

**DAUR ULANG PENGOLAHAN LIMBAH MINYAK
JELANTAH MENJADI BIODIESEL BERBASIS
MIKROKONTROL ARDUINO MEGA 2560**



**SEPTIAN CAHYA PUTRA
1501621017**

Skripsi ini Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2026**

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : Daur Ulang Pengolahan Limbah Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Berbasis Mikrokontrol Arduino Mega 2560

Penyusun : Septian Cahya Putra

NIM : 1501621017

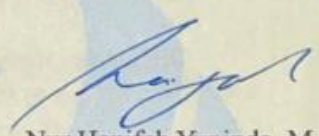
Tanggal Ujian : 21 Desember 2025

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Drs. Readysal Monantun, M.Pd.
NIP. 196608141991021001

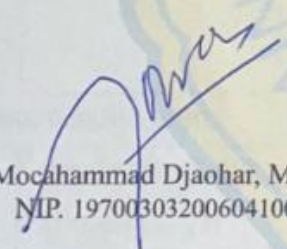

Nur Hanifah Yuninda, M.T.
NIP. 198206112008122001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi :

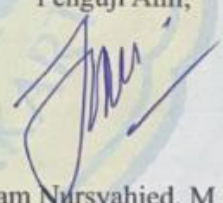
Ketua Penguji,

Anggota Penguji,

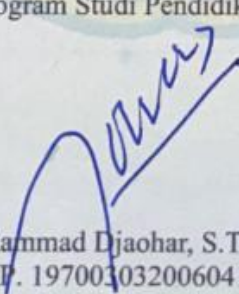
Penguji Ahli,


Mochammad Djaohar, M.Sc.
NIP. 197003032006041001


Dr. Aris Sunawar, M.T.
NIP. 198206112008122001


Imam Nursyahied, M.Pd.
NIP. 199212092024061003

Mengetahui
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektro


Mochammad Djaohar, S.T., M.Sc.
NIP. 197003032006041001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana , baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sebagai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta

Jakarta, 2 februari 2026

Yang membuat pernyataan,



Septian Cahya Putra

1501621017



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Septian Cahya Putra
NIM : 1501621017
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik
Alamat email : septiancahyaputra0@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Daur Ulang Pengolahan Limbah Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Berbasis
Mikrokontrol Arduino Mega 2560

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 31 Desember 2025

Penulis

(Septian Cahya Putra)

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis berkesempatan untuk menyelesaikan penelitian yang berjudul **“Daur Ulang Pengolahan Limbah Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Berbasis Mikrokontrol Arduino Mega 2560”**. Penelitian ini tidak mungkin selesai tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan serta do’a dari berbagai pihak, oleh sebab itu dengan rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral maupun material, serta motivasi dalam setiap langkah penulis.
2. Bapak Mochammad Djaohar, S.T., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta,
3. Bapak Drs. Readysal Monantun, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan berharga selama proses penyusunan skripsi ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik.
4. Ibu Nur Hanifah Yuninnda, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, penulis memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam penyusunannya. Harapannya, skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi bahan referensi bagi pembaca serta pengalaman berharga bagi penulis sendiri.

Jakarta, 8 Januari 2026



Septian Cahya Putra

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala serta berkat dukungan dan doa dari orang-orang tercinta, penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Keluarga tercinta, terutama kedua orang tua Bapak Jainih dan Ibu Marminah yang selalu menjadi sumber kekuatan, semangat, dan inspirasi bagi penulis. Terima kasih atas doa, motivasi, kasih sayang, serta dukungan yang tiada henti, baik secara moral maupun material. Segala pengorbanan, kesabaran, dan cinta tulus yang diberikan merupakan anugerah yang tak ternilai. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada saudara tercinta yang selalu memberikan semangat dan keceriaan selama perjalanan akademik ini.
2. Seluruh dosen Program Studi Pendidikan Teknik Elektro UNJ, yang telah berbagi ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.
3. Para ahli yang membantu peneliti dalam menyelesaikan dan memberikan saran dalam penulisan skripsi.
4. Secara khusus, penulis juga mempersembahkan skripsi ini kepada enam sahabat penulis: M. Ali Fajri, Widi Dwipayana, dan Fendi Setyo yang selalu menemani penulis selama proses bimbingan serta menjadi pendengar setia dalam setiap keluh kesah selama penyusunan skripsi.
5. Seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu
6. Terakhir, penulis memanjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, kekuatan, serta kemudahan yang diberikan hingga skripsi ini dapat terselesaikan. Penulis juga ingin berterima kasih kepada diri sendiri yang telah memilih untuk terus berjuang, meskipun ada banyak alasan untuk menyerah. Terima kasih telah bertahan, melangkah, dan menyelesaikan apa yang telah dimulai.

DAUR ULANG PENGOLAHAN LIMBAH MINYAK JELANTAH MENJADI BIODIESEL BERBASIS MIKROKONTROL ARDUINO MEGA 2560

SEPTIAN CAHYA PUTRA

Drs. Readysal Monantun, M.Pd. dan Nur Hanifah Yuninda M.T.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sistem pengolahan limbah minyak jelantah menjadi biodiesel menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai alat kontrol otomatis. Tingginya konsumsi minyak goreng di Indonesia menghasilkan limbah minyak jelantah yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Metode penelitian yang digunakan adalah rekayasa teknik melalui lima tahapan: perencanaan (*plant*), analisis (*analysis*), desain (*design*), konstruksi (*construct*), dan penerapan (*applied*). Sistem yang dirancang terdiri dari sepuluh tangki terintegrasi untuk proses pemanasan, pencampuran, transesterifikasi, pengendapan, pencucian, dan pemurnian biodiesel secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan biodiesel yang dihasilkan memiliki tingkat kesesuaian 83,33% (5 dari 6 parameter) terhadap SNI 7182:2015. Parameter yang memenuhi standar meliputi berat jenis (870 kg/m^3), viskositas ($4,17 \text{ mm}^2/\text{s}$), bilangan asam ($0,26 \text{ mg-KOH/g}$), asam lemak bebas ($0,18\%$), dan angka iod ($18,54$). Parameter kadar air ($0,65\%$) belum memenuhi standar maksimal $0,05\%$. Sistem otomasi berhasil mengintegrasikan sensor suhu DS18B20, relay, pompa peristaltik, motor DC, dan heater dalam mengontrol parameter kritis proses produksi. Penelitian ini berkontribusi terhadap pengembangan teknologi energi terbarukan yang mendukung pengelolaan limbah dan pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci: Arduino Mega 2560, biodiesel, minyak jelantah, otomasi, transesterifikasi

RECYCLING OF WASTE COOKED OIL PROCESSING INTO BIODIESEL BASED ON ARDUINO MEGA 2560 MICROCONTROL

SEPTIAN CAHYA PUTRA

Drs. Readysal Monantun, M.Pd. and Nur Hanifah Yuninda M.T.

ABSTRACT

This research aims to design an automatic system for processing waste cooking oil into biodiesel using Arduino Mega 2560 as the control system. The high consumption of cooking oil in Indonesia produces waste cooking oil that potentially pollutes the environment if not properly managed. The research method employed is engineering design through five stages: planning (plant), analysis (analysis), design (design), construction (construct), and application (applied). The designed system consists of ten integrated tanks for heating, mixing, transesterification, settling, washing, and purification of biodiesel automatically. The results show that the produced biodiesel has a compliance rate of 83.33% (5 out of 6 parameters) against SNI 7182:2015. Parameters meeting the standards include density (870 kg/m³), viscosity (4.17 mm²/s), acid number (0.26 mg-KOH/g), free fatty acids (0.18%), and iodine number (18.54). The water content parameter (0.65%) does not meet the maximum standard of 0.05%. The automation system successfully integrates DS18B20 temperature sensors, relays, peristaltic pumps, DC motors, and heaters in controlling critical parameters of the production process. This research contributes to the development of renewable energy technology that supports waste management and sustainable development.

Keywords: *Arduino Mega 2560, automation, biodiesel, transesterification, waste cooking oil*

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Perumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.1.1 Teori Sistem Kontrol	7
2.1.2 Teori Daur Ulang	9
2.1.3 Minyak Jelantah	11
2.1.4 Biodiesel.....	12
2.1.5 Standar Mutu Biodiesel.....	14
2.1.6 Proses Pembuatan Biodiesel	16
2.1.7 Mikrokontroler Arduino.....	19
2.1.8 Liquid Crystal Display (LCD)	22
2.1.9 Relay	24
2.1.10 Heater	26

2.1.11	Thermostat Digital	27
2.1.12	Motor DC	28
2.1.13	Pompa DC 12 V	29
2.1.14	Dimmer	31
2.1.15	<i>Power Supply</i>	32
2.2	Peneliti Yang Relevan	33
2.3	Kebaruan (<i>Novelty</i>).....	35
2.4	Kerangka Berpikir	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		38
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	38
3.2	Metode Penelitian.....	38
3.3	Tabel Proses Forward Enggining	40
3.4	Rancangan Penelitian	41
3.4.1	Diagram Alir Penelitian	41
3.4.2	Diagram Blok Penelitian.....	42
3.4.3	Flowchart Penelitian.....	43
3.5	Pelaksanaan Penelitian	48
3.5.1	Prosedur Penelitian.....	48
3.5.2	Tahapan Rancang Bangun Alat.....	50
3.5.3	Alat dan Bahan Penelitian.....	51
3.5.4	Gambar Kerja Penelitian.....	54
3.5.5	Langkah Kerja Pembuatan Biodiesel	56
3.6	Instrumen Penelitian.....	57
3.6.1	Instrumen Alat.....	57
3.6.2	Instrumen Pengujian Kualitas Biodiesel	59
3.7	Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel	60
3.7.1	Populasi Penelitian.....	60
3.7.2	Sampel Penelitian.....	60
3.7.3	Teknik Pengambilan Sampel.....	60
3.8	Teknik Pengumpulan Data	61
3.8.1	Observasi.....	61
3.8.2	Pengujian Alat.....	61

3.8.3	Pengujian Laboratorium.....	62
3.9	Teknik Analisis Data Penelitian	63
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	67
4.1	Deskripsi Hasil Penelitian	67
4.1.1	Karakteristik Fisik Biodiesel.....	68
4.1.2	Gambar Rangkaian sistem Alat keseluruhan	69
4.1.3	Prinsip Kerja Alat Pengolahan Limbah Minyak Jelantah Otomatis Berbasis Mikrokontrol Arduino Mega 2560	71
4.2	Analisis Data Penelitian	86
4.2.1	Hasil Pengujian Akurasi Waktu Aktuator Sistem Otomatis	86
4.2.2	Analisis Data Pengujian Aktuator	87
4.2.3	Hasil Pengujian Akurasi Sistem Kontrol Suhu	92
4.2.4	Anallisis Data Penelitian Suhu Proses	93
4.2.5	Hasil Pengujian Laboratorium	96
4.2.6	Analisis Parameter Berat Jenis	99
4.2.7	Analisis Parameter Viskositas	101
4.2.8	Analisis Parameter Kadar Air	103
4.2.9	Analisis Parameter Bilangan Asam	106
4.2.10	Analisis Parameter Asam Lemak Bebas	108
4.2.11	Analisis Parameter Angka Iod	110
4.3	Pembahasan	112
4.3.1	Evaluasi Kinerja Sistem Kontrol	113
4.3.2	Evaluasi Hasil Biodiesel	114
4.3.3	Kelaikan Alat	120
4.3.4	Rekomendasi Teknis	121
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	124
5.1	Kesimpulan.....	124
5.2	Keterbatasan Alat	130
5.3	Saran.....	131
5.4	Penutup.....	131
DAFTAR PUSTAKA		134
IAMPIRAN.....		136

DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	163
---------------------------	-----



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Syarat Mutu Biodiesel menurut SNI 04-7182-2006	14
2.2	Spesifikasi Arduino Mega 2560	21
2.3	Penelitian yang Relevan	34
3.1	Proses Forward Engineering	40
3.2	Prosedur Penelitian	48
3.3	Sifat-Sifat Kimia Metanol	53
3.4	Kisi – Kisi Instrumen Pengujian Akurasi Waktu	57
3.5	Kisi _ Kisi Instrumen Pengujian Akurasi Kontrol Suhu	58
3.6	Kisi-Kisi Instrumen Pengujian Kualitas Biodiesel	59
3.7	Format Tabulasi Data Pengujian Akurasi Waktu Aktuator	64
3.8	Format Tabulasi Data Pengujian Akurasi Suhu	65
3.9	Kriteria Kesesuaian Kualitas Biodiesel dengan SNI	66
4.1	Hasil Pengujian Akurasi Waktu Aktuator	87
4.2	Hasil Pengujian Akurasi Suhu Proses	88
4.3	Hasil Pengujian Laboratorium	89
4.4	Evaluasi Parameter Kinerja Kontrol Waktu Aktuator	112
4.5	Evaluasi Parameter Kinerja Kontrol Suhu	113
4.6	Hasil Pengujian Biodiesel	114

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Minyak Jelantah	11
2.2	Biodiesel	12
2.3	Arduino Mega 2560	20
2.4	Software Arduino IDE	22
2.5	LCD (Liquid Crystal Display)	22
2.6	Relay	24
2.7	Pemanas	26
2.8	Thermostat Digital	27
2.9	Motor DC	28
2.10	Pompa DC 12 V	29
2.11	Dimmer	31
2.12	Power Supply	32
2.13	Diagram Kerangka Berpikir	37
3.1	Diagram Alir Penelitian	41
3.2	Diagram Blok Penelitian	42
3.3	Flow Chart Penelitian	43
3.4	Flowchart Alur Kinerja Alat	47
3.5	Tahapan Rancang Bangun Alat	50
3.6	Lampu Indikator	51
3.7	Push Button	52
3.8	Metanol	53
3.9	Natrium Hidroksida (NaOH)	53
3.10	Gambar Tampak Depan	54
3.11	Gambar Tampak Samping	55

Nomor	Judul Gambar	Halaman
4.1	Biodiesel	68
4.2	Rangkaian Sistem Alat Keseluruhan Alat	70
4.3	Grafik Persentase Error Pengujian Akurasi Waktu	88
4.4	Perbandingan Suhu Waktu Setting dan Aktual Aktuator	95
4.5	Grafik Persentase Error Pengujian Akurasi Suhu Proses	96
4.6	Grafik Parameter Berat Jenis	99
4.7	Grafik Parameter Viskositas	101
4.8	Grafik Parameter Kadar Air	103
4.9	Grafik Parameter Bilangan Asam	106
4.10	Grafik Asam Lemak Bebas	108
4.11	Grafik Parameter Angka Iod	110



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
1	Rangkaian Sistem Otomatis Pengolahan Biodiesel	136
2	Hasil Pengujian Biodiesel di Laboratorium	137
3	Dokumentasi	139
4	Program Coding	142
5	Turnitin	163

