

SISTEM KONTROL GERAK FLAP OTOMATIS PESAWAT N219 PADA SAAT LANDING BERBASIS FUZZY LOGIC

MOTION CONTROL FLAP AUTOMATIC SYSTEM AIRPLANE N219 WHEN LANDING BASED FUZZY LOGIC

Christy Juliana Sondakh¹, 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

¹julianachristy287@gmail.com, ²erwinelektro@telkomuniversity.ac.id, ³ramdhan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Flap adalah penampang yang terdapat pada bagian belakang sayap pesawat yang dapat bergerak naik turun. Flap pada pesawat berfungsi sebagai gaya angkat pesawat pada saat melakukan *take off* dan sebagai pengereman pada saat *landing*. Pada pesawat N219, flap pesawat pada saat *landing* dikendalikan secara manual oleh pilot. Hal tersebut mendorong penelitian tugas akhir ini untuk mengontrol flap pesawat secara otomatis berdasarkan kecepatan, ketinggian pada pesawat saat *landing*. Untuk membuka flap kerap kali pilot menggunakan *feeling* mereka sendiri untuk dapat menentukan bisa atau tidaknya membuka flap pada kecepatan dan ketinggian tertentu. Adapun tugas akhir ini untuk mengendalikan flap pesawat secara otomatis berdasarkan kecepatan dan ketinggian pesawat dengan metode *Fuzzy Logic* untuk menentukan nilai yang tidak pasti berdasarkan data masukannya yaitu dilihat dari kecepatan, dan ketinggian pesawat. Untuk mendapatkan data-data tersebut menggunakan komponen GPS, dan barometer yang kemudian dikontrol dengan algoritma dengan menggunakan mikrokontroler, dan motor servo yang akan menampilkan derajat flap pesawat sebagai output.

Berdasarkan hasil dari beberapa kali pengujian yang dilakukan dengan menggunakan GPS dan barometer, didapatkan data yang dapat menentukan pesawat dapat *landing* dengan membuka flap pesawat pada sudut 30 dan 40 derajat.

Kata Kunci : Sistem Flap Pesawat terbang N219, Flap Otomatis, *Landing*, GPS (*Global Positioning System*), Barometer, Kendali *Fuzzy Logic*.

Abstract

Flap is a cross section found on the back of an aircraft wing that can move up and down. Flap on the aircraft serves as the lift force of the aircraft during take off and as braking during landing . On N219 aircraft, aircraft flaps during landing are controlled manually by pilots, but aircraft accidents often occur due to human error factors that result in aircraft accidents. This encourages the research of this thesis to control the aircraft flaps automatically based on speed, altitude on the aircraft during landing. To open a flap, pilots often use their own feelings to determine whether or not the flap can be opened at a certain speed and height. The final task is to control aircraft flaps automatically based on aircraft speed and altitude with the Fuzzy Logic method to determine uncertain values based on input data, which is seen from the speed and height of the aircraft. To get these data using GPS components, and a barometer which is then controlled by an algorithm using a microcontroller, and a servo motor that will display the degree of aircraft flap as output.

Based on the results of several tests conducted using GPS and barometer, obtained data that can determine the aircraft can land by opening the aircraft flap at an angle of 30 and 40 degrees.

Keywords: *Airplane Flap N219 System, Automatic Flap, Landing, GPS (Global Positioning System), Barometer, Fuzzy Logic Control.*

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan zaman, PT Dirgantara Indonesia sedang men-*develop* pesawat terbang N219 yang berguna untuk mengangkut penumpang, barang-barang hingga bantuan untuk bencana alam. Pesawat ini mampu terbang dan mendarat di landasan pendek sehingga mudah beroperasi di daerah-daerah kecil.

Pada pesawat terbang N219 ini, menggunakan 2 sistem kontrol kemudi terbang, yaitu *Primary Control System*, dan *Secondary Control System*. *Primary* digunakan sebagai kontrol kemudi terbang utama dan *Secondary* digunakan sebagai kontrol kemudi terbang sekunder. *Secondary Control System* terdapat pada bagian *flap* pesawat terbang N219. Pada pesawat N219, sudut flap pada umumnya akan terbuka antara 0 sampai 40 derajat tergantung besar daya angkat yang dibutuhkan.

Dalam penelitian ini akan membahas tentang hubungan antara kontrol Flap pesawat dengan kecepatan dan ketinggian yang dibutuhkan pada saat *landing*. Flap adalah penampang yang terdapat pada bagian belakang sayap pesawat yang dapat bergerak naik turun. Flap mengurangi kecepatan pesawat terbang sehingga dapat terbang dengan

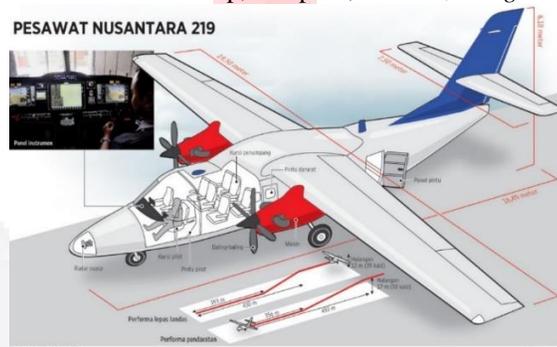
aman dan akan menaikkan sudut turun untuk *landing*. Sudut Flap pada saat akan *landing* akan terbuka antara 30 sampai 40 derajat. Saat ini flap pesawat dikendalikan secara manual oleh pilot, dan untuk membuka flap kerap kali pilot menggunakan *feeling* mereka sendiri untuk membuka flap dengan melihat kecepatan dan ketinggian dari pesawat tersebut. Melihat fenomena ini, penulis ingin melakukan penelitian untuk mengontrol bagian flap pesawat pada saat *landing* secara otomatis.

Dalam penelitian ini, penulis akan membahas mengenai hubungan antara flap pesawat, kecepatan, dan ketinggian yang dibutuhkan pada saat melakukan *landing*. Untuk mendapatkan data-data tersebut menggunakan komponen GPS, dan barometer yang kemudian dikontrol dengan algoritma dengan menggunakan mikrokontroler, dan motor servo sebagai output untuk menampilkan sudut derajat flap. Dari sisi program menggunakan pemrograman bahasa C. Pada tugas akhir ini Mikrokontroler akan digunakan untuk mengatur besar sudut flap pesawat menggunakan metode *Fuzzy Logic*.

2. Dasar Teori

2.1 Profil Pesawat Terbang N219

Pesawat terbang N219 adalah pesawat bermesin dua yang dirancang oleh PT. Dirgantara Indonesia. Pesawat ini mempunyai dua pengendali, yaitu pengendali utama (primer) dan pengendali sekunder. Pesawat terbang N219 dikendalikan oleh tiga komponen pengendali utama (*Primary Flight Control System*) yang terdiri dari sistem kontrol aileron, elevator, dan rudder. Pesawat terbang N219 dikendalikan oleh empat komponen pengendali sekunder (*Secondary Control System*) yang terdiri dari sistem flap, autopilot, *trim tab*, dan *gust lock system*.



Gambar 2.1 Pesawat N219

2.1.1 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. Flap mengurangi kecepatan pesawat terbang sehingga dapat terbang dengan aman dan akan menaikkan sudut turun untuk *landing*.



Gambar 2.2 Flaps

Sudut-sudut kemiringan *flaps* pada pesawat N219 adalah:

- Flaps pada sudut 10 sampai 18 derajat digunakan saat *take off*.
- Flaps pada sudut 30 sampai 40 derajat digunakan saat *landing*.

Sistem flap dirancang untuk memperhitungkan beban tidak simetris yang dihasilkan dari penerbangan dengan mesin di satu sisi bidang simetri yang tidak beroperasi dan mesin yang tersisi pada saat lepas landas. Sistem flap adalah jenis permukaan kontrol yang menggabungkan aspek flaps dan flaperon untuk mendarat di landasan pendek.

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini menggunakan Wemos D1 Mini. Wemos merupakan module development board yang berbasis WiFi dari keluarga ESP8266 yang dimana dapat diprogram menggunakan software IDE Arduino seperti halnya dengan NodeMCU. Wemos ini memiliki kemampuannya untuk menyediakan fasilitas konektivitas WiFi dengan mudah serta memori yang digunakan sangat besar yaitu 4 MB.

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. Sinyal ini diterima oleh alat penerima di permukaan, dan digunakan untuk menentukan letak, kecepatan, arah, dan waktu dalam kondisi cuaca apapun, sedangkan alat yang digunakan *user* secara umum adalah *GPS Tracker* atau *GPS Tracking* yang berfungsi agar *user* dapat melacak posisi kendaraan dalam keadaan *real-time*, dengan memanfaatkan kombinasi teknologi *GSM* dan *GPS* untuk menentukan koordinat sebuah objek, lalu menerjemahkannya dalam bentuk peta digital.

2.4. Sensor Tekanan

Sensor tekanan adalah alat untuk pengukuran tekanan gas atau cairan. Sensor tekanan biasanya sebagai transduser yang menghasilkan sinyal sebagai fungsi dari tekanan yang dipakai. Sensor tekanan juga dapat digunakan untuk secara tidak langsung mengukur variabel lain seperti aliran fluida atau gas, kecepatan, ketinggian air, dan ketinggian. Salah satu sensor tekanan adalah Barometer. Barometer adalah instrumen ilmiah yang digunakan untuk mengukur tekanan udara di lingkungan tertentu. Kecenderungan tekanan dapat memperkirakan perubahan cuaca jangka pendek. Banyak pengukuran tekanan udara yang digunakan dalam analisis cuaca permukaan untuk membantu menemukan palung permukaan, sistem tekanan dan batas depan. Barometer adalah perangkat yang berfungsi untuk menghitung atau mengukur tekanan udara.

2.5. 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. Pada sistem ini menggunakan motor servo DC untuk mengontrol gerakan *flap* pada pesawat, jadi membantu untuk mengetahui posisi *flap* yang sudah tepat.

2.6. Metode Fuzzy Logic

Fuzzy Logic adalah merepresentasikan masalah yang mengandung ketidakpastian ke dalam suatu bahasa yang dipahami oleh komputer atau mikrokontroler. Pada tugas akhir ini menggunakan metode *fuzzy logic* untuk mempresentasi nilai yang tidak linier.

3. Perancangan Sistem

3.1. Desain Umum Sistem

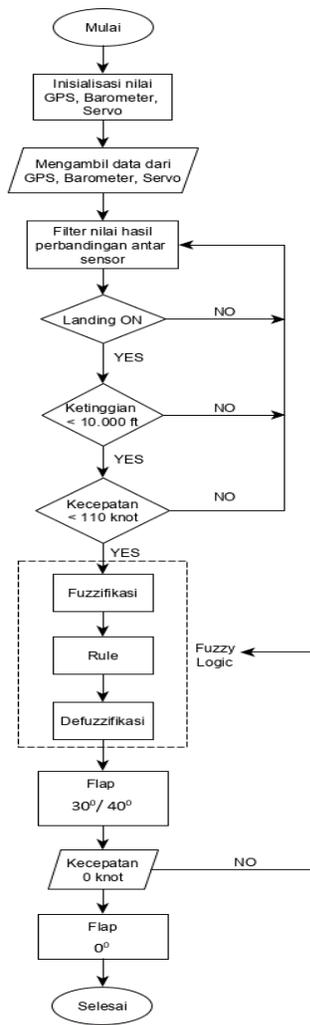
Perancangan sistem pada tugas akhir ini berisi gambaran mengenai bagaimana sistem akan dibuat, beserta implementasinya. Perancangan sistem pada bab ini terbagi menjadi tiga bagian, yaitu perancangan sistem secara umum, perancangan perangkat keras, dan perancangan perangkat lunak. Tugas akhir ini berkelompok yang dibagi dalam dua bagian yaitu perancangan sistem kerja *flap* otomatis pada pesawat ketika *take off* dan perancangan sistem kerja *flap* otomatis pada pesawat ketika *landing* yang mengimplementasikan *fuzzy logic* dalam perancangan tersebut.

3.2. Desain Perangkat Keras

Dalam merancang sistem kontrol *flap* pesawat N219 terdiri dari Berbagai komponen. Diantaranya yaitu Modul GPS digunakan sebagai *input* sistem untuk mendapatkan data kecepatan, dan modul Barometer untuk mendapatkan data ketinggian yang selanjutnya akan diolah menggunakan metode *fuzzy logic* kemudian diproses oleh mikrokontroler. Hasil proses data tersebut kemudian akan menggerakkan motor servo dengan menghasilkan sudut derajat *flap* pesawat.

3.3. Desain Perangkat Lunak

3.3.1 Diagram Alur Sistem



Gambar 3.1 Diagram Alur Kerja Sistem

Pertama alat dinyalakan kemudian akan melakukan Inisialisasi nilai GPS, barometer, dan servo. Kemudian nilai-nilai yang telah didapatkan di filter untuk melakukan perbandingan hasil antar sensor. Jika mode Landing ON, maka nilai ketinggian telah <10000ft dan kecepatan telah menyentuh angka 110 knots, jika nilai ketinggian dan kecepatan belum sesuai, maka akan disesuaikan lagi ke filterisasi nilai. Jika sudah sesuai dengan data yang di program maka akan di olah menggunakan metode *fuzzy logic*. Setelah data di dapat maka servo akan mengendalikan flap pesawat yang akan dibuka 30/40 derajat sesuai data yang di dapatkan. Setelah proses landing selesai kecepatan berubah jadi 0 flap otomatis akan kembali ke 0 derajat, dan sistem selesai.

3.3.2 Penggunaan Metode Kontrol Fuzzy Logic

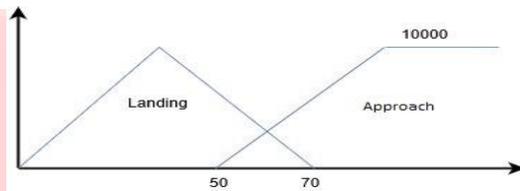


Gambar 3.2 Diagram Alur Fuzzy Logic

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

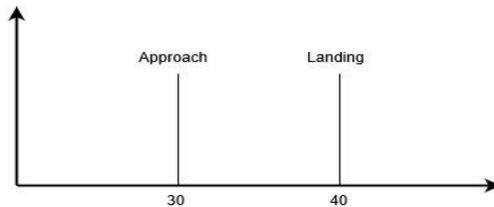
1. *Fuzzyfication*

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.



Gambar 3.3 Fungsi Keanggotaan Parameter Ketinggian

Pada output sistem digunakan metode sugeno yang memiliki fungsi output yang lebih sederhana dan respon yang lebih cepat dibandingkan model mamdani karena perhitungan yang lebih sederhana. Terdapat satu output pada sistem ini yaitu derajat flap pesawat. Output ini memiliki 2 nilai linguistik yaitu 30, 40 Fungsi keanggotaan output terdapat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Output pada 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*. Aturan ini yang akan menentukan respon yang dihasilkan sistem terhadap berbagai macam kondisi input terhadap set point. *Fuzzy Interference* ini tertulis pada Tabel 3.5.

Tabel 3.1 *Fuzzy Interference*

speed \ Altitude	60	62	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110
	O	T	T	L	L	L	L	L	D	D	D	D
50	L	L	L	L	L	L	L	A	A	A	A	A
70	L	L	L	L	L	A	A	A	A	A	A	A
10000	S	S	S	S	S	A	A	A	A	A	A	A

3. *Defuzzyfication*

Proses *Defuzzyfication* adalah tahap akhir dari metode fuzzy logic. Proses ini adalah penentu output berdasarkan hasil fuzzy inference dengan grafik output. Pada perancangan ini proses *defuzzyfication* mengeluarkan output berupa derajat flap pesawat.

4. Hasil dan Analisis

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.

4.1. Hasil dan Analisis

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil pengujian dan analisis terhadap realisasi alat sesuai dengan perancangan sistem. Parameter-parameter yang diuji adalah sebagai berikut :

4.2. Pengujian Sensor Barometer dan GPS untuk Ketinggian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor dalam melakukan pembacaan nilai ketinggian dari suatu titik atau lokasi.

Alat-Alat Pengujiannya:

- GPS Ublox
- Barometer
- Wemos
- Tali
- Meteran
- Speedometer hp

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dari Sensor Barometer, GPS, Speedometer, dan mengukur ketinggian dari permukaan tanah memakai tali dan meteran. Dari hasil pengukuran tersebut akan dibandingkan nilai yang didapat dari setiap komponen. Proses pembacaan dari sensor Barometer, dan GPS ini menggunakan Wemos yang kemudian diprogram untuk dapat menerima hasil pembacaan Barometer dan GPS tersebut. Hasil pembacaan ditampilkan pada *serial monitor*. Pengujian dilakukan pada tanggal 19 juli 2019 dengan lokasi ketinggian yang berbeda.



Gambar IV - 1 Pengujian yang dilakukan untuk melihat ketinggian

Hasil Pengujian:

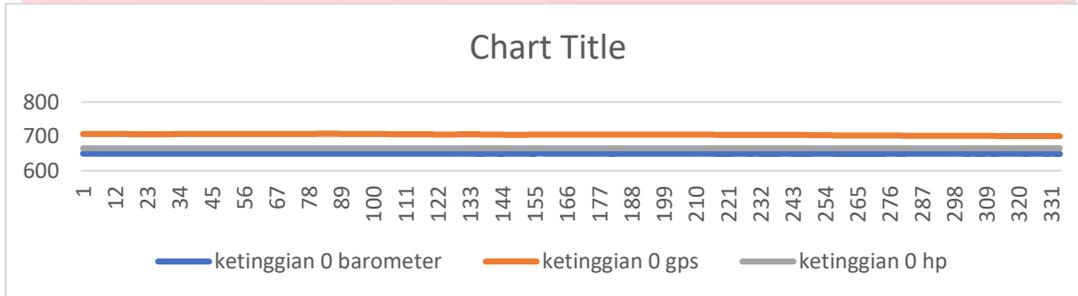
Tabel dibawah ini akan menampilkan data ketinggian dari masing-masing sensor. Pengujiannya dilakukan di lima ketinggian yang berbeda.

Dan hasil pengujiannya sebagai berikut:

Tabel IV - 1 Pengujian Ketinggian Pertama dari Barometer, GPS dan Hp Ketinggian 1 (0 meter dari permukaan tanah)

No	Hasil Pengukuran Ketinggian (Meter)		
	Barometer	Modul GPS	Handphone
1	649.46	706.8	665.34
2	649.46	706.8	665.34
3	649.46	706.8	665.34
4	649.17	706.8	665.34
5	649.17	706.8	665.34
6	649.27	706.8	665.34
7	649.27	706.8	665.34
8	649.37	706.8	665.34
9	649.37	706.6	665.34
10	649.25	706.6	665.34
11	649.25	706.6	665.34
12	649.25	706.6	665.34
13	649.21	706.6	665.34
14	649.21	706.6	665.34
15	649.44	706.6	665.34
16	649.44	706.6	665.34
17	649.38	706	665.34
18	649.38	706	665.34
19	649.27	706	665.34

20	649.27	706	665.34
21	649.27	706	665.34
22	649.4	706	665.34
23	649.4	706	665.34
24	649.09	706	665.34
25	649.09	706	665.34
26	649.27	706	665.34
27	649.27	706	665.34
28	649.41	706	665.34
29	649.41	706	665.34
30	649.55	706	665.34



Gambar IV - 2 Grafik Perbandingan data antara barometer, GPS dan hp pada titik pertama

4.2.1 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan dari data yang diperoleh, diketahui bahwa dalam data yang didapat nilai ketinggian dalam satuan meter yang di dapat dari Barometer, GPS, dan di Speedometer di hp. Nilai dari masing-masing sensor berbeda karena disebabkan karena tingkat akurasi dari setiap sensor berbeda.

4.3. Pengujian Koefisien Drag

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 dorong pesawat dengan timbangan. Proses pembacaan dari melihat dari jumlah angka dari timbangan. Untuk menggerakkan flap menggunakan motor servo yang programnya di simpan dalam Wemos. Pengujian dilakukan pada tanggal 5 September 2019.



Gambar IV - 3 Pengujian Koefisien Drag

Hasil Pengujian:

Tabel dibawah ini akan menampilkan hasil pengukuran koefisien drag yang di hasilkan oleh flap pesawat.

Tabel IV - 2 Koefisien Drag yang dihasilkan flap

Derajat	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5
Kondisi Awal	0	0	0	0	0
0 ⁰	8	10	11	8	9
10 ⁰	10	11	11	9	9
18 ⁰	10	11	11	10	10
30 ⁰	11	12	12	12	11
40 ⁰	13	13	13	13	13

4.3.1 Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian ini didapatkan nilai drag yang dihasilkan oleh flap pesawat. Jadi ketika pesawat membuka flap ada gaya pengeremannya walaupun kecil. Terlihat dalam tabel yang dihasilkan, semakin besar bukaan flap pesawat maka semakin berat nilai timbangannya, itu menunjukkan bahwa semakin besar derajat flap dibuka maka gaya drag atau gaya rem nya semakin besar, karena pada waktu landing, dibutuhkan flap untuk menambah.

5.1. Kesimpulan

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

1. Flap Pesawat dapat dijalankan secara otomatis meski terdapat kekurangan yang di dapat oleh sensor tidak terlalu akurat.
2. Dengan adanya GPS dan barometer sehingga dapat mengetahui kecepatan dan ketinggian pesawat ketika landing.
3. Ketika mode *landing* ON maka flap pesawat akan otomatis berubah menjadi 30 derajat ketika *approach* dan menjadi 40 derajat ketika ketinggian di bawah 50ft dan kecepatan 110.

5.2. Saran

Saran untuk pengembangan sistem flap kontrol otomatis berbasis *fuzzy logic* adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya sistem menggunakan sensor yang lebih presisi supaya eror nya semakin sedikit.
2. Sistemnya lebih baik menggunakan GUI untuk tampilan yang lebih bagus.
3. Sebaiknya pada sistem ini ditambahkan indikator buzzer atau indikator yang bisa menunjukkan ketika flap dalam keadaan normal take off, short take off, approach, dan landing.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P.T Dirgantara Indonesia (2015), "N219 *Flight Control System Techinal Description*" document no. D290ND10
- [2] Puspaningtyas Giovani Ellisa, Manasikana Lovila Arina, 2015, "Konsep Desain Sistem Kendali *Elevator Trim* pada Pesawat Terbang N-219", Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [3] W. Handoko, 2014. "*Request for Information of Flight Control System for N219 Aircraft*", Indonesian Aerospace. Bandung.
- [4] Chia-Yen Lee, Po-Cheng Chou, Che-Ming Chiang and Chiu-Feng Lin, "Sun Tracking Systems: A Review," *Sensors*, Sept 2009, pp. 3875-3890, doi:10.3390/s90503875.
- [5] Kusumadewi, Sri. "Neuro Fuzzy Intregrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf", edisi 2. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [6] Middleton, W. E. Knowles. (1964). *The history of the barometer*. Baltimore: Johns Hopkins Press. New edition (2002).
- [7] Sri Kusumadewi. Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Penerbit GRAHA ILMU. 2005:70-76
- [8] Burch, David F, 2009. *The Barometer Handbook; a modern look at barometers and applications of barometric pressure*. Seattle: Starpath Publications.
- [9] Mangodoasi Sihombing, 2015 "Rancang Bandung Sistem Pengaturan Flap Pesawat Fuzzy Logic menggunakan Mikrokontroler.". Universitas Telkom. Bandung. Zhou Yan, Shu Jiaying.
- [10] Warta Ardhia, 2015 "Metoda Short Takeoff Landing (Studi Kasus Prestasi Terbang Takeoff Landing Pesawat Udara Turbo Prop CN235)." *Jurnal Perhubungan Udara*