



**PROTOTYPE SISTEM MONITORING CUACA BERBASIS IOT
DENGAN PERBANDINGAN FILTER SAVITZKY-GOLAY,
KALMAN, DAN MOVING AVERAGE UNTUK
MENINGKATKAN AKURASI DATA CUACA**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**WILDAN ADI SURYA
41421010029**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



**PROTOTYPE SISTEM MONITORING CUACA BERBASIS IOT
DENGAN PERBANDINGAN FILTER SAVITZKY-GOLAY,
KALMAN, DAN MOVING AVERAGE UNTUK
MENINGKATKAN AKURASI DATA CUACA**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

NAMA : WILDAN ADI SURYA
NIM : 41421010029
**PEMBIMBING : FREDDY ARTADIMA SILABAN,
S.KOM., M.T.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

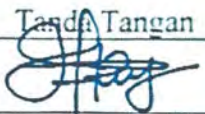
Nama : Wildan Adi Surya
NIM : 41421010029
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Prototipe Sistem Monitoring Cuaca Berbasis IoT Dengan
Perbandingan Filter *Savitzky-Golay*, *Kalman*, dan *Moving Average* Untuk Meningkatkan Akurasi Data Cuaca

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.

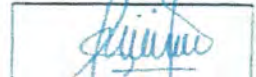
Disahkan oleh:

Pembimbing : Freddy Artadima Silaban, S.Kom, MT
NUPTK : 0460769670130323

Tanda Tangan



Ketua Penguji : Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, S.T,MSc
NUPTK : 1356769670130283



Anggota Penguji : Trie Maya Kadarina, S.T.M.T
NUPTK : 7235757658230143



Jakarta, 06 Agustus 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NUPTK: 6639750651230132

Dr. Eng. Heru Suwono, ST, M.Sc
NUPTK: 2146770671130403

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

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

Nama : Wildan Adi Surya
NIM : 41421010029
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : Prototipe Sistem Monitoring Cuaca Berbasis IoT dengan Perbandingan Filter Savitzky–Golay, Kalman, dan Moving Average untuk Meningkatkan Akurasi Data Cuaca

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Selasa, 12 Agustus 2025** dengan hasil presentase sebesar **7 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 12 Agustus 2025

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wildan Adi Surya
NIM : 41421010029
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Prototipe Sistem Monitoring Cuaca Berbasis IoT
Dengan Perbandingan Filter *Savitzky-Golay*, *Kalman*,
Dan *Moving Average* Untuk Meningkatkan Akurasi
Data Cuaca

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, 06-08-2025



Wildan Adi Surya

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Akurasi data merupakan faktor krusial dalam sistem monitoring cuaca, terutama pada sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) yang rentan terhadap derau dan anomali data dari sensor. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah prototipe sistem monitoring cuaca berbasis IoT yang mampu meningkatkan akurasi data melalui implementasi dan perbandingan tiga metode filter digital: *Savitzky-Golay*, Kalman, dan *Moving Average*. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan utama yang terhubung dengan *Weather Station* Sensor untuk akuisisi data parameter cuaca seperti suhu, kelembaban, dan tekanan udara.

Data mentah dari sensor, beserta data yang telah diproses oleh ketiga filter, dikirim dan disimpan dalam tabel-tabel terpisah pada sebuah database di server *hosting`wildan.cloud`*. Kinerja akurasi dari setiap filter kemudian dievaluasi dengan membandingkan hasilnya terhadap data rujukan dari *OpenWeather* API menggunakan metrik *Root Mean Square Error* (RMSE).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga filter berhasil mengurangi *error* secara signifikan dibandingkan data asli. Secara konsisten di semua parameter, Filter Kalman menunjukkan kinerja superior dengan nilai RMSE terendah, yaitu 1.89 untuk suhu (°C), 4.12 untuk kelembaban (%), dan 7.72 untuk tekanan udara (hPa). Studi ini menyimpulkan bahwa Filter Kalman adalah teknik yang paling andal dan direkomendasikan untuk meningkatkan akurasi dan reliabilitas stasiun cuaca IoT berbiaya rendah.

Kata Kunci: Monitoring Cuaca, IoT, ESP32, Filter *Savitzky-Golay*, Filter Kalman, Filter *Moving Average*, Akurasi Data.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

Data accuracy is a crucial factor in weather monitoring systems, especially in Internet of Things (IoT) based systems that are susceptible to noise and data anomalies from sensors. This research aims to design and build a prototype of an IoT-based weather monitoring system capable of improving data accuracy through the implementation and comparison of three digital filter methods: Savitzky-Golay, Kalman, and Moving Average. The system utilizes an ESP32 microcontroller as the main processing unit connected to an Weather Station Sensor for acquiring weather parameters such as temperature, humidity, and air pressure.

Raw data from the sensor, along with data processed by the three filters, are sent and stored in separate tables in a database on the `wildan.cloud` hosting server. The accuracy performance of each filter is then evaluated by comparing its results against reference data from the OpenWeather API using the Root Mean Square Error (RMSE) metric.

The results show that all three filters significantly reduced errors compared to the original data. Consistently across all parameters, the Kalman Filter demonstrated superior performance with the lowest RMSE values: 1.89 for temperature (°C), 4.12 for humidity (%), and 7.72 for air pressure (hPa). This study concludes that the Kalman Filter is the most reliable and recommended technique for enhancing the accuracy and reliability of low-cost IoT weather stations.

Keywords: Weather Monitoring, IoT, ESP32, Savitzky-Golay Filter, Kalman Filter, Moving Average Filter, Data Accuracy.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul "**PROTOTIPE SISTEM MONITORING CUACA BERBASIS IOT DENGAN PERBANDINGAN FILTER SAVITZKY-GOLAY, KALMAN, DAN MOVING AVERAGE UNTUK MENINGKATKAN AKURASI DATA CUACA**".

Dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari tidak akan dapat menyelesaikannya tanpa bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Freddy Artadima Silaban, S.Kom., M.T.**, selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, masukan, serta bimbingan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak **Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc**, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Seluruh dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang sangat berharga.
4. Keluarga tercinta, terutama Ayah, Ibu, dan Adik, yang senantiasa memberikan doa, dukungan moril, dan materiel.
5. Sahabat dan rekan-rekan seperjuangan angkatan 2021 yang selalu memberikan semangat dan motivasi.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Elektro.

Jakarta, 06 Agustus 2025

Wildan Adi Surya

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 <i>Internet of Things (IoT)</i>	14
2.3 Mikrokontroler ESP32	15
2.4 <i>Weather Station Sensor</i>	16
2.5 <i>OpenWeather API</i>	18
2.5.1 Alasan Penggunaan dan Validitas Data	18
2.5.2 Parameter dan Integrasi Data	18
2.5.3 Mekanisme Akses Data.....	18
2.6 Filter Digital	19
2.6.1 Filter <i>Moving Average (MA)</i>	19
2.6.2 Filter <i>Savitzky-Golay (SG)</i>	20
2.6.3 Filter Kalman	21
2.7 <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Tahapan Penelitian	24
3.2 Perancangan Perangkat Keras	25
3.2.1 Daftar Alat dan Komponen	26
3.2.2 Diagram Blok Sistem	26
3.2.3 Desain Perakitan dan Penempatan	27
3.2.4 Perancangan Elektrikal.....	28
3.3 Perancangan Perangkat Lunak	29
3.3.1 Perangkat Lunak Pendukung.....	29
3.3.2 Diagram Alir Sistem	30
3.3.3 Perancangan Algoritma Filter Digital	32
3.4 Perancangan Website	35
3.4.1 Arsitektur dan Teknologi	35
3.4.2 Struktur Halaman dan Antarmuka	35
3.5 Cara Kerja Sistem	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Metodologi Pengujian dan Pengumpulan Data.....	38
4.2 Data Pengujian Lengkap (3 Hari)	39
4.2.1 Data Pengujian Suhu.....	39
4.2.2 Data Pengujian Kelembapan.....	42
4.2.3 Data Pengujian Tekanan Udara.....	45
4.3 Prosedur dan Contoh Perhitungan RMSE.....	48
4.3.1 Perhitungan RMSE untuk Data Asli (Hari ke-1).....	49
4.4 Analisis Kinerja.....	50
4.4.1 Analisis Kinerja Harian.....	50
4.4.2 Analisis Kinerja Keseluruhan	50
4.4.3 Analisis Komparatif Detail	51
4.5 Analisis Beban Komputasi dan Efisiensi Filter	52
4.6 Pembahasan Keterkaitan Hasil dengan Penelitian Terdahulu.....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Internet of Things	15
Gambar 2.2 ESP32	16
Gambar 2.3 <i>Weather Station</i> Sensor	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem	27
Gambar 3.3 Desain Rakitan Mekanik	28
Gambar 3.4 <i>Diagram Wiring Sistem</i>	29
Gambar 3.5 Diagram Alir Sistem	31
Gambar 3.6 Perancangan Algoritma Filter Digital	32
Gambar 3.7 <i>Database</i>	35
Gambar 3.8 <i>Dashboard Website</i>	36
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Suhu Hari Ke-1	40
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Suhu Hari Ke-2	41
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Suhu Hari Ke-3	42
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Kelembaban Hari Ke-1	43
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Kelembaban Hari Ke-2	44
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Kelembaban Hari Ke-3	45
Gambar 4.7 Grafik Pengujian Tekanan Udara Hari Ke-1	46
Gambar 4.8 Grafik Pengujian Tekanan Udara Hari Ke-2	47
Gambar 4.9 Grafik Pengujian Tekanan Udara Hari Ke-3	48
Gambar 4.10 Perbandingan RMSE Keseluruhan untuk Setiap Parameter	51
Gambar 4.11 Persentase Pengurangan <i>Error</i> oleh Filter Kalman Dibandingkan Data Asli	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu.....	5
Tabel 2.2 Analisis Format Data Sensor	17
Tabel 3.1 Daftar Alat dan Komponen	26
Tabel 4.1 Data Pengujian Suhu (Hari ke-1, 26 Juni 2025)	39
Tabel 4.2 Data Pengujian Suhu (Hari ke-2, 27 Juni 2025)	40
Tabel 4.3 Data Pengujian Suhu (Hari ke-3, 28 Juni 2025)	41
Tabel 4.4 Data Pengujian Kelembapan (Hari ke-1, 26 Juni 2025)	42
Tabel 4.5 Data Pengujian Kelembapan (Hari ke-2, 27 Juni 2025)	43
Tabel 4.6 Data Pengujian Kelembapan (Hari ke-3, 28 Juni 2025)	44
Tabel 4.7 Data Pengujian Tekanan Udara (Hari ke-1, 26 Juni 2025)	45
Tabel 4.8 Data Pengujian Tekanan Udara (Hari ke-2, 27 Juni 2025)	46
Tabel 4.9 Data Pengujian Tekanan Udara (Hari ke-3, 28 Juni 2025)	47
Tabel 4.10 Rincian Perhitungan Selisih Kuadrat untuk Data Asli	49
Tabel 4.11 Rekapitulasi RMSE Harian	50
Tabel 4.12 Rekapitulasi RMSE Keseluruhan (3 Hari Pengujian)	51

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 <i>Moving Average</i>	20
Rumus 2.2 <i>Savitzky-Golay Filter</i>	21
Rumus 2.3 <i>Prediksi Kalman Filter</i>	22
Rumus 2.4 <i>Koreksi Kalman Filter</i>	22
Rumus 2.5 <i>Root Mean Square Error</i>	23



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengecekan Turnitin.....	58
Lampiran 2. Datasheet ESP32.....	59
Lampiran 3. Data Mentah Hasil Pengujian	60
Lampiran 4. Dokumentasi Alat	61

