



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PERANCANGAN SISTEM PEMBERSIH UDARA UNTUK RUMAH
TANGGA MENGGUNAKAN KENDALI PID BERBASIS IOT**

LAPORAN TUGAS AKHIR

UNIVERSITAS
Ludi Haryadi
41419110129
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCUBUANA

JAKARTA

2023/2024



**PERANCANGAN SISTEM PEMBERSIH UDARA UNTUK
RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN KENDALI PID BERBASIS
IOT**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

NAMA : LUDI HARYADI
NIM : 41419110129
PEMBIMBING : AKHMAD WAHYU DANI, S.T, M.T

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA
2023/2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ludi Haryadi
NIM : 41419110129
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Perancangan Sistem Pembersih Udara Untuk Rumah Tangga
Menggunakan Kendali PID Berbasis IOT

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

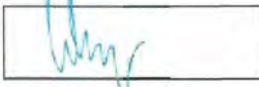
Disahkan oleh:

Pembimbing : Akhmad Wahyu Dhani, S.T, M.T
NIDN/NIDK/NIK : 320078501

Ketua Penguji : Fadli Sirait, S.Si, M.T
NIDN/NIDK/NIK : 320057603

Anggota Penguji : Ir. Said Attamimi, M.T
NIDN/NIDK/NIK : 0307106101

Tanda Tangan



Jakarta, 23 Januari 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



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

Kaprodi S1 Teknik Elektro


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

HALAMAN PERNYATAAN SIMILARITY

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc
NIDN/NIDK : 0314089201
Jabatan : Kaprodi S1 Teknik Elektro

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

Nama : Ludi Haryadi
N.I.M : 41419110129
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Pembersih Udara Untuk Rumah Tangga Menggunakan Kendali PID Berbasis IOT

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada 02 Februari 2024 dengan hasil presentase sebesar 8 % dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 02-Februari-2024



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ludi Haryadi
N.I.M : 41419110129
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Pembersih Udara Untuk Rumah
Tangga Menggunakan Kendali PID Berbasis IOT

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.

Jakarta, 23-01-2024



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Ludi Haryadi

ABSTRAK

Polusi udara adalah pencemaran lingkungan baik di dalam maupun di luar ruangan akibat perubahan zat kimia, fisik, atau biologis yang mempengaruhi sifat atmosfer (*WHO*). Menurut *WHO* (*World Health Organization*), hampir seluruh populasi global (99%) menghadapi paparan udara di atas pedoman *WHO*, dengan tingkat polutan yang tinggi, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, terutama dari alat-alat rumah tangga, kendaraan, pabrik, dan kebakaran hutan. Fokus utama perhatian kesehatan masyarakat adalah partikel-partikel kecil dengan diameter kurang dari 2,5 mikron ($Pm_{2,5}$) dan 10 mikron (Pm_{10}), yang dapat mencapai saluran pernapasan dan paru-paru, menyebabkan gangguan pernapasan serta penyakit *kardiovaskular*. Dalam mengatasi polusi udara, diperlukan sistem pembersih udara yang efektif untuk menyaring partikel dan gas berbahaya yang membahayakan kesehatan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang “Sistem Pembersih Udara Untuk Rumah Tangga Menggunakan Kendali *PID* Berbasis *IOT*”. Sistem kontrol *PID* (*Proporsional Integral Derivatif*), digunakan untuk mengontrol kipas, yang berfungsi untuk menghisap dan membuang udara sesuai dengan tingkat polusinya, kipas akan secara otomatis bekerja lebih cepat apabila polusi udara terbaca tinggi, begitupun sebaliknya. Penerapan teknologi *IOT* (*Internet of Things*) memungkinkan integrasi sensor dan pengiriman data yang efisien. (Ananda Hapsari et al., 2019).

Berdasarkan hasil pengujian, sensor memiliki tingkat akurasi yang tinggi, dengan nilai rata-rata mencapai 96%. Meskipun tuning parameter *PID* menggunakan *software* Matlab belum mampu memberikan respon yang stabil sesuai dengan target pada setiap *setpoint* yang diuji, namun melalui proses *tuning* ulang menggunakan metode percobaan dan pengujian, sistem kontrol *PID* berhasil meningkatkan kinerja pada setiap *setpoint* dengan tingkat akurasi rata-rata mencapai 99.0%. Sistem *IOT* yang digunakan untuk pemantauan kualitas udara juga menunjukkan kinerja yang baik, memberikan pemantauan yang akurat dan *notifikasi* tepat waktu terkait kualitas udara di sekitar lingkungan. Pengujian sistem deteksi tingkat polusi udara berdasarkan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) berhasil membaca kualitas udara secara akurat, dengan nilai rata-rata ISPU sebesar 63.98, yang berada pada kategori "SEDANG" (nilai 51-100) berdasarkan tabel ISPU. Selain itu, sistem pembersih udara dengan kendali *PID* berhasil menunjukkan respon yang efektif terhadap peningkatan polusi udara, mengubah nilai ISPU dari 115 (kategori "Tidak Sehat") menjadi 75 (kategori "Sedang").

Kata Kunci: *Sistem Pembersih Udara, Polusi Udara, Pembersihan Udara, Metode PID (Proporsional-Integral-Derivative), Teknologi IoT dalam Pembersihan Udara*

ABSTRACT

Air pollution is environmental contamination both indoors and outdoors due to changes in chemical, physical, or biological substances affecting the atmosphere (WHO). According to WHO, nearly the entire global population (99%) faces air exposure exceeding WHO guidelines, with high pollutant levels, mainly from household appliances, vehicles, factories, and forest fires. The primary focus of public health concern is on small particles with a diameter less than 2.5 microns (PM_{2.5}) and 10 microns (PM₁₀), which can reach the respiratory and pulmonary systems, causing respiratory disorders and cardiovascular diseases. To tackle air pollution, an effective air purifying system is needed to filter out harmful particles and gases that endanger health.

This study aims to design an Air Purification System Using PID Method Based on IoT. A Proportional Integral Derivative (PID) control system is used to control the ion generator and fan, which function to clean the air according to its pollution level. Thus, the ion generator will work automatically faster when high air pollution is detected, and vice versa. The application of IoT technology allows efficient sensor integration and data transmission (Ananda Hapsari et al., 2019).

Based on the test results, the sensors demonstrated a high level of accuracy, with an average value reaching 96%. Although tuning PID parameters using Matlab software initially failed to provide a stable response according to the target at each tested setpoint, through the process of re-tuning using experimental methods and testing, the PID control system successfully improved performance at each setpoint, achieving an average accuracy rate of 99.0%. The IoT system used for air quality monitoring also exhibited good performance, providing accurate monitoring and timely notifications related to air quality in the surrounding environment. Testing the air pollution detection system based on the Air Quality Index (AQI) successfully read air quality accurately, with an average AQI value of 63.98, falling into the "MODERATE" category (values 51-100) according to the AQI table. Furthermore, the air purifier system with PID control demonstrated an effective response to increased air pollution, transforming the AQI value from 115 (category "Unhealthy") to 75 (category "Moderate").

Keywords: *Air Purification System, Air Pollution, Air Cleaning, PID Method (Proportional-Integral-Derivative), IoT Technology in Air Purification*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang, Segala puji dan Syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. Yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Perancangan Sistem Pembersih Udara Untuk Rumah Tangga Menggunakan Kendali PID Berbasis IOT”**. Tugas akhir ini di ajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Elektro Universitas Mercubuana.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, Penulis memperoleh saran, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tak lupa menghaturkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Dr.Eng., Heru Suwoyo, S.T., M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
2. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, S.T., M.Sc selaku Sekprodi Teknik Elektro sekaligus Koordinator Tugas Akhir.
3. Bapak Akhmad Wahyu Dani, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
5. Bapak/Ibu Mertua penulis yang telah memberikan dukungan moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Istri tercinta, Nunun Fazryn S.Pd. yang telah memberikan semangat dan dukungan selama proses penulisan Tugas Akhir.
7. Rekan-rekan mahasiswa/i Universitas Mercu Buana.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis bersedia menerima kritik dan saran dari pembaca

demi menyempurnakan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, para pembaca, rekan-rekan mahasiswa Universitas Mercu Buana maupun universitas lainnya

Jakarta 15 Januari 2024



(Ludi Haryadi)



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN SIMILARITY	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Polusi Udara	10
2.3 <i>Propositional, Integral, Derivatif (PID)</i>	12
2.3.1 Tuning Parameter <i>PID</i>	14
2.4 <i>Internet of Things (IOT)</i>	16
2.5 Protokol <i>HTTP</i> dan <i>MQTT</i>	17
2.6 Teori Pendukung	18
2.6.1 ESP 32.....	18

2.6.2	Arduino <i>IDE</i>	19
2.6.3	Sensor PMS5003.....	20
2.6.4	Generator Ion Negatif.....	21
2.6.5	Sensor MQ 135	22
2.6.6	Sensor DHT 22	23
2.6.7	Sensor MQ 131	24
2.6.8	Kabel <i>Jumper</i>	25
2.6.9	Kipas <i>PWM (Pulse Width Modulation)</i>	26
2.6.10	<i>Hepa Filter</i>	27
2.6.11	Aplikasi <i>Virtuino</i>	28
2.6.12	<i>Software Matlab</i>	29
2.6.13	<i>Simulink</i>	30
2.6.14	Konversi Nilai PPM Ke Mikrogram/m ³ (µg/m ³)	31
BAB III	.....	33
PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM	.....	33
3.1	Diagram Blok Sistem	33
3.2	<i>Flowchart</i> (Diagram Alir)	36
3.3	Alat Dan Bahan	39
3.4	Diagram <i>Wiring</i> Pengkabelan	41
3.5	Penentuan Kualitas udara	43
3.6	Perancangan Sistem Kontrol <i>PID</i>	43
3.6.1	Menentukan <i>Setpoint</i>	43
3.6.2	Mencari Nilai <i>Transfer Function</i>	45
3.6.3	<i>Tuning Parameter PID</i>	50
3.7	Perancangan Program Pada Arduino Ide.....	58
3.8	Perancangan Aplikasi <i>Virtuino</i>	61
BAB IV	.....	65
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	65
4.1	Hasil Perancangan Alat	65
4.2	Pengujian Sensor	67
4.3	Pengujian Konversi Nilai <i>PPM</i> Ke µg/m ³	69

4.4	Pengujian Sistem Untuk Mendeteksi Tingkat Polusi Udara	70
4.4.1	Menguji Nilai ISPU Masing-Masing Kategori.....	71
4.4.2	Pengujian Penentuan Kategori Kualitas Udara.....	73
4.5	Pengujian Sistem Kontrol <i>PID</i>	74
4.5.1	Pengujian <i>PID Setpoint</i> 2000.....	75
4.5.2	Pengujian <i>PID Setpoint</i> 3000.....	78
4.5.3	Pengujian <i>PID Setpoint</i> 4000.....	81
4.6	Pengujian Teknologi <i>Internet OF Things (IOT)</i>	84
4.7	Pengujian Sistem Pembersih Udara	88
BAB V	.....	91
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	91
5.1	Kesimpulan.....	91
5.2	Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA	.....	93
LAMPIRAN	.....	96



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Blok Desain PID.....	15
Gambar 2.2 ESP32.....	20
Gambar 2.3 Arduino Ide.....	21
Gambar 2.4 Sensor PMS5003.....	22
Gambar 2.5 Generator Ion	23
Gambar 2.6 Sensor MQ 135.....	24
Gambar 2.7 Sensor DHT 22.....	25
Gambar 2.8 Sensor MQ 131	26
Gambar 2.9 Kabel Jumper.....	26
Gambar 2.10 Kipas PWM	27
Gambar 2.11 Hepa Filter	28
Gambar 2.12 Aplikasi Virtuino.....	29
Gambar 2.13 Software Matlab.....	31
Gambar 2.14 Simulnik.....	32
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem.....	35
Gambar 3.2 Flowchart Sistem.....	38
Gambar 3.3 Diagram Wiring Elektrik.....	43
Gambar 3.4 Data Kipas.....	47
Gambar 3.5 System Identification.....	48
Gambar 3.6 Transfer Function.....	49
Gambar 3.7 Perbandingan Data Sistem dan Hasil Estimasi.....	50
Gambar 3.8 Model Sistem Kontrol PID.....	51
Gambar 3.9 PID Tuner.....	53
Gambar 3.10 Grafik Respon Sistem.....	54
Gambar 3.11 Nilai Respon Sistem.....	55
Gambar 3.12 Respons Sistem Setpoint 3000.....	57
Gambar 3.13 Respon Sistem Setpoint 4000.....	58
Gambar 3.14 Sketch ESP 32 program menggunakan Arduino IDE.....	59
Gambar 3.15 Desain Aplikasi Virtuino.....	62

Gambar 3.16 Dashboard 2.....	64
Gambar 4.1 Tampilan Alat.....	67
Gambar 4.2 Pengujian Sensor.....	68
Gambar 4.3 Data Konversi PPM ke $\mu\text{g}/\text{m}^3$	70
Gambar 4.4 Pembacaan Sensor Dan Kategori Kualitas Udara Berdasarkan ISPU.....	72
Gambar 4.5 Respon sistem hasil tuning menggunakan matlab setpoint 2000.....	76
Gambar 4.6 Respon sistem setelah tuning dengan metode percobaan dan pengujian setpoint 2000.....	77
Gambar 4.7 Pengukuran RPM 2000 Menggunakan Digital Tachometer.....	78
Gambar 4.8 Respon sistem hasil tuning menggunakan matlab setpoint 3000.....	79
Gambar 4.9 Respon sistem setelah tuning dengan metode percobaan dan pengujian setpoint 3000.....	80
Gambar 4.10 Pengukuran RPM 3000 Menggunakan Digital Tachometer.....	81
Gambar 4.11 Respon sistem hasil tuning menggunakan matlab setpoint 4000.....	82
Gambar 4.12 Respon sistem setelah tuning dengan metode percobaan dan pengujian setpoint 4000.....	83
Gambar 4.13 Pengukuran RPM 4000 Menggunakan Digital Tachometer.....	84
Gambar 4.14 Proses Menghubungkan ESP32.....	85
Gambar 4.15 Tampilan Aplikasi Virtuino Yang Sudah Terhubung Dan Serial Monitor.....	86
Gambar 4.16 Notifikasi kualitas udara tidak sehat.....	88
Gambar 4.17 Tampilan antar muka pengguna ketika kategori kualitas udara tidak sehat	89
Gambar 4.18 Grafik Monitoring Kualitas Udara.....	90
Gambar 4.19 Tampilan antar muka pengguna ketika Kategori kualitas udara “sedang”.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Jurnal.....	10
Tabel 2.2 Tabel Konversi Nilai Konsentrasi Parameter ISPU.....	12
Tabel 2.3 Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).....	13
Tabel 3.1 <i>Hardware</i>	41
Tabel 3.2 <i>Software</i>	42
Tabel 3.3 Pengkabelan Dari Sensor Yang Digunakan Dengan Esp 32.....	43
Tabel 3.4 Parameter PID setpoint 2000.....	54
Tabel 3.5 Parameter PID Untuk Setpoint 3000.....	56
Tabel 3.6 Parameter PID untuk Setpoint 4000.....	58
Tabel 3.7 Daftar <i>Library</i> yang Digunakan Pada Arduino Ide.....	61
Tabel 4.1 Pengujian Sensor.....	69
Tabel 4.2 Pengujian Konversi Nilai PPM Ke $\mu\text{g}/\text{m}^3$	71
Tabel 4.3 Pengujian Nilai ISPU Masing-Masing Kategori.....	74
Tabel 4.4 Pengujian Sistem Kontrol PID.....	85
Tabel 4.5 Pengujian Internet Of Things.....	87

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
ADC	<i>Analog to Digital Converter</i>
CO	Karbon Monoksida
CO ₂	Karbon Dioksida
DC	<i>Direct Current</i>
DHT	<i>Dedicated Hybrid Transmission</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IDE	<i>Integrated development environment</i>
IOT	<i>Internet of Things</i>
ISPU	Indeks Standar Pencemaran Udara
Kd	Konstanta Derivative
Ki	Konstanta Integral
Kp	Konstanta Proporsional
Matlab	<i>Matrix Laboratory</i>
MBSE	<i>Modul Based Systems Engineering</i>
MQ	<i>Module Quotient</i>
MQTT	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
NO ₂	Nitrogen Dioksida
O ₃	Ozon
PID	<i>Proportional Integral Derivative</i>
PM	<i>Particulate matter</i>
PPM	<i>Parts Per Million</i>
SO ₂	Sulfur Dioksida
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
V	<i>Voltage</i>
VOC	<i>Circuit voltage</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>