

PERANCANGAN SISTEM KENDALI PENGATURAN FLAP *PROTOTYPE* PESAWAT N219 OTOMATIS BERBASIS *FUZZY LOGIC* PADA SAAT *TAKEOFF*

DESIGN OF AUTOMATIC CONTROL SETTINGS FLAP PROTOTYPE AIRCRAFT N219 BASED ON FUZZY LOGIC DURING TAKEOFF

Fadel Mohammad Farma¹, Dr. Erwin Susanto, S.T., M.T.², Ramdhan Nugraha, S.Pd., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹mohammadfadelfarma@gmail.com, ²erwinelektro@telkomuniversity.ac.id,

³ramdhan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pesawat terbang N219 merupakan pesawat yang sedang dikembangkan oleh PT Dirgantara Indonesia. Pesawat ini menggunakan 2 sistem kontrol kemudi terbang, yaitu *Primary Control System* dan *Secondary Control System*. Penulis mengambil fokus pada *Secondary Control System* pada bagian flap pesawat terbang N219. Flap adalah permukaan bergerak yang berengsel pada tepi belakang sayap pesawat terbang yang berfungsi untuk menaikkan gaya angkat dan dapat menambah gaya hambat pesawat pada saat melakukan *takeoff* dan *landing*. Pada saat pesawat akan melakukan *takeoff* ataupun *landing*, flap akan membuka sudut antara 0 sampai 40 derajat tergantung besar gaya angkat dan gaya hambat yang dibutuhkan oleh pesawat. Pada pesawat N219, flap pesawat terbang ini masih dikendalikan secara manual oleh pilot. Untuk membuka flap, kerap kali pilot menggunakan *feeling* mereka sendiri untuk dapat menentukan kapan flap dapat atau tidaknya terbuka pada kecepatan tertentu. Adapun kecelakaan pesawat akibat *human error* pada saat *takeoff* yang dimana flap telat atau terlalu cepat dikeluarkan, yang menyebabkan pesawat kekurangan gaya angkat dan membuat pesawat jatuh. Hal tersebut mendorong penelitian tugas akhir ini, untuk mengendalikan flap pesawat secara otomatis berdasarkan besar kecepatan pesawat /kecepatan udara pada saat *takeoff*. Dan juga pesawat ini telah dilengkapi dengan Autopilot. Pada tugas akhir ini, untuk mengendalikan flap pesawat N219 secara otomatis, perancangan sistemnya menggunakan mikrokontroler sebagai otak untuk memproses data dari sensor dan menggunakan metode *Fuzzy Logic* dan masukannya berdasarkan besar kecepatan pesawat/kecepatan udara. Uji coba ini akan diterapkan pada sebuah *prototype*

Kata Kunci : Pengaturan sudut flap pesawat terbang N219 secara otomatis pada saat *takeoff*, Kendali *Fuzzy Logic*, *Airspeed*, GPS, Barometer.

Abstract

N219 aircraft is an aircraft that is being developed by PT Dirgantara Indonesia. This aircraft uses 2 flight steering control systems, namely the Primary Control System and the Secondary Control System. The author takes focus on the Secondary Control System on the flaps of N219 aircraft. Flaps is a moving surface that hinges on the rear edge of an aircraft's wing which serves to increase lift and can increase the drag force of the aircraft during takeoff and landing. When the aircraft takeoff or landing, the flaps will open an angle between 0 – 40 degrees depending on the lift and drag required by the aircraft. On N219 aircraft, this aircraft flaps is still controlled manually by the pilot. To open a flap, pilots often use their own feelings to be able to determine when or not the flap can open at a certain speed. The plane crashes due to human error during takeoff where the flaps is late or too fast is issued, which causes the aircraft to lack lift and make the plane crash. This encourages the research of this final project, to control aircraft flaps automatically based on the aircraft speed at takeoff. And also this aircraft has been equipped with Autopilot. In this final project, to control N219 flaps aircraft automatically, the design of the system uses a microcontroller as the brain to process data from sensors and use the Fuzzy Logic method and the input is based on the aircraft speed/air speed. This trial will be applied to the prototype.

Keywords: *Settings the flaps angle of N219 aircraft automatically at takeoff, Fuzzy Logic Control, Airspeed, GPS, Barometer.*

1. Pendahuluan

PT Dirgantara Indonesia merupakan salah satu perusahaan Industri Pesawat Terbang Dunia. Pesawat terbang N219 merupakan pesawat yang sedang dikembangkan oleh PT Dirgantara Indonesia. Pesawat ini berguna untuk mengangkut penumpang, barang-barang hingga bantuan untuk bencana alam. Pesawat ini mampu terbang dan

mendarat dilandasan pendek sehingga mudah beroperasi di daerah-daerah kecil [17]. Pesawat ini memiliki beberapa komponen utama, seperti badan, ekor, sayap, aileron, rudder, elevator, autopilot, trim, flap, dan lain-lain [1]. Pesawat ini memiliki 2 sistem kontrol, yaitu *Primary Control System* dan *Secondary Control System*. Flap termasuk dalam *Secondary Control System* yang dimana menjadi fokus penulis dalam penelitian ini. Flap inilah yang menunjang pesawat terbang N219 dapat *takeoff* dan *landing* pada landasan pendek maupun panjang[1]. Flap dapat di lihat pada saat pesawat akan *takeoff* dan *landing*. Flap adalah permukaan bergerak yang berengsel pada tepi belakang sayap pesawat terbang yang berfungsi untuk menaikkan gaya angkat dan disertai dengan menambah gaya hambat pesawat pada saat melakukan *takeoff* dan *landing* [12]. Pada saat pesawat akan melakukan *takeoff* ataupun *landing*, flap akan membuka sudut antara 0 sampai 40 derajat tergantung besar gaya angkat dan gaya hambat yang dibutuhkan oleh pesawat[1]. Flap bekerja dengan cara memperluas permukaan sayap atau memberikan lengkungan pada sayap untuk meningkatkan *lift coefficient* pada pesawat terbang tersebut [12]. Jika flap diturunkan, maka kecepatan jatuh pesawat terbang akan menurun. Flap terletak pada *trailing edge* sayap dipangkal sayap didekat *fuselage*. Pada pesawat N219 untuk melakukan *takeoff*, sudut yang berlaku adalah 10 dan 18 derajat[1]. Untuk menggerakkan posisi sudut flap pada pesawat, flap masih dikendalikan secara manual oleh pilot[1]. Untuk membuka flap, kerap kali pilot menggunakan intuisi mereka sendiri untuk dapat menentukan kapan flap dapat atau tidaknya terbuka pada kecepatan tertentu. Adapun kecelakaan pesawat akibat *human error* pada saat *takeoff* yang dimana flap telat atau terlalu cepat dikeluarkan, yang menyebabkan pesawat kekurangan gaya angkat dan membuat pesawat jatuh[8]. Hal ini yang mendorong penulis ingin melakukan penelitian mengenai pengaturan sudut flap yang dapat terbuka secara otomatis pada saat *takeoff* dengan metode *Fuzzy Logic* dan menggunakan mikrokontroler sebagai otak dari pemrosesan data yang masuk dari sensor. Untuk penelitian ini parameter masukannya berupa kecepatan pesawat atau kecepatan udara. Uji coba ini akan diterapkan pada sebuah flap yang berupa *prototype*.

2. Dasar Teori

2.1. Profil Pesawat Terbang N219

Pesawat terbang N219 adalah pesawat bermesin dua yang dirancang oleh PT. Dirgantara Indonesia. Pesawat ini akan diuji berdasarkan CASR 23 kategori pesawat terbang komuter yang mana akan sesuai untuk mengangkut penumpang dengan rute singkat pada penerbangan siang atau malam.

2.1.1. Pengendali Sekunder Pesawat Terbang N219

Pesawat terbang N219 dikendalikan oleh empat komponen pengendali sekunder (*Secondary Control System*) yang terdiri dari sistem flap, autopilot, *trim tab*, dan *gust lock system*.

2.1.2. Flap Control System Pesawat Terbang N219

Flap Control System adalah sistem yang dirancang dengan baik untuk aplikasi pada pesawat terbang N219. Flap adalah permukaan bergerak yang berengsel pada tepi belakang sayap pesawat terbang atau disebut juga sirip pesawat.

2.1.3. Komponen Sistem pada Flap Control System

Flap Control System adalah sistem yang dikendalikan secara elektro yang digerakkan secara mekanis yang terdiri dari: *Flap Selector (FS)*, *Flap Control Unit (FCU)*, *Flap Linear Actuator (FLA)*, dan *Flap Position Transducer (FPT)*.

2.2. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog to Digital Converter* yang sudah terintegrasi didalamnya.

2.3. Global Positioning System

Global Positioning system yang biasa disingkat *GPS* berfungsi untuk menentukan letak di permukaan bumi dengan penyalarsan satelit yang beredar di orbit bumi, yang menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi.

2.4. Motor Servo

Motor Servo adalah sebuah perangkat yang dirancang dengan sistem kontrol *close loop*, sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor Servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer.

2.5. Airspeed Sensor

MPXV7002 adalah sensor tekanan silikon monolitik yang dirancang untuk berbagai macam aplikasi terutama mikrokontroler atau mikroprosesor dengan input analog digital dan pengolahan membandingkan dua tekanan untuk keakuratan sinyal serta diperuntukan untuk membaca tekanan positif dan negatif.

2.6. Hukum Bernoulli

Hukum Bernoulli membicarakan pengaruh terhadap kecepatan fluida di dalam fluida tersebut. Bahwa di dalam fluida yang mengalir dengan kecepatan lebih tinggi akan diperoleh tekanan yang lebih kecil. Bagian atas sayap melengkung, sehingga kecepatan udara di atas sayap (v_1) lebih besar daripada kecepatan udara di bawah sayap (v_2). Hal ini menyebabkan tekanan udara daripada dari atas sayap (P_1) lebih kecil dibandingkan tekanan

udara dari bawah sayap (P_2), sehingga gaya dari bawah (F_2) lebih besar daripada gaya dari atas (F_1) maka timbullah gaya angkat pesawat”

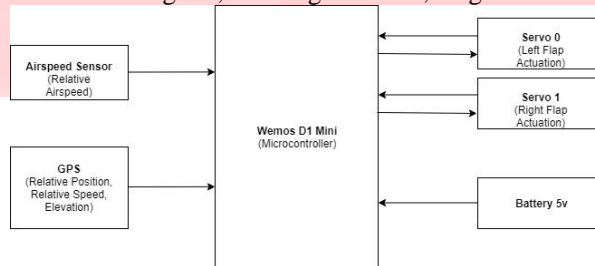
2.7. Fuzzy Logic

Fuzzy Logic adalah Merepresentasikan masalah yang mengandung ketidakpastian ke dalam suatu bahasa yang dipahami oleh komputer atau mikrokontroler. Beberapa kalangan atau buku menggunakan istilah logika samar, namun di sini kita tetap menggunakan istilah *fuzzy logic*. Dalam metode *fuzzy logic* permasalahan di dunia nyata kebanyakan bukan biner dan bersifat non linier sehingga *fuzzy logic* cocok digunakan karena menggunakan nilai linguistik yang tidak linier.

3. Perancangan Sistem

3.1 Desain Umum Sistem

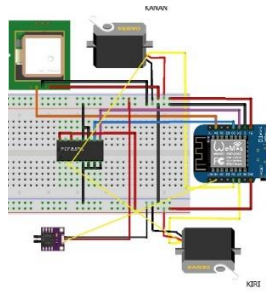
Perancangan *hardware* merupakan hal yang sangat penting dalam pembuatan Tugas Akhir. Karena dengan adanya *hardware* barulah sistem dapat diuji secara nyata apakah alat ini dapat bekerja dengan baik ataupun tidak. Perancangan *hardware* ini melalui blok diagram, Secara garis besar, diagram blok dari rangkaian sistem.



Gambar III-1. Diagram Blok Sistem

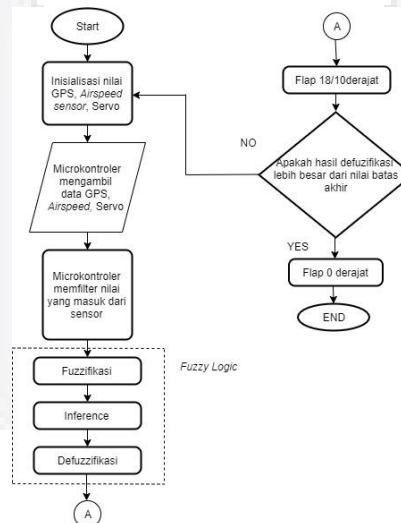
3.2 Desain Perangkat Keras

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar dibawah ini, dimana perangkat keras yang digunakan terdapat Wemos sebagai mikrokontroler. Modul GPS digunakan sebagai input sistem untuk mendapatkan data kecepatan pesawat dan akselerasi, modul Airspeed sensor digunakan sebagai input sistem untuk mendapatkan kecepatan udara, yang kemudian diproses oleh mikrokontroler dan data tersebut akan diolah dengan metode *Fuzzy Logic*.



Gambar III-2. Diagram Wiring Sistem

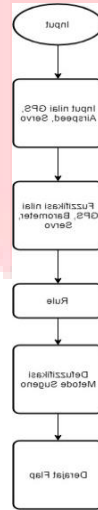
3.3 Desain Perangkat Lunak



Gambar III-3. Diagram Alur Kerja Sistem

Pada Gambar III-3, terlihat alur dari sistem flap otomatis pada saat *takeoff*. Pertama alat dinyalakan kemudian akan melakukan Inisialisasi pada nilai GPS, Airspeed sensor, dan servo. Wemos akan mengambil data-data yang ada pada GPS, Airspeed sensor, Servo. Setelah data-data diterima oleh wemos, wemos akan memfilter data-data tersebut untuk mendapatkan data yang siap dipakai. Setelah mendapat data, data tersebut akan diolah dengan menggunakan Metode *Fuzzy Logic* dimetode *Fuzzy Logic* ini data di fuzzifikasi akan mengcompare antara kecepatan udara, kecepatan pesawat,dan akselerasi setelahnya dilakukan *rule* untuk menentukan bagaimana kondisi parameter yang telah masuk. Dari hasil tadi akan didefuzzifikasi untuk mengubah nilai kembali ke nilai crisp. Nilai crisp nanti akan memberi nilai pada servo antara 18 atau 10 derajat.

3.3.2 Penggunaan Metode Kontrol *Fuzzy Logic*



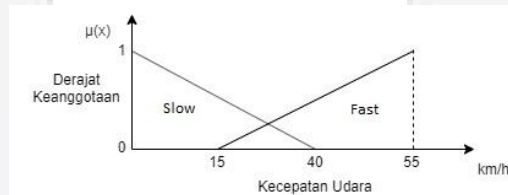
Gambar III-4. Flowchart Sistem Kerja Alat

Pada sistem ini metode kontrol yang digunakan adalah *fuzzy logic*. Pada metode ini terdapat tiga proses utama dalam pengendali, yaitu *fuzzyfication*, *fuzzy inference*, dan *defuzzyfication*.

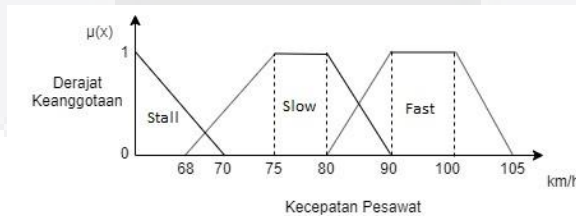
1. Fuzzyfication

Proses *Fuzzyfication* yaitu proses pengubahan nilai data ke bentuk himpunan *fuzzy* dan menjadi fungsi keanggotaan *fuzzy*, membuat membership *function* dan menentukan jumlah variabel linguistik dalam membership *function* sehingga derajat keanggotaan dapat diketahui. Proses ini bermula ketika mikrokontroler menerima data dari sensor.

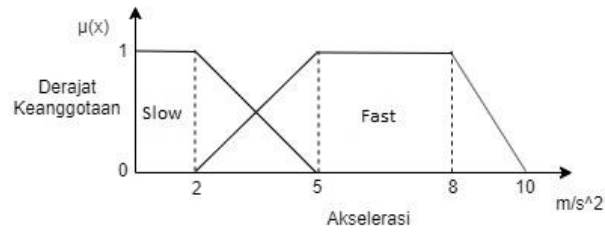
Untuk fungsi keanggotaan terdapat pada Gambar III-6,Gambar III-7 dan Gambar III-8.



Gambar III- 5. Fungsi Keanggotaan Parameter Kecepatan Udara



Gambar III- 6. Fungsi Keanggotaan Parameter Kecepatan Pesawat



Gambar III- 6. Fungsi Keanggotaan Parameter Akselerasi



Gambar III- 7. Fungsi Keanggotaan Output Derajat Flap

2. Fuzzy Inference

Proses *Fuzzy Inference* adalah proses pemetaan data masukan yang berasal dari *fuzzfication* terhadap keluaran yang dikehendaki sesuai aturan-aturan logika *fuzzy*.

3. Defuzzification

Proses *Defuzzification* adalah tahap akhir dari metode *fuzzy logic*. Proses ini adalah penentu output berdasarkan hasil *fuzzy inference* dengan grafik output.

**BAB IV
HASIL DAN ANALISIS**

4.1.Pengujian Alat

Pada bab ini dibahas mengenai percobaan dan hasil dari pengujian pada alat serta analisa hasil pengujian pada flap. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat berjalan sebagaimana mestinya dengan lingkungan uji coba yang telah ditentukan serta dilakukan sesuai dengan skenario uji coba.

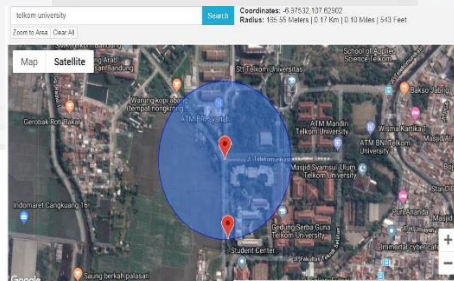
4.2. Pengujian GPS Ublox untuk menentukan Kecepatan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kecepatan pesawat dan mengetahui tingkat keakuratan sensor dalam melakukan pembacaan nilai kecepatan pada suatu percobaan.

Alat-Alat Pengujiannya:

- GPS Ublox
- Wemos
- Stopwatch
- Goglemaps

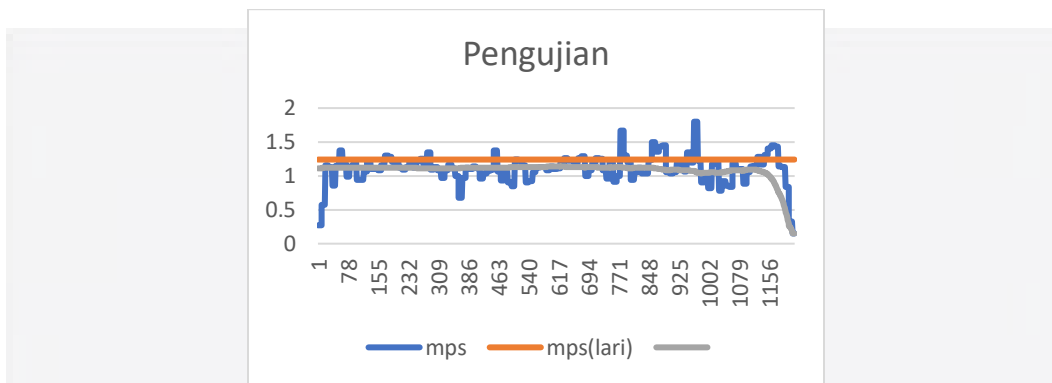
Pengujian ini dilakukan dengan cara mencari nilai kecepatan melalui GPS dan untuk pembandingnya di uji berdasarkan rumus $v = s/t$, yang telah diketahui atau di set jaraknya 165 meter. Hasil pembacaan ditampilkan pada *serial monitor*. Pengujian dilakukan pada tanggal 20 juli 2019.



Gambar IV- 1. Jarak yang diambil untuk pengujian kecepatan

Tabel IV- 1. Hasil Pengujian GPS terhadap Kecepatan Pengujian Pertama

No	Jarak	Waktu Tempuh Pengujian	Kecepatan			Rata-rata Kecepatan
			Km/h	M/s	M/s (saat berlari)	M/s
1	165 meter	2 menit 13 detik	0.96	0.27	1.240601504	0.8332
2			0.96	0.27	1.240601504	0.844693878
3			0.96	0.27	1.240601504	0.856666667
4			0.96	0.27	1.240601504	0.869148936
5			0.96	0.27	1.240601504	0.882173913
6			0.96	0.27	1.240601504	0.895777778
7			0.96	0.27	1.240601504	0.895777778
8			0.96	0.27	1.240601504	0.895777778
9			0.96	0.27	1.240601504	0.895777778
10			2.04	0.57	1.240601504	0.895777778
11			2.04	0.57	1.240601504	0.91
12			2.04	0.57	1.240601504	0.924883721



Gambar IV- 2. Grafik Nilai GPS Kecepatan terhadap waktu

4.2.1. Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan dari data yang diperoleh, maka diketahui bahwa nilai yang didapatkan dari GPS kurang responsif terhadap perubahan kecepatan karena disebabkan karena tingkat akurasi dari modul GPS tersebut yang berkisaran di 2.5 meter untuk posisi horizontal dan memiliki *update rate* di 5Hz dengan spesifikasi yang dimiliki modul GPS tersebut.

4.3. Pengujian Airspeed Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor dalam melakukan pembacaan nilai kecepatan udara dari kipas angin.

Alat-Alat Pengujiannya:

- Airspeed
- Kipas angin
- Wemos
- Timbangan
- Anemometer

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dari Airspeed Sensor, dan Anemometer, untuk mengukur kecepatan udara pada kipas angin. Hasil pembacaan Airspeed Sensor akan ditampilkan pada

serial monitor. Pengujian dilakukan pada tanggal 19 juli 2019.



Gambar IV- 7. Kecepatan yang diambil dari kipas menggunakan Airspeed

Tabel IV- 6. Hasil Pengujian Airspeed terhadap Kecepatan Udara Kipas

Kipas Kecil					
kecepatan 1		Kecepatan 2		Kecepatan 3	
4.73	3.8	5.22	4.1	5.59	4.4
5.22	3.8	5.29	4.1	6.8	4.4
5.1	3.8	5.48	4.1	6.53	4.4
5.7	3.8	5.41	4.1	6.37	4.4

Tabel IV- 7. Hasil Pengujian Anemometer terhadap Kecepatan Udara Kipas

Anemometer					
tes1	tes2	tes3	tes4	tes5	tes6
2.8	3.7	4.8	3.8	4.4	4.1

4.3.1 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan dari data yang diperoleh, maka diketahui bahwa nilai dari airspeed cukup banyak error karna tidak stabil terhadap perubahan kecepatan udara karena disebabkan karena tingkat akurasi dari modul Airspeed dan besarnya *error* pada modul tersebut yang berkisaran di 6.25%.

4.5. Pengujian Koefisien Gaya Angkat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan koefisien drag untuk mempengaruhi pembukaan flap pesawat.

Alat-Alat Pengujiannya:

- Wemos
- Motor Servo
- Timbangan
- Kipas Angin

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur ada tidaknya drag pada saat buka flap 0,10,18,30,40 dengan cara mengukur gaya angkat pesawat dengan timbangan. Proses pembacaan dari melihat dari jumlah angka dari timbangan.



Gambar IV- 8. Pengujian Koefisien Lift

Tabel IV- 10. Koefisien Lift yang dihasilkan flap

Derajat	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5
Kondisi Awal	172	172	175	176	171
0 (ada angin)	167	165	168	169	162
10	165	163	166	167	160
18	163	161	165	165	158

4.5.1 Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian ini didapatkan nilai gaya angkat yang dihasilkan oleh flap pesawat. Jadi ketika pesawat

membuka flap ada gaya angkat yang menyebabkan pesawat lebih ringan walaupun kecil.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan pengambilan data pada sistem penggerak jemuran otomatis ini, maka dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan *Fuzzy Logic* berhasil tetapi masih terjadi error karena kurangnya akurasi pada alat yang digunakan.
2. Sistem yang diterapkan berhasil karena hampir mengikut dengan sistem yang asli.

5.2. Saran

Saran untuk pengembangan sistem penggerak jemuran otomatis berbasis arduino uno adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya sistem menggunakan sensor yang lebih presisi supaya errornya semakin sedikit.
2. Untuk tampilan lebih baik menggunakan GUI agar lebih terlihat dan lebih bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P.T Dirgantara Indonesia (2015), "N219 *Flight Control System Techinal Description*". document no. D290ND10.
- [2] Imanda Semadhi Adhi, Nataliana Decy, Albayumi Usep Ali. Juli 2014. "Perancangan dan Pembuatan PLC-MIKRO untuk Model Flap dengan Feedback Potensiometer Berbasis Microcontroller PIC16F877A", *Jurnal Reka Elkomika*, vol. 2, no. 3, 2-12.
- [3] Puspaningtyas Giovani Ellisa, Manasikana Lovila Arina, 2015, "Konsep Desain Sistem Kendali *Elevator Trim* pada Pesawat Terbang N-219", Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [4] A. Feriska and D. Triyanto, "Rancang Bangun Penjemur Dan Pengereng Pakaian," *J. Coding Sist. Komput. Untan*, vol. 05, no. 2, pp. 67-76, 2017.
- [5] Ramadhan M Teguh, 2014, "Konsep Desain Sistem Kendali Otomatis Flap pada Pesawat Terbang N-219 pada saat *Assymetry*", Teknik Elektro, Universitas Brawijaya. Malang.
- [6] W. Handoko, 2014. "*Request for Information of Flight Control System for N219 Aircraft*", Indonesian Aerospace. Bandung
- [7] Kusumadewi, Sri. "Neuro Fuzzy Intregrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf", edisi 2. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [8] <https://aeroengineering.co.id/2016/01/control-surface-pada-pesawat-terbang/> diakses pada tanggal 13 Januari 2019.
- [9] <https://www.slideshare.net/NabilaArifannisa/gaya-angkat-pesawat-terbang> diakses pada tanggal 19 Januari 2019.
- [10] <http://www.ilmuterbang.com/artikel-mainmenu-29/faqs/318-rumus-gaya-angkat> diakses pada tanggal 19 Januari 2019.