%. The aim is to optimize green diesel yield and quality, enhance calorific value, and evaluate the efficiency of the in-situ approach compared to conventional external hydrogen methods. Experiments showed that a 10% in-situ zinc concentration at a temperature of 400–430°C produced the highest green diesel fraction (36.3%) with a calorific value of 44.96 MJ/kg, surpassing the conventional method (43.98 MJ/kg). The in-situ zinc approach also resulted in a more balanced hydrocarbon composition (33% diesel fraction compared to 28% with direct hydrogen injection), improving both hydrodeoxygenation and hydrocracking efficiency. These findings support the production of sustainable energy and waste management, aligning with Sustainable Development Goals (SDGs) 7, 12, and 13, and contribute to the advancement of economical and environmentally friendly green diesel production in Indonesia.

Keywords: Hydrotreating, Used Cooking Oil, Green Diesel, In-Situ Zinc

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

Lā yukallifullāhu nafsan illā wus‘ahā

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya."

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Setiap pencapaian besar selalu dimulai dari satu langkah kecil penuh harapan. Teruslah melangkah meski perlahan, tanam fondasi bagi masa depan. Yakinlah, usaha kecilmu hari ini akan jadi kunci kesuksesanmu dimasa yang akan datang.”

(Taher 2025)

"Jangan pernah menyerah, karena keajaiban terjadi setiap hari."

(Nick Vujicic)

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, kekuatan, dan kesempatan yang telah diberikan hingga akhirnya saya dapat menyelesaikan laporan akhir ini. Dengan segala kerendahan hati, karya ini saya persembahkan kepada orang-orang terpenting dalam hidup saya:

Papa - Sosok tangguh yang menjadi panutan dalam hidup saya. Terima kasih atas setiap peluh, usaha, dan ketegaran yang tak pernah lelah mengajarkan arti perjuangan. Doamu adalah tiang kokoh dalam setiap langkahku.

Ibuk - Perempuan hebat yang selalu menyelimuti hari-hariku dengan kasih sayang dan ketulusan. Terima kasih atas sabar yang tak terbatas, doa yang tak pernah berhenti, dan cinta yang tak pernah pudar. Semangatmu adalah cahaya dalam proses ini.

Saudariku tercinta -Yang dengan segala cara hadir membawa tawa, semangat, dan kekuatan kecil yang tak ternilai. Terima kasih telah menjadi teman cerita sekaligus pengingat untuk tetap kuat ketika lelah mulai datang.

Seseorang dengan NIM 062230601321 Terima kasih telah menjadi penyemangat, setia di saat semangat mulai redup. Dukungan, pengertian, dan kehadiranmu menjadi bagian penting dari perjalanan ini. Aku bersyukur pernah berjalan bersamamu sejauh ini.

Karya ini adalah bukti kecil dari perjuangan panjang, dan semoga menjadi awal dari langkah-langkah yang lebih besar di masa depan. Untuk kalian, terima kasih telah percaya dan selalu ada.

KATA PENGHANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan salah satu syarat lulus sarjana terapan. Skripsi ini dengan judul **“Peningkatan Nilai Kalor *Crude Green Diesel* Pada Proses *Hidrotreating* Minyak Jelantah Menggunakan *Zinc In-Situ* Sebagai Donor Hidrogen”**. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil pengamatan dan analisa yang diperoleh saat melakukan penelitian di Laboratorium Teknik Kimia dan Laboratorium Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Utama Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd. selaku Wakil Direktur I Bidang Akademik Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Tahdid, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Isnandar Yunanto, S.ST., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Dr. Lety Trisnaliani, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi DIV Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ahmad Zikri, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Skripsi.
7. Prof. Dr. Yohandri Bow, S.T., MS selaku Dosen Pembimbing II Skripsi.
8. Seluruh Dosen dan Staff di Program Studi DIV Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
9. Papa, Ibuk dan Kakak-kakakku atas segala Doa, Cinta dan Pengorbanan kalian yang menjadi Cahaya penuntunku hingga saat ini. Segala pencapaian ini tak lepas dari Langkah kalian yang selalu mendahului dengan kasih dan restu.

10. Teman-teman seperjuangan *green diesel* yang bekerjasama dan menemani suka duka selama menjalani penelitian ini. Orang-orang hebat dari *green diesel squad* yakni Bagus, Dodon, Septa, Egin, Chantika, Grisel, Putri, Cindy dan Pipin.
11. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Bisa yang telah membantu dalam menyelesaikan kegiatan penelitian, baik berupa saran, do'a, maupun dukungannya.
12. Teman-teman kelas 8 EGA yang telah memberi bantuan dan dukungan selama empat tahun bersama.
13. Teman-teman kuliah angkatan 2021 DIV Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya.
14. Cahaya Okta Salsabila yang selalu hadir disetiap Langkah perjalanan ini. Dukungan, cinta dan kesabaran yang menjadi kekuatan terbesar yang membuat saya terus melangkah.
15. Semua pihak yang telah membantu penyusunan Skripsi baik itu berupa saran, do'a, maupun dukungan, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna dan terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran dari pembaca agar dapat dijadikan sebagai masukan yang bersifat membangun dari semua pihak dan semoga kekurangan itu tidak mengurangi manfaat hasil penelitian ini. dan juga upaya untuk memperbaiki kualitas dari skripsi ini.

Akhir kata penulis mengharapakan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dimasa yang akan datang, baik pihak dari Program Studi DIV Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya maupun insan akademis, peneliti dan mahasiswa umum.

Palembang, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGHANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Perumusan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Green Diesel	6
2.1.1 Perbandingan Standar Mutu Biodiesel dan <i>Green Diesel</i>	6
2.1.2 Karakteristik Sifat Fisik Green Diesel	9
2.2 Minyak Jelantah	12
2.3 Donor Hidrogen	13
2.3 Zinc/Zn.....	14
2.3.1 Mekanisme Pengikatan dan Pelepasan Hidrogen Oleh Zinc In-Situ.....	15
2.4 Hydrotreating	16
2.4.1 Mekanisme Reaksi <i>Hydrotreating</i>	16
2.4.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses <i>Hydrotreating</i>	19
2.5 Bahan Bakar Cair.....	20
2.5.1 Gasoline (Bensin).....	20
2.5.2 Diesel (Solar).....	20
2.6 Katalis.....	21
2.6.1 NiMo/ γ Al ₂ O ₃	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.2 Bahan dan Alat.....	22
3.2.1 Bahan yang digunakan.....	22
3.2.2 Alat yang digunakan	24
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	24
3.3.1 Perlakuan Percobaan.....	24
3.3.2 Diagram Penelitian	25
3.4 Pengamatan	27
3.4.1 Analisa Kualitatif	27
3.4.2 Analisa Kuantitatif	27
3.5 Diagram Alir Proses Penelitian.....	28
3.6 Prosedur Percobaan	29
3.6.1 Prosedur Alat Hydrotreating Reaktor	29
3.6.2 Prosedur Pengujian / Analisis	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Hasil Penelitian.....	35
4.1.1 Analisis Kuantitatif Produk <i>Green Diesel</i>	35
4.1.2 Analisa Kualitatif Produk <i>Green Diesel</i>	36
4.2 Pembahasan	38
4.2.1 Pengaruh Konsentrasi Zinc In-Situ Terhadap % Yield <i>Green Diesel</i>	39
4.2.2 Pengaruh Variasi Konsentrasi <i>Zinc In-Situ</i> Terbadap Kualitas <i>Green Diesel</i>	41
4.2.3 Perbandingan Komposisi <i>Green Diesel</i> Pada Proses dengan <i>Zinc In-Situ</i> dan Injeksi Hidrogen Langsung	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN I DATA PENELITIAN.....	57
LAMPIRAN II PERHITUNGAN.....	61
LAMPIRAN III DOKUMENTASI PENELITIAN.....	67
LAMPIRAN IV SURAT MENYURAT	74

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Standar dan Mutu Bahan Bakar Jenis Green Diesel	8
Tabel 2.2 Komposisi Minyak Jelantah	12
Tabel 2.3 Karakteristik Aplikasi Katalis NiMo/ γ -Al ₂ O ₃	22
Tabel 3.1 Bahan yang Digunakan pada Proses Catalytic Hydrotreating	22
Tabel 3.2 Alat yang Digunakan pada Proses Catalytic Hydrotreating	24
Tabel 3.3 Variabel Tetap Penelitian	24
Tabel 3.4 Variabel Tidak Tetap Penelitian	25
Tabel 4.1 Tabel Hasil Perhitungan %Yield Produk Green Diesel	35
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Densitas Produk Green Diesel	36
Tabel 4.3 Tabel Hasil Perhitungan Viskositas Produk Green Diesel	36
Tabel 4.4 Data Titik Nyala produk Green Diesel	37
Tabel 4.5 Data Nilai Kalor dan Cetane Number.....	37
Tabel LI.1 Data Karakteristik Minyak Jelantah	57
Tabel LI.2 Data Volume Produk Green Diesel	57
Tabel LI.3 Data Densitas Produk Green Diesel	58
Tabel LI.4 Data Viskositas Produk Green Diesel.....	58
Tabel LI.5 Data Titik Nyala Produk Green Diesel	59
Tabel LI.6 Data Nilai Kalor dan Cetane Number Greendiesel	60
Tabel LII.1 Hasil Perhitungan Densitas Produk Green Diesel	63
Tabel LII.2 Hasil Perhitungan Viskositas Produk Green Diesel	64
Tabel LII.3 Hasil Perhitungan Persen Yield Produk Green Diesel	65

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Minyak Jelantah.....	13
Gambar 2.2 Mekanisme Reaksi Catalytic Hydrotreating Green Diesel	16
Gambar 3.1 Blok Diagram Proses Hydrotreating Green Diesel.....	26
Gambar 3.2 Diagram Alir Proses.....	28
Gambar 3.3 Reaktor Hydrotreating	29
Gambar 4.1 Pengaruh Konsentrasi Zn Terhadap Persen Yield Green Diesel.....	40
Gambar 4.2 Pengaruh Konsentrasi Zn Terhadap Densitas Green Diesel	42
Gambar 4.3 Pengaruh Konsentrasi Zn Terhadap Viskositas Green Diesel.....	43
Gambar 4.4 Pengaruh Konsentrasi Zn Terhadap Titik Nyala Green Diesel.....	45
Gambar 4.5 Pengaruh Konsentrasi Zn terhadap Nilai Kalor Greendiesel.....	47
Gambar 4.6 Komposisi dan Fraksi Green Diesel dengan Hidrogen Langsung...	49
Gambar 4.7 Komposisi dan Fraksi Green Diesel dengan Donor Hidrogen	49
Gambar L3.1 Produk Green Diesel	67
Gambar L3.2 Unit Alat Hydrotreating	67
Gambar L3.3 Evaporator	68
Gambar L3.4 Reaktor Hydrotreating.....	68
Gambar L3.5 Separator	68
Gambar L3.6 Chiller.....	68
Gambar L3.7 Kondensor	69
Gambar L3.8 Minyak Jelantah	69
Gambar L3.9 Katalis NiMo/ γ -Al ₂ O ₃	70
Gambar L3.10 Zinc (Zn)	70
Gambar L3.11 NaOH	70
Gambar L3.12 Minyak Jelantah Dimasukkan	71
Gambar L3.13 Zinc (Zn) Dimasukkan	71
Gambar L3.14 Katalis NiMo/ γ -Al ₂ O ₃ Dimasukkan	71
Gambar L3.15 Alat Dihidupkan	72
Gambar L3.16 Hasil Produk Hydrotreating	72
Gambar L3.17 Uji Analisa Densitas	72

Gambar L3.18 Uji Analisa Viskoistas	73
Gambar L3.19 Uji Analisa Titik Nyala	73
Gambar L3.20 Uji Analisa Nilai Kalor	73

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I DATA PENELITIAN

LAMPIRAN II PERHITUNGAN

LAMPIRAN III DOKUMENTASI PENELITIAN

LAMPIRAN IV SURAT MENYURAT