



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**Prototipe sistem kontrol dan monitoring polusi partikel
pembakaran menggunakan logika fuzzy mamdani**

LAPORAN TUGAS AKHIR



Nama : OKITA LEONARDO

N.I.M : 41418120025

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2023**



**Prototipe sistem kontrol dan monitoring polusi partikel
pembakaran menggunakan logika fuzzy**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : OKITA LEONARDO
NIM : 41418120025
PEMBIMBING : Tryanto Pangaribowo S.T., M.T

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Okita Leonardo
NIM : 41418120025
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Prototipe sistem kontrol dan monitoring polusi partikel pembakaran menggunakan logika fuzzy mamdani

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

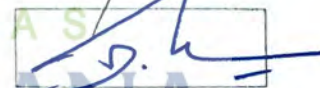
Disahkan oleh:

Pembimbing : Tryanto Pangaribowo S.T., M.T
NIDN/NIDK/NIK : 0308097802

Ketua Penguji : Zendi Iklima, S.T.Kom., M.Sc
NIDN/NIDK/NIK : 0314069303

Anggota Penguji : Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng.
NIDN/NIDK/NIK : 0327027002

Tanda Tangan



Jakarta, 24 Januari 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc
NIDN: 0314089201

HALAMAN PERNYATAAN *SIMILARITY*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tryanto Pangaribowo S.T., M.T
NIDN/NIDK : 0308097802
Jabatan : Dosen Teknik Elektro

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Okita Leonardo
N.I.M : 41418120025
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Prototipe sistem kontrol dan monitoring polusi partikel pembakaran menggunakan logika fuzzy

telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada Selasa, 23 Januari 2024 dengan hasil presentase sebesar 34% dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 24 Januari 2024



(Tryanto Pangaribowo S.T., M.T)

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Okita Leonardo
N.I.M : 41418120025
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas : Prototipe sistem kontrol dan monitoring polusi partikel pembakaran menggunakan logika fuzzy
Akhir

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 22-01-2024



Okita Leonardo

ABSTRAK

Polusi partikel pembakaran memiliki dampak serius terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, sehingga diperlukan pendekatan yang efektif untuk mengatasi masalah ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pengendalian polusi partikel pembakaran menggunakan logika fuzzy.

Prototipe sistem ini dirancang untuk memantau tingkat partikel polusi di ruang pembakaran dengan sistem otomatis, proses pembakaran ini bertujuan agar dapat mengetahui cara kerja *Wetscrubber* meminimalkan emisi partikel berbahaya. Logika fuzzy digunakan untuk mengatasi kompleksitas dan ketidakpastian dalam lingkungan pembakaran yang selalu berubah.

Sistem kontrol menggunakan sensor partikel untuk mengukur tingkat partikel ruang pembakaran, setelah proses filtrasi dan setelah proses *spray*. Data yang diperoleh kemudian diolah melalui algoritma logika fuzzy untuk menentukan seberapa lama pompa *spray* bekerja.

Berdasarkan hasil Prototipe sistem kontrol dan monitoring polusi partikel pembakaran menggunakan logika fuzzy mamdani dan melakukan komparasi arduino uno dengan simulasi menggunakan Matlab. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan logika fuzzy mamdani dalam sistem kontrol ini dapat menghasilkan pengurangan yang signifikan yaitu 41% untuk tahapan 1 dan 32% untuk tahapan 2 dalam emisi partikel, menjadikannya solusi yang potensial untuk meningkatkan kualitas udara di lingkungan pembakaran terutama untuk PLTU.

Implementasi prototipe ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam upaya mitigasi polusi udara, melindungi kesehatan manusia, dan melestarikan lingkungan. Selain itu, pendekatan logika fuzzy yang digunakan dapat menjadi landasan untuk pengembangan sistem kontrol yang kompleks dan diandalkan.

Kata Kunci : *Wetscrubber*, pengendalian polusi, sensor partikel

ABSTRACT

Combustion particle pollution has a serious impact on human health and the environment, so an effective approach is needed to overcome this problem. This research aims to develop combustion particle pollution control using fuzzy logic.

The prototype of this system is designed to monitor the level of pollution particles in the combustion chamber with an automatic system. The purpose of this combustion process is to find out how the Wet scrubber works to minimize harmful particle emissions. Fuzzy logic is used to overcome complexity and uncertainty in the ever-changing combustion environment.

The control system uses a particle sensor to measure the particle level in the combustion chamber, after the filtration process and after the spray process. The data obtained is then processed through a fuzzy logic algorithm to determine how long the spray pump will work.

Based on the results of the prototype control and monitoring system for combustion particle pollution using fuzzy logic and comparing the Arduino Uno with simulation using Matlab. The research results show that the use of fuzzy logic in this control system can produce a significant reduction of 41% for stage 1 and 32% for stage 2 in particle emissions, making it a potential solution for improving air quality in combustion environments, especially for PLTUs.

It is hoped that the implementation of this prototype can make a positive contribution to efforts to mitigate air pollution, protect human health, and preserve the environment. In addition, the fuzzy logic approach used can be the basis for developing a complex and reliable control system.

Keywords: Wet scrubber, pollution control, particle sensor

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya yang telah mempermudah dan memperlancar sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Prototipe sistem kontrol dan monitoring polusi partikel pembakaran menggunakan logika fuzzy” telah selesai dibuat dengan dukungan dan doa berbagai pihak, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Acu Suryadi, Ibu Milah, Devisia Suryadi, Andi Suryadi, Misim Cendrakasih, dimas imaniar nova tri dan adreena liora selaku orang tua, kakak-kakak, istri dan anak penulis yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan agar penulis dapat menyelesaikan pendidikan sarjana dengan hasil yang memuaskan
2. Tryanto Pangaribowo S.T., M.T selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan serta masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
3. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc selaku Ketua program studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Muhammad Hafidz Ibnu Hajar, ST. M.Sc selaku Koordinator Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Mercu Buana
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjalani masa Pendidikan
6. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

Dalam Penyusunan Tugas Akhir ini tentunya masih banyak terdapat kekurangan, kesalahan dan kekhilafan karena keterbatasan kemampuan menulis, untuk itu sebelumnya penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi perbaikan bersifat membangun atas laporan ini.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir (TA) ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya bagi mahasiswa maupun seluruh aspek kehidupan masyarakat luas.

Jakarta, 22 Januari 2024



Okita Leonardo



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL/COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan masalah	3
1.5 Sistematika	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 PENCEMARAN UDARA	8
2.3 <i>WET SCRUBBER</i>	10
2.4 MIKROKONTROLLER.....	12
2.4.1 Arduino Uno	13
2.5 SENSOR.....	14
2.5.1 Sensor Partikel (GP2Y1010AU0F)	15
2.6 POMPA AIR	17
2.7 LOGIKA FUZZY	18
2.7.1 logika fuzzy mamdani.....	19
2.7.2 dasar logika fuzzy	20
2.7.3 Fungsi Keanggotaan	21
2.7.4 penerapan logika <i>fuzzy</i>	23

BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM	25
3.1 PERANCANGAN WET SCRUBBER	25
3.1.1 RANCANG BANGUN ALAT	26
3.2 PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN FLOWCHART KERJA.....	28
3.3 PERANCANGAN SISTEM KENDALI FUZZY LOGIC	29
3.3.1 Perancangan skematik.....	30
3.4 Perancangan logika fuzzy	30
3.3.4 Inferensi (Rule Fuzzy)	33
BAB IV HASIL PEMBAHASAN	36
4.1 PENGUJIAN ALAT Sensor Partikel GP2Y1010AU0F.....	37
4.1.1 Pengujian Program.....	37
4.1.2 Pengujian Sensor Partikel GP2Y1010AU0F	38
4.2 PENGUJIAN ALAT	40
4.3 PERBANDINGAN HASIL ALAT DENGAN SIMULASI MATLAB 43	
4.4 AKUISISI DATA <i>WETSCRUBBER</i> KE ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara)	70
4.5 ANALISA EFEKTIVITAS <i>WETSCRUBBER</i>	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Wetscrubber</i>	11
Gambar 2.3 Proses Filtrasi	11
Gambar 2.4 Proses spray polusi	12
Gambar 2.5 Mikrokontroller	13
Gambar 2.6 Arduino Uno 328P.....	14
Gambar 2.7 Sensor Partikel.....	15
Gambar 2.8 Pompa Air Spray	18
Gambar 2.9 Logika Fuzzy	19
Gambar 2.10 Representasikan linear naik.....	21
Gambar 2.11 Representasi linear turun	21
Gambar 2.12 Representasi kurva segitiga.....	22
Gambar 2.13 Representasi kurva trapesium.....	23
Gambar 3.1 Blok diagram <i>Wetscrubber</i>	25
Gambar 3.2 Box sensoring.....	26
Gambar 3.3 Desain <i>Wetscrubber</i> (<i>Solidworks</i>)	27
Gambar 3.4 Hasil rancangan <i>Wetscrubber</i>	27
Gambar 3.5 Flowchart sistem <i>Wetscrubber</i>	28
Gambar 3.6 Rangkaian Skematik.....	30
Gambar 3.7 Keanggotaan tingkat kualitas udara	31
Gambar 3.8 Keanggotaan <i>output</i>	33
Gambar 3.9 Rancangan rules fuzzy (<i>Matlab</i>)	35
Gambar 4.1 Hasil perancangan <i>Wetscrubber</i>	36
Gambar 4.2 Pengujian program	37
Gambar 4.3 Posisi penempatan sensor.....	38
Gambar 4.4 Rangkaian Pengujian Partikel GP2Y1010AU0F	38
Gambar 4.5 Grafik pengujian sensor	40
Gambar 4.6 Grafik hasil data input sensor.....	42
Gambar 4.7 Grafik hasil data output relay	42
Gambar 4.8 Nilai variabel output pada pengujian 1	45

Gambar 4.9 Nilai variabel output pada pengujian 2	46
Gambar 4.10 Nilai variabel output pada pengujian 3	46
Gambar 4.11 Nilai variabel output pada pengujian 4.....	47
Gambar 4.12 Nilai variabel output pada pengujian 5	48
Gambar 4.13 Nilai variabel output pada pengujian 6	49
Gambar 4.14 Nilai variabel output pada pengujian 7	50
Gambar 4.15 Nilai variabel output pada pengujian 8	51
Gambar 4.16 Nilai variabel output pada pengujian 9	51
Gambar 4.17 Nilai variabel output pada pengujian 10	52
Gambar 4.18 Nilai variabel output pada pengujian 11.....	53
Gambar 4.19 Nilai variabel output pada pengujian 12	54
Gambar 4.20 Nilai variabel output pada pengujian 13	55
Gambar 4.21 Nilai variabel output pada pengujian 14	56
Gambar 4.22 Nilai variabel output pada pengujian 15	57
Gambar 4.23 Nilai variabel output pada pengujian 16	58
Gambar 4.24 Nilai variabel output pada pengujian 17	59
Gambar 4.25 Nilai variabel output pada pengujian 18	60
Gambar 4.26 Nilai variabel output pada pengujian 19	61
Gambar 4.27 Nilai variabel output pada pengujian 20	61
Gambar 4.28 Nilai variabel output pada pengujian 21	62
Gambar 4.29 Nilai variabel output pada pengujian 22	63
Gambar 4.30 Nilai variabel output pada pengujian 23	64
Gambar 4.31 Nilai variabel output pada pengujian 24	64
Gambar 4.32 Nilai variabel output pada pengujian 25	65
Gambar 4.33 Nilai variabel output pada pengujian 26	66
Gambar 4.34 Nilai variabel output pada pengujian 27	67
Gambar 4.35 Nilai variabel output pada pengujian 28	68
Gambar 4.36 Nilai variabel output pada pengujian 29	69
Gambar 4.37 Nilai variabel output pada pengujian 30	69
Gambar 4.38 proses filtrasi <i>Wetscrubber</i>	71
Gambar 4.39 filtrasi 1 wetscubber dalam keadaan off.....	72

Gambar 4.40 Filtrasi *Wetscrubber* dalam keadaan-on 72
Gambar 4.41 Proses spray polusi *Wetscrubber* 73
Gambar 4.42 Persentase efektivitas dari *Wetscrubber* dalam menurunkan polusi74



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)	9
Tabel 2. 2 Kriteria kualitas udara	10
Tabel 2. 3 Spesifikasi Arduino Uno	14
Tabel 2. 4 Spesifikasi sensor partikel	16
Tabel 2. 5 Spesifikasi pompa air	17
Tabel 4.1 Hasil pengujian respon Sensor GP2Y1010AU0F	39
Tabel 4.2 Hasil pengujian <i>Wetscrubber</i>	40
Tabel 4.3 Perbandingan hasil alat dengan simulasi matlab	43
Tabel 4.4 Hasil persamaan standar ISPU	70
Tabel 4.5 Nilai rata-rata tiap sensor 1, 2, dan 3.....	74

