

TUGAS AKHIR
ANALISIS SIMULASI SISTEM PEMBERSIH FILTER UDARA
MESIN DIESEL LOKOMOTIF BERBASIS MIKROCONTROLLER
ARDUINO UNO TERHADAP EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS



NOVI EKA MARGARITA
202115014

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI CILACAP
CILACAP
2026

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Novi Eka Margaraita
NIM : 202115014
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri / Teknik Mesin
Tahun : 2026
Judul Tugas Akhir : Analisis Simulasi Sistem Pembersih Filter Udara Mesin
Diesel Lokomotif Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno
terhadap Efisiensi dan Efektivitas

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini benar-benar orisinal/asli dibuat oleh saya sendiri, tidak ada pihak lain yang membuat laporan ini, tidak ada unsur plagiat kecuali pada bagian bagian yang disebutkan rujukannya. Jika suatu hari ditemukan adanya indikasi dibuat oleh pihak lain atau plagiat, maka saya bersedia menerima konsekuensi dari institusi.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran tanpa ada paksaan.

Cilacap, 6 Maret 2026

Yang Menyatakan



Novi Eka Margaraita

NIM.202115014

PENGESAHAN

Tugas Akhir Saudara,

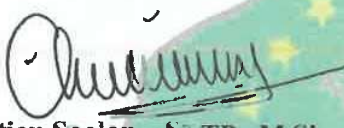
Nama : **Novi Eka Margarita**
NIM : 202115014
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Analisis Simulasi Sistem Pembersih Filter Udara Mesin Diesel Lokomotif Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno terhadap Efisiensi dan Efektivitas

Telah disidang Tugas Akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal :

Jumat, 6 Februari 2026

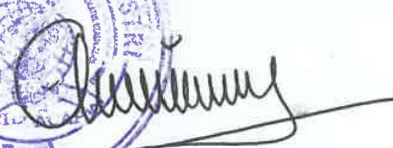
Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata 1 (S-1) Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

Mengetahui,

Penguji 1  Christian Soolan, S.TP., M.Si NIDN. 0627128801	Penguji 2  Ir. Sigat Suarto, M.T. NIDN. 062817802
Pembimbing 1/Ketua Sidang  Frida Amriyati Azzizzah, M.Pd. NIDN. 0607049101	Pembimbing 2/Sekretaris Sidang  Yaus Al Rokhim, S.Pd., M.T. NIDN. 0603078802

Cilacap, Maret 2026

Mengesahkan,
Rekan Fakultas Teknologi Industri


Christian Solany, S.TP., M.Si.
NIDN. 0627128801



NOTA PEMBIMBING

Hal : Naskah Laporan Tugas Akhir Novi Eka Margarita
Lamp : -

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Teknologi Industri
UNUGHA Cilacap
Di –
Cilacap

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, mengkoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka pembimbing berpendapat bahwa Laporan Tugas Akhir saudara:

Nama : Novi Eka Margarita
NIM : 202115014
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri / Teknik Mesin
Judul skripsi : Analisis Simulasi Sistem Pembersih Filter Udara Mesin Diesel Lokomotif Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno terhadap Efisiensi dan Efektivitas

Telah dapat diajukan kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Strata Satu (S-1) Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Cilacap, Maret 2026
Pembimbing,



Frida Amriyati Azzizzah, M.Pd.
NIDN. 0607049101

NOTA KONSULTAN

Hal : Naskah Laporan Tugas Akhir Novi Eka Margarita

Lamp : -

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Teknologi Industri
UNUGHA Cilacap
Di –
Cilacap

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

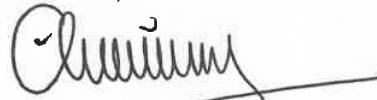
Setelah membaca, mengkoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka konsultan berpendapat bahwa Laporan Tugas Akhir saudara:

Nama : Novi Eka Margarita
NIM : 202115014
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri / Teknik Mesin
Judul skripsi : Analisis Simulasi Sistem Pembersih Filter Udara Mesin Diesel
Lokomotif Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno terhadap
Efisiensi dan Efektivitas

Telah dapat diajukan kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Strata Satu (S-1) Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Cilacap, Maret 2026
Konsultan,



Christian Soolany, S.TP., M.Si
NIDN. 0627128801

ABSTRAK

Filter udara merupakan komponen penting pada mesin diesel lokomotif yang berfungsi menjaga kualitas udara pembakaran agar kinerja mesin tetap optimal. Penumpukan debu dan partikel pada filter udara dapat meningkatkan tekanan diferensial dan menurunkan efisiensi mesin. Proses pembersihan filter udara yang masih dilakukan secara manual dinilai kurang efisien dan berisiko terhadap keselamatan kerja. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara teoretis efisiensi dan efektivitas sistem pembersih filter udara otomatis berbasis Arduino Uno.

Metode penelitian yang digunakan adalah pemodelan matematis dan simulasi menggunakan MATLAB/Simulink. Sistem kendali dimodelkan sebagai kontrol ON–OFF dengan histeresis, dengan input berupa tekanan diferensial dan konsentrasi partikel. Analisis dilakukan pada satu siklus operasi sistem berdasarkan parameter yang ditentukan dari rancangan konseptual.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem pembersih filter udara berbasis Arduino Uno secara teoretis mampu meningkatkan efisiensi waktu dan energi serta menurunkan tekanan diferensial dan konsentrasi partikel hingga berada di bawah nilai ambang yang ditetapkan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sistem pembersih filter udara otomatis pada mesin diesel lokomotif.

Kata kunci: filter udara, mesin diesel lokomotif, Arduino Uno, simulasi MATLAB.

ABSTRACT

Air filters are critical components in diesel locomotive engines, as they maintain the quality of combustion air to ensure optimal engine performance. The accumulation of dust and particulate matter in air filters can increase differential pressure and reduce engine efficiency. The air filter cleaning process, which is still performed manually, is considered inefficient and poses occupational safety risks. Therefore, this study aims to theoretically analyze the efficiency and effectiveness of an automatic air filter cleaning system based on Arduino Uno.

The research method employed mathematical modeling and simulation using MATLAB/Simulink. The control system was modeled as an ON–OFF control with hysteresis, using differential pressure and particle concentration as input variables. The analysis was conducted over a single operating cycle of the system based on parameters determined from the conceptual design.

Simulation results indicate that the Arduino Uno–based air filter cleaning system is theoretically capable of improving time and energy efficiency, as well as reducing differential pressure and particle concentration to levels below the specified threshold values. This study is expected to serve as a foundation for the development of automatic air filter cleaning systems for diesel locomotive engines.

Keywords: *air filter, diesel locomotive engine, Arduino Uno, MATLAB simulation.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala Rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “Analisis Kinerja Dan Efisiensi Alat Pembersih Filter Udara Mesin Diesel Lokomotif Bebas Arduino Uno Di PT. KAI DAOP V”. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat Sarjana Strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.

Selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak dukungan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas semua nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua yang selalu mendoakan untuk kelancaran tugas akhir penulis.
3. Bapak Christian Soolany, S.TP., M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali Cilacap.
4. Bapak Dhimas Oki Permata Aji, M.Pd., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al- Ghazali Cilacap.
5. Ibu Frida Amriyati Azzizzah, S.Pd, M.Pd selaku pembimbing I yang selalu mengawal, memberikan arahan serta masukan dari awal hingga selesainya Tugas Akhir ini.
6. Bapak Yunus Nurokhim, M.T selaku pembimbing II yang selalu mengawal, memberikan arahan serta masukan dari awal hingga selesainya Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.
8. Rekan-rekan yang telah membantu penyusun tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan tentunya masih banyak kekurangan

mengingat keterbatasan pengalaman dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati. Akhir kata penyusun berharap semoga tugas akhir ini, dapat bermanfaat bagi penyusun pada khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Cilacap, 8 Januari 2026

Penulis

Novi Eka Margaraita

202115014

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	i
PENGESAHAN	ii
NOTA PEMBIMBING.....	iii
NOTA KONSULTAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Gambaran Umum Mesin Diesel Lokomotif PT. KAI (Persero)	4
1.3 Penelitian Terdahulu.....	5
1.4 Rumusan Masalah.....	7
1.5 Batasan Penelitian.....	7
1.6 Tujuan Penelitian	8
1.7 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II.....	9
TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Mesin Diesel Lokomotif	9
2.2 Sistem Filter Udara.....	9
2.3 Mikrokontroller Arduino Uno dalam Pemodelan Sistem	10
2.4 Sensor dalam Representasi Simulasi	11
2.5 Pemograman Matlab	12
2.6 Simulasi Sistem.....	13
2.7 Konsep dan Metode Analisis Data	14
BAB III	20
METODOLOGI PENELITIAN	20

3.1	Pendekatan dan Jenis Penelitian	20
3.2	Diagram Alir Penelitian	20
3.3	Model Sistem yang Disimulasikan	22
3.4	Parameter Simulasi	24
3.5	Perangkat Lunak dan Lingkungan Simulasi.....	25
3.6	Prosedur Simulasi dan Pengambilan Data.....	26
BAB IV		28
HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Analisis Potensi Efisiensi Sistem Berdasarkan Simulasi	28
4.2	Analisis Potensi Efektivitas Sistem Pembersih Filter Udara Berdasarkan Simulasi	32
4.3	Rekapitulasi Kinerja Sistem.....	35
4.4	Simulasi Sistem	36
BAB V		47
KESIMPULAN DAN SARAN		47
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN		51

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Parameter Simulasi.....	25
Tabel 3. 2 Perangkat Simulasi.....	26
Tabel 4. 1 Hasil Simulasi Efisiensi Sistem	28
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Efisiensi Waktu	29
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Efisiensi Energi	30
Tabel 4. 4 Hasil Efisiensi Penurunan Tekanan Diferensial	31
Tabel 4. 5 Hasil Efektivitas Sistem	33
Tabel 4. 6 Hasil Responsivitas Sensor MQ.....	34
Tabel 4. 7 Hasil Cleaning Ratio	35
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Kinerja Sistem	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Sistem Pembersih Filter Udara pada Mesin Diesel Lokomotif.....	4
Gambar 2. 1 Mikrokontroler Arduino Uno	11
Gambar 2. 2 Simulasi Sistem Pembersih Filter Udara Menggunakan MATLAB ..	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Simulasi	21
Gambar 3. 2 Diagram Sinyal Sistem Pembersih Filter Udara	22
Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem Pembersih Filter Udara.....	23
Gambar 4. 1 Inisialisasi Lingkungan Kerja MATLAB	37
Gambar 4. 2 Persiapan dan Validasi Model Simulink.....	38
Gambar 4. 3 Penetapan Parameter Sistem dan Penentuan Kondisi Lingkungan ..	38
Gambar 4. 4 Inisialisasi Variabel Simulasi dan Penyimpanan Data	39
Gambar 4. 5 Proses Loop Simulasi dan Logika Kontrol Hysteresis	40
Gambar 4. 6 Pemodelan Dinamika Penumpukan dan Pembersihan Filter	40