



**Perancangan Prototye Sistem *Monitoring* Berbasis IoT
(*Internet Of Things*) Pada *Motor Flap* Pesawat Dengan PID
(*Proportional, Integral & Derivative*) Control**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Aldi Pramana Putra Rasyid

UNIV 41422110064 AS

MERCU BUANA

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCUBUANA

JAKARTA

2024



**Perancangan Prototye Sistem *Monitoring* Berbasis IoT
(*Internet Of Things*) Pada *Motor Flap* Pesawat Dengan PID
(*Proportional, Integral & Derivative*) Control**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

NAMA : Aldi Pramana Putra Rasyid
NIM : 41422110064
PEMBIMBING : Akhmad Wahyu Dani, ST. MT

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Aldi Pramana Putra Rasyid

NIM : 41422110064

Program : Teknik Elektro


Studi

Judul : Perancangan Prototype Sistem Monitoring *Maintenance*
Berbasis IoT (*Internet Of Things*) Pada *Motor Flap* Pesawat
Dengan PID (*Proportional, Integral, & Derivative*)

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 Dani, ST.MT
NIDN/NIDK/NIK : 0320078501

Tanda Tangan


Ketua Penguji : Galang Persada Nurani Hakim,
ST.MT. Ph.D
NIDN/NIDK/NIK : 0304128502



Anggota Penguji : Yudhi Gunardi, ST.MT. Ph.D.
NIDN/NIDK/NIK : 0330086902



Jakarta, 31-07-2024

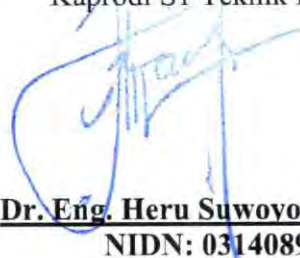
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



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

Kaprodi S1 Teknik Elektro



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

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 : **ALDI PRAMANA PUTRA RASYID**
NIM : **41422110064**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis : **PERANCANGAN PROTOTYE SISTEM MONITORING BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) PADA MOTOR FLAP PESAWAT DENGAN PID (PROPORTIONAL, INTEGRAL & DERIVATIVE) CONTROL**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Senin, 12 Agustus 2024** dengan hasil presentase sebesar **22%** 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, 13 Agustus 2024

UNIVERSITAS Administrator Turnitin,

MERCU BUANA



Saras Nur Praticha, S.Psi., MM

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aldi Pramana Putra Rasyid
N.I.M : 41422110064
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Perancangan Prototype Sistem *Monitoring Maintenance*
Berbasis IoT (*Internet Of Things*) Pada *Motor Flap* Pesawat
Dengan PID (*Proportional, Integral, & Derivative*)

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, 31-07-2024



Aldi Pramana Putra Rasyid

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Pemeliharaan pesawat terbang sangat penting untuk memastikan keselamatan dan efisiensi operasional. Dengan perkembangan teknologi dan tren menuju More Electric Aircraft (MEA), kebutuhan akan sistem pemeliharaan yang efektif semakin meningkat. Salah satu komponen penting adalah *flap* motor, yang berfungsi mengatur posisi *flap* saat lepas landas dan mendarat. Kerusakan pada *flap* motor dapat menyebabkan biaya tinggi dan waktu henti yang tidak terencana. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan yang dapat mendeteksi potensi kerusakan sejak dini.

Penelitian ini mengembangkan sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT) pada *flap* motor pesawat menggunakan metode PID. Sistem ini mengumpulkan data *real-time* seperti arus, tegangan, dan sudut *flap* menggunakan sensor, yang dikirimkan ke platform *cloud* Blynk untuk dianalisis. Data dianalisis untuk mendeteksi anomali yang menunjukkan potensi kerusakan pada *flap* motor. Ketika ditemukan anomali, sistem mengirimkan peringatan ke ruang kontrol, memungkinkan teknisi melakukan tindakan pencegahan. Dengan demikian, sistem ini meningkatkan keselamatan, keandalan, dan mengurangi biaya perawatan serta waktu henti.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem *monitoring* ini mampu mendeteksi anomali pada *flap* motor dengan akurasi tinggi. Algoritma PID efektif dalam menjaga stabilitas operasi *flap* motor. Sistem ini menunjukkan tingkat kecocokan 94,57% untuk data pelatihan dan 83,7% untuk data validasi, dengan waktu naik 0,9077 detik dan waktu stabilisasi 12,6016 detik. Selain itu, sistem berhasil memberikan peringatan dini yang memungkinkan pemeliharaan prediktif. Secara keseluruhan, penerapan sistem IoT ini meningkatkan efisiensi dan keandalan operasional pesawat serta mengurangi risiko kegagalan mekanis.

Kata Kunci: Sistem *Monitoring*, PID, *Internet of Things*

MERCU BUANA

ABSTRACT

Aircraft maintenance is crucial to ensure safety and operational efficiency. With the advancement of technology and the trend towards More Electric Aircraft (MEA), the need for effective maintenance systems has increased. One critical component is the flap motor, which adjusts the flap position during take-off and landing. Malfunctions in the flap motor can lead to high costs and unplanned downtime. Therefore, a monitoring system capable of early damage detection is essential.

This study developed an Internet of Things (IoT)-based monitoring system for aircraft flap motors using the PID method. The system collects real-time data such as current, voltage, and flap angle using sensors, which is then sent to the Blynk cloud platform for analysis. The data is analyzed to detect anomalies indicating potential damage to the flap motor. When an anomaly is detected, the system sends an alert to the control room, allowing technicians to take preventive actions. This system enhances safety, reliability, and reduces maintenance costs and downtime.

Testing results show that the monitoring system can detect anomalies in the flap motor with high accuracy. The PID algorithm is effective in maintaining the stability of the flap motor operation. The system demonstrated a training data accuracy of 94.57% and a validation data accuracy of 83.7%, with a rise time of 0.9077 seconds and a stabilization time of 12.6016 seconds. Additionally, the system successfully provided early warnings that enabled predictive maintenance. Overall, the implementation of this IoT system improves the efficiency and reliability of aircraft operations and reduces the risk of mechanical failures.

Keywords: Monitoring System, PID, Internet of Things

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul " Perancangan Prototye Sistem Monitoring Berbasis IoT (*Internet Of Things*) Pada *Motor Flap* Pesawat Dengan PID (*Proportional, Integral & Derivative Control*)" ini dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Mercu Buana.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis telah menerima banyak bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Hal ini dikarenakan keterbatasan yang dimiliki oleh penulis baik dala segi kemampuan, pengetahuan serta pengalaman penulis. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun agar dalam penyusunan karya tulis selanjutnya dapat menjadi lebih baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah S.W.T yang telah memberikan berbagai kenikmatan yang ada dimuka bumi ini.
2. Orang tua dan keluarga tercinta, yang selalu memberikan dukungan moral dan materiil, serta doa yang tiada henti untuk keberhasilan penulis.
3. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Bapak Akhmad Wahyu Dani, ST, MT selaku pembimbing tugas akhir, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan tugas akhir ini. Bimbingan dan nasihat yang diberikan telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. Rekan-rekan mahasiswa yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan semangat serta berbagi pengalaman dan pengetahuan selama masa studi dan penyusunan tugas akhir ini.
6. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu,

yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan doa selama proses penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi penyajian maupun isi. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak untuk perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang teknik elektro dan dunia aviasi.

Jakarta, 30 Juli 2024



Aldi Pramana Putra Rasyid



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

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
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR PERSAMAAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Studi Literatur	6
2.2 Relevansi Produk terhadap Kesalahan	9
2.3 <i>Transfer Function Modelling</i>	10
2.4.1 Pengertian <i>Transfer Function</i>	10

2.4.2	Penyusunan <i>Transfer Function</i>	11
2.4.3	Karakteristik dan Analisis Fungsi Alih	12
2.4.4	Pemodelan Fungsi Alih Dalam Sistem Fisik.....	13
2.4	<i>PID Control</i>	14
2.5.1	Pengertian	14
2.5.2	Prinsip Kerja <i>PID Control</i>	15
2.5.3	Metode <i>Tuning PID</i>	20
2.5	Flap Pada Pesawat	22
2.6	Komponen yang Digunakan.....	25
2.6.1	Wemos D1 R32	25
2.6.2	Motor Driver L298N	26
2.6.3	Potentiometer.....	26
2.6.4	Sensor Arus ACS712.....	27
2.6.5	Sensor Tegangan	27
2.6.6	Motor DC Encoder	28
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....		30
3.1	Desain Produk	30
3.2	Diagram Rangkaian.....	31
3.3	Flowchart.....	31
3.4	Perancangan IoT.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Pengujian Komponen	34
4.1.1	Sensor Tegangan	34
4.1.2	Sensor Arus	35
4.1.3	HCW-M631 Over Voltage Protector	36
4.1.4	Motor Encoder.....	36

4.2 Identifikasi Sistem.....	37
4.2.1 Pengumpulan Data	37
4.2.2 Pemodelan Sistem	39
4.2.3 Analisis Sistem.....	46
4.3 Simulasi Sistem.....	48
4.3.1 Sistem Tanpa PID.....	48
4.3.2 Sistem Dengan PID	50
4.4.1 Pengujian Sistem PID <i>Controller</i> Pada Alat	56
4.4.2 Sinkronisasi dengan IoT.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN.....	66
Lampiran 1. Program Sistem.....	66
Lampiran 2. Datasheet JGA25-370.....	73



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kendali Proporsional.....	16
Gambar 2.2 <i>Error</i> dan Kendali <i>Integral</i>	17
Gambar 2.3 <i>Error</i> dan Kendali <i>Derivatif</i>	18
Gambar 2.4 Kendali PID.....	19
Gambar 2.5 Defleksi Flap	23
Gambar 2.6 Diagram Blok Flap Control System	23
Gambar 2.7 Wemos D1 R32	25
Gambar 2.8 <i>Motor Driver</i> L298N.....	26
Gambar 2.9 Potensiometer	26
Gambar 2.10 Sensor Arus ACS712	27
Gambar 2.11 Sensor Tegangan	28
Gambar 2.12 DC Motor Encoder.....	28
Gambar 3.1 Alur Sistem.....	30
Gambar 3.2 Diagram Rangkaian.....	31
Gambar 3.3 Flowchart Sistem.....	32
Gambar 4.1 <i>Data Training</i>	38
Gambar 4.2 Data Validasi.....	39
Gambar 4.3 System Identification Toolbox Matlab.....	40
Gambar 4.4 Program Plot Data Pada Matlab.....	40
Gambar 4.5 Hasil Import <i>Data Training</i>	41
Gambar 4.6 Hasil Import Data Validasi.....	42
Gambar 4.7 <i>Dialog Box</i> System Estimator	43
Gambar 4.8 Tampilan <i>Dialog Box</i> Setelah Estimasi.....	43
Gambar 4.9 Hasil Estimasi Menggunakan <i>Transfer Function</i>	44
Gambar 4.10 Uji Kecocokan Antara <i>Data Training</i> Dengan Hasil Estimasi	45
Gambar 4.11 Uji Kecocokan Antara Data Validasi Dengan Hasil Estimasi	46
Gambar 4.12 Grafik Analisa Sistem	47
Gambar 4.13 Diagram Blok Sistem Tanpa PID.....	48
Gambar 4.14 Pengaturan Sinyal <i>Input</i>	49

Gambar 4.15 Perbandingan Sinyal <i>Input</i> Dengan <i>Output</i>	50
Gambar 4.16 Diagram Blok Sistem Dengan PID	51
Gambar 4.17 Nilai <i>Default</i> Parameter PID Pada Simulink.....	51
Gambar 4.18 Tampilan PID Tuner.....	52
Gambar 4.19 Grafik Hasil <i>Tuning</i> PID	53
Gambar 4.20 Nilai Parameter PID	53
Gambar 4.21 Perbandingan Sinyal <i>Input</i> dan <i>Output</i> Setelah <i>Tuning</i> PID.....	54
Gambar 4.22 Perbandingan Sinyal <i>Input</i> , <i>Output</i> PID, dan <i>Output</i> tanpa PID.....	55
Gambar 4.23 Hasil Pengujian PID Pada Alat	57
Gambar 4.24 Hasil Pergerakan Sudut Dengan <i>Input</i> Potensiometer	60
Gambar 4.25 Tampilan IoT	61



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Karakteristik PID	20
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Tegangan	34
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor Arus	35
Tabel 4.3 Hasil Pengujian <i>Motor Driver</i> dan Encoder	36
Tabel 4.4 Karakteristik Sistem	47
Tabel 4.5 Perbandingan Karakteristik Sistem Dengan dan Tanpa PID	55
Tabel 4.6 Hasil Pergerakan Sudut	57



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Persamaan Sistem Linier	11
Persamaan 2.2 Persamaan Diferensial Linier Orde n	11
Persamaan 2.3 Persamaan Diferensial Domain s	11
Persamaan 2.4 Persamaan Sistem Linier Laplace.....	11
Persamaan 2.5 Persamaan <i>Mass Damper Spring</i>	13
Persamaan 2.6 Persamaan <i>Mass Damper Spring</i> Domain s	13
Persamaan 2.7 Fungsi Alih <i>Mass Damper Spring</i>	13
Persamaan 2.8 Persamaan Rangkaian RLC Domain s	13
Persamaan 2.9 Fungsi Alih Tegangan Terhadap Arus.....	13
Persamaan 2.10 Persamaan Kontrol Proporsional	15
Persamaan 2.11 Persamaan <i>Error</i>	16
Persamaan 2.12 Persamaan Kontrol Integral	17
Persamaan 2.13 Persamaan Kontrol Derivatif.....	18
Persamaan 2.14 Persamaan Kontrol Proporsional, Integral, Derivatif (PID)	19
Persamaan 2.15 Persamaan Tuning Kontrol P.....	20
Persamaan 2.16 Persamaan Tuning Kontrol PI.....	20
Persamaan 2.17 Persamaan Tuning Kontrol PID.....	21
Persamaan 2.18 Persamaan Tuning Kontrol P (<i>Sustained Oscillation</i>).....	21
Persamaan 2.19 Persamaan Tuning Kontrol PI (<i>Sustained Oscillation</i>)	21
Persamaan 2.20 Persamaan Tuning Kontrol PID (<i>Sustained Oscillation</i>).....	21
Persamaan 2.21 Persamaan Tuning Kontrol P (Cohen Coen)	21
Persamaan 2.22 Persamaan Tuning Kontrol PI (Cohen Coen)	22
Persamaan 2.23 Persamaan Tuning Kontrol PID (Cohen Coen)	22
Persamaan 2.24 Persamaan Konversi Posisi Motor Ke Sudut.....	29