

**SISTEM PREDIKSI POLUSI UDARA PM2.5  
MENGUNAKAN *MACHINE LEARNING* (ML) PADA AREA  
KAMPUS UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Derajat Strata-1

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun Oleh:**

**ADELA AYUNINGTIAS**

**20190120051**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2023**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adela Ayuningtias

NIM : 20190120051

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Univeritas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa sesungguhnya Tugas Akhir dengan judul “Sistem Prediksi Polusi Udara PM2.5 Menggunakan *Machine Learning* pada Area Kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta” ini adalah benar hasil karya saya sendiri dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, Januari 2023

Yang menyatakan,



Adela Ayuningtias

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang atas berkah dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menuntaskan Tugas Akhir ini. Semoga dengan pencapaian ini saya dapat mengimplementasikan ilmu yang sudah diajarkan kepada lingkungan pekerjaan dan masyarakat, sehingga impian saya dapat terwujud.

Saya persembahkan karya tulis ini kepada papa dan mama sebagai rasa terimakasih atas semua dukungan, doa dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Kepada Yolanda Pratiwi selaku kakak tercinta, yang sudah membantu dan memberi banyak masukan, saran serta berbagi pengalaman. Kepada bunda dan seluruh keluarga besar yang senantiasa mendukung dan memberi semangat. Semoga dengan karya ini, saya bisa membanggakan papa dan mama serta seluruh keluarga.

Kepada Dosen pembimbing saya Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D. dan Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng., izinkan saya mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya karena Bapak dan Ibu telah bersedia dengan sabar dan tulus membimbing saya selama proses penulisan Tugas Akhir ini. Semoga ilmu dan kesabaran yang sudah dicurahkan menjadi buah baik untuk Bapak dan Ibu kelak.

Teman-teman semasa hidup saya yang sudah banyak membantu pengerjaan Tugas Akhir ini, terutama saudara Raihan Fauzan yang sudah mau direpotkan dalam setiap proses yang dilalui. Saya persembahkan karya ini untuk mengingat satu proses kehidupan yang begitu indah dan luar biasa.

## **MOTTO**

“Tetapi boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”

(Q.S Al-Baqarah:216)

“Pada waktunya, dunia hanya perlu tahu kalau kita hebat. Kebahagiaan tidak membutuhkan penilaian orang lain”

(Fiersa Besari)

“Hidup tidak pernah mudah. Ada pekerjaan yang harus dilakukan dan kewajiban yang harus dipenuhi, kewajiban terhadap kebenaran, keadilan dan kebebasan”

(John F. Kennedy)

“Teruslah tersenyum, karena hidup adalah hal yang indah dan ada banyak hal untuk disyukuri”

(Marilyn Monroe)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Sistem Prediksi Polusi Udara PM2.5 Menggunakan *Machine Learning* pada Area Kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta”. Tugas akhir ini disusun dengan tujuan memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di jenjang pendidikan Strata-1 Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu membimbing mengarahkan dengan penuh kesabaran sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu membimbing dan memotivasi penulis dengan sangat tulus dalam penelitian Tugas Akhir ini.
5. Bapak/Ibu selaku dosen penguji Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen dan tenaga pendidik yang sudah banyak memberikan ilmu dan bersedia membantu selama perkuliahan.
7. Papa dan Mama selaku pemberi semangat dalam bentuk dukungan dan doa tiada henti.

8. Yolanda Pratiwi selaku kakak penulis yang senantiasa memberikan masukan dan berbagi pengalaman sehingga penulis dapat menjalani proses ini dengan sangat mudah.
9. Bunda Iyat yang selalu mendukung dan mengajarkan banyak hal kepada penulis.
10. Keluarga besar yang selalu memberi semangat dan dukungan serta menghibur penulis.
11. Teman-teman yang sudah bersedia ikut serta dalam kehidupan perkuliahan penulis dan selalu menghibur penulis.
12. Saudara Raihan Fauzan yang sudah banyak membantu proses pengerjaan Tugas Akhir ini. Memberikan keceriaan dan siap sedia menemani penulis untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.

Peneliti menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, maka dari itu peneliti mengharapkan kritik, saran, serta bimbingan demi kelancaran dan kemajuan penelitian ini. Semoga apa yang tertulis dalam Tugas Akhir ini senantiasa bermanfaat khususnya bagi penulis, mahasiswa Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, Januari 2023



Adela Ayuningtias

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN I .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
MOTTO .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Batasan Masalah .....	5
1.4. Tujuan Penelitian .....	5
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
1.6. Sistematika Penulisan .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Tinjauan Pustaka.....	7
2.2. Landasan Teori.....	15
2.2.1. Prediksi.....	15
2.2.2. Polusi udara.....	15
2.2.3. <i>Particulate Matter (PM) 2.5</i> .....	16
2.2.4. <i>Machine Learning (ML)</i> .....	19
2.2.5. <i>Long Short Term Memory (LSTM)</i> .....	23
2.2.6. <i>Multi Layer Perceptron (MLP)</i> .....	28
2.2.7. <i>Support Vector Regression (SVR)</i> .....	32
2.2.8. <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i> .....	33

2.2.9.	<i>Mean Absolute Error (MAE)</i> .....	34
2.2.10.	<i>Mean Square Error (MSE)</i> .....	34
2.2.11.	Koefisien Determinasi ( $R^2$ ).....	35
2.2.12.	Google Colab .....	35
2.2.13.	Sensor PMS5003.....	37
BAB III METODE PENELITIAN .....		39
3.1.	Tempat Penelitian .....	39
3.2.	Sumber Data.....	39
3.3.	Alat Pendukung.....	40
3.4.	Tahapan Penelitian.....	40
3.4.1.	Pengumpulan Data .....	41
3.4.2.	<i>Input Data</i> .....	41
3.4.3.	<i>Preprocessing</i> .....	41
3.4.4.	Pelatihan.....	43
3.4.5.	Pengujian.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		45
4.1.	Data yang digunakan.....	45
4.2.	Penerapan <i>Machine Learning</i> .....	46
4.2.1.	<i>Input Data</i> .....	46
4.2.2.	<i>Preprocessing Data</i> .....	48
4.2.3.	Pelatihan.....	50
4.2.4.	Pengujian.....	55
4.3.	Analisis Pemodelan <i>Machine Learning</i> .....	56
4.3.1.	Analisis Pemodelan LSTM .....	57
4.3.2.	Analisis Pemodelan MLP.....	60
4.4.	Analisis Metode <i>Machine Learning</i> .....	62
BAB V PENUTUP.....		70
5.1.	Kesimpulan .....	70
5.2.	Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA .....		72
LAMPIRAN.....		75



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ukuran PM2.5 .....	17
Gambar 2. 2 Pengelompokan <i>Machine Learning</i> .....	20
Gambar 2. 3 Teknik <i>Machine Learning</i> .....	21
Gambar 2. 4 Struktur Sel pada LSTM .....	24
Gambar 2. 5 Diagram Kerja Forget gate.....	24
Gambar 2. 6 <i>Input Gate</i> LSTM .....	25
Gambar 2. 7 Operasi pada Hasil <i>Input Gate</i> .....	27
Gambar 2. 8 <i>Output Gate</i> Sel LSTM .....	27
Gambar 2. 9 Arsitektur Jaringan MLP.....	29
Gambar 2. 10 Rumus <i>Output 1</i> MLP .....	30
Gambar 2. 11 Rumus <i>Output 2</i> MLP .....	30
Gambar 2. 12 Rumus 3 MLP .....	30
Gambar 2. 13 Rumus 4 MLP .....	31
Gambar 2. 14 Rumus 5 MLP .....	31
Gambar 2. 15 Rumus 6 MLP .....	31
Gambar 2. 16 Rumus 7 MLP .....	31
Gambar 2. 17 Rumus 8 MLP .....	31
Gambar 2. 18 Rumus RMSE.....	33
Gambar 2. 19 Rumus MAE.....	34
Gambar 2. 20 Rumus MSE .....	35
Gambar 2. 21 Tampilan Google Colab .....	36
Gambar 2. 22 Sensor PMS5003 .....	37
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.....	39
Gambar 3. 2 Tahapan Penerapan <i>Machine Learning</i> .....	40
Gambar 3. 3 Rumus Scaling Data.....	42
Gambar 3. 4 Rumus Denormalisasi Data.....	43
Gambar 4. 1 Data <i>Particulate Matter</i> .....	45
Gambar 4. 2 Grafik data <i>Particulate Matter</i> .....	46
Gambar 4. 3 Perintah <i>Input Library</i> .....	47
Gambar 4. 4 Perintah <i>Read Dataset</i> .....	47

Gambar 4. 5 Perintah Cleaning Dataset .....	48
Gambar 4. 6 Perintah Normalisasi Data.....	49
Gambar 4. 7 Perintah Pembagian Data <i>Features</i> dan <i>Labels</i> .....	49
Gambar 4. 8 Perintah Pembagian Data <i>Training</i> dan <i>Testing</i> .....	50
Gambar 4. 9 Perintah Model <i>Layer</i> .....	52
Gambar 4. 10 Perintah Jumlah Epoch dan <i>Batch size</i> .....	53
Gambar 4. 11 Perintah Visualisasi Data .....	54
Gambar 4. 12 Perintah Pengujian Nilai .....	55
Gambar 4. 13 Grafik LSTM.....	66
Gambar 4. 14 Garfik MLP .....	67
Gambar 4. 15 Grafik SVR.....	68

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Tinjauan Pustaka.....	10
Tabel 2. 2 Batasan Konsentrasi PM2.5 Menurut EPA.....	19
Tabel 4. 1 Pembagian Data <i>Training</i> dan <i>Testing</i> .....	50
Tabel 4. 2 Rancangan Jumlah <i>layer</i> .....	51
Tabel 4. 3 Rancangan Jumlah Epoch dan <i>Batch size</i> .....	54
Tabel 4. 4 Hasil Percobaan Neuron <i>Hidden</i> LSTM.....	57
Tabel 4. 5 Hasil Percobaan Max Epoch LSTM .....	58
Tabel 4. 6 Hasil Percobaan <i>Batch size</i> LSTM .....	59
Tabel 4. 7 Hasil Percobaan Neuron <i>Hidden</i> MLP .....	60
Tabel 4. 8 Hasil Percobaan Max Epoch MLP .....	61
Tabel 4. 9 Hasil Percobaan <i>Batch size</i> MLP .....	62
Tabel 4. 10 Hasil Perbandingan Model.....	63