

RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN FLAP PESAWAT BERBASIS FUZZY LOGIC MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER

DESIGN OF FUZZY LOGIC BASED FLAP PLANE CONTROL USING MICROCONTROLLER

Mangidoasi sihombing¹, Erwin Susanto, ST., MT., PhD², Budi Setiadi, ST., MT³
Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom^{1,2,3}
Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

mangidos@gmail.com¹, erwin.susanto@telkomuniversity.ac.id², budi_kontrol@yahoo.co.id³

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 saat pesawat melakukan *take off*, sudut flap pada umumnya akan terbuka antara 0 sampai 40 derajat tergantung besar daya angkat yang dibutuhkan. Besar daya angkat pesawat berbanding lurus dengan besar sudut flap, artinya jika sudut flap terbuka semakin besar berarti daya angkat yang dibutuhkan semakin besar juga, demikian sebaliknya. Saat ini flap pesawat dikendalikan secara manual oleh pilot, akan tetapi kecelakaan pesawat kerap terjadi karena adanya faktor *human error* yang mengakibatkan kecelakaan pada pesawat. Hal tersebut mendorong penelitian tugas akhir ini untuk mengontrol flap pesawat secara otomatis berdasarkan besar kecepatan pesawat saat *take off*

Pada saat pesawat *take off*, maka akan dibutuhkan keselarasan antara besar sudut flap yang terbuka terhadap kecepatan pesawat. Adapun tugas akhir ini yaitu untuk mengendalikan flap pesawat secara otomatis berdasarkan besar kecepatan pesawat dengan metode *Fuzzy Logic*. Teknik ini akan diterapkan pada sebuah pemodelan pesawat terbang.

Adapun masukannya yaitu sebuah GPS (*Global Positioning System*) yang berfungsi untuk mendeteksi kecepatan. Dari sisi *controller* yang digunakan yaitu Arduino Uno. Dimana arduino akan memberi perintah pada motor servo dan motor servo akan menggerakkan model flap pesawat. Dari pengujian diperoleh bahwa jika kecepatan pesawat saat *take off* diatas 40 km/jam maka sudut flap yang diperlukan yaitu 10 derajat, tetapi jika kecepatan pesawat antara 10 km/jam sampai 40 km/jam maka sudut flap juga akan terbuka antara 10 derajat sampai 40 derajat.

Kata kunci : GPS (*Global Positioning System*), *Fuzzy logic*, *Take off*, *Landing*

Abstract

There is a cross-section part located at the back of airplane wings that can move up and down called flap. The flaps on the airplane serves as airplane lifter during take off and as a brake during landing. By the time the airplane takes off, the flaps normally form an angle between 0 to 40 degrees depending on the lift it needs. The lift power of airplane is directly proportional to the angle the flap formed, meaning the bigger the angle of the flap formed, the bigger lift power required, and vice versa. Nowadays the airplane flaps are controlled manually by pilots, but airplane crashes are frequently occurred because of human error that resulting airplane accident. It encouraging this final project research to control air flap automatically based on the speed of the airplane during takeoff.

By the time the airplane takes off, it will need a good conformity between angle the flap formed towards the speed of the airplane. This final project is aimed to control the air flap automatically based on the speed of the aircraft using Fuzzy Logic. This technique will be applied on a model airplane.

A GPS (Global Positioning System) in this research serves as device to detect velocity as an input. Arduino Uno is used as the controller. Arduino which will command to the servo motor and servo motor will move the air flap. The test results showed that if the velocity of the aircraft during take off above 40 km / hour then the required flap angle is 10 degrees, but if the aircraft velocity is between 10 km / hour to 40 km / hour then the flap will form an angle between 10 degrees to 40 degrees.

Keywords: GPS (*Global Positioning System*), *Fuzzy logic*, *Take off*, *Landing*

1. Pendahuluan

Saat ini pesawat terbang merupakan salah satu alat transportasi yang sangat berkembang pesat. Sejak manusia mulai menemukan cara untuk dapat terbang, maka kemajuan teknologi dunia semakin pesat pula, hal ini disebabkan dengan adanya pesawat terbang sehingga hubungan antara negara-negara di dunia semakin mudah. Dengan berkembangnya pesawat terbang sebagai alat di bidang transportasi, maka orang cenderung menggunakan pesawat terbang saat melakukan perjalanan ke suatu tempat yang relatif jauh. Hal itu dikarenakan transportasi dengan pesawat akan lebih efektif dari segi waktu. Pesawat terbang memiliki beberapa komponen

utama seperti badan pesawat, ekor, sayap, flap dan lain lain. Dimana setiap komponen yang saling menunjang satu sama lain untuk menghasilkan pesawat yang handal dan aman bagi manusia.

Dalam penelitian ini akan dibahas tentang hubungan antara flap pesawat dengan kecepatan yang dibutuhkan saat melakukan *take off*. salah satu bagian dari pesawat yang berperan saat *take off* yaitu bagian flap pesawat. Flap adalah penampang bagian belakang pada sayap pesawat yang fungsinya adalah menaikkan gaya angkat pesawat pada saat *take off* dan pengereman untuk mengurangi kecepatan pesawat pada saat *landing*. Saat ini flap pesawat dikendalikan secara manual oleh pilot disaat pesawat *take off*. Akan tetapi kecelakaan pesawat kerap terjadi karena adanya *error human*. Salah satu kecelakaan pesawat yang pernah terjadi karena faktor kesalahan manusia yaitu kecelakaan pesawat Garuda Boeing 737 Ga200 di Yogyakarta pada tanggal 7 maret 2007. Dimana pilot tidak menurunkan flap di saat mendarat. penelitian ini bertujuan untuk mengontrol bagian flap pesawat pada saat *take off* secara otomatis berdasarkan kecepatan pesawat.

Dari sisi *controller* yang digunakan yaitu Mikrokontroler Arduino Uno. Mikrokontroler Arduino banyak digunakan karena memiliki banyak keunggulan dibanding dengan *controller* yang lain. Salah satu keunggulannya yaitu Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem. Dari sisi program menggunakan pemograman bahasa C. Pada penelitian ini Mikrokontroler Arduino akan digunakan untuk mengatur besar sudut flap pesawat menggunakan metode *Fuzzy Logic*.

1. Dasar Teori

2.1 Flap Pesawat

Flaps adalah merupakan bagian pesawat yang terletak pada sayap dan pada umumnya berfungsi untuk mengurangi kecepatan pesawat saat *landing* dan sebagai daya angkat saat *take off*. Flap adalah sebuah bidang yang terpasang pada bagian belakang (*trailing edge*) atau bagian depan (*leading edge*) sayap pesawat [www.stta.ac.id].



Gambar 2.1 Flaps

ada empat buah gaya yang mempengaruhi besar sudut flap pesawat.

- (1).Berat pesawat yang disebabkan oleh gaya gravitasi bumi.
- (2).Gaya angkat yang disebabkan oleh bentuk pesawat.
- (3).Gaya ke depan yang disebabkan oleh dorongan mesin
- (3).Gaya hambatan yang disebabkan oleh gesekan udara

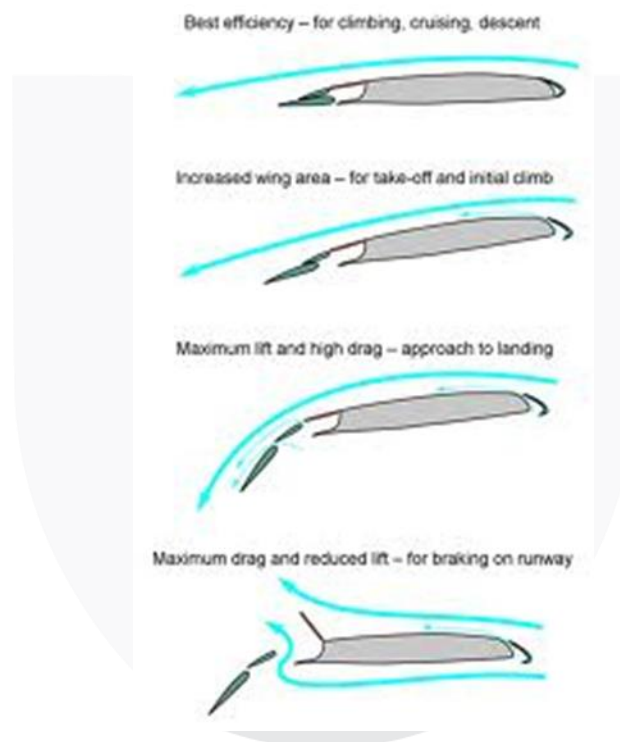


Gambar 2.2 Parameter posisi flap

Jika pesawat hendak bergerak mendarat dengan suatu percepatan, maka gaya ke depan harus lebih besar daripada gaya hambatan dan gaya angkat harus sama dengan berat pesawat. Jika pesawat hendak menambah ketinggian yang tetap, maka resultan gaya mendarat dan gaya vertikal harus sama dengan nol. Ini berarti bahwa gaya ke depan sama dengan gaya hambatan dan gaya angkat sama dengan berat pesawat. Jika pesawat hendak menambah ketinggian maka harus menambah gaya angkat yaitu dengan cara menambah gaya dorong sesuai yang dibutuhkan. Secara umum dengan cara menambah sudut flap pesawat dari 10 sampai 20 derajat. Sedangkan untuk landing flap pesawat pasti terbuka 40 derajat karna dibutuhkan pengereman yang maksimal.

2.2 Fungsi Flaps

Flaps berfungsi untuk memperbesar luas permukaan sayap dengan mengatur sudut kemiringan, sudut kemiringan pada flaps biasanya 0° , 10° , 20° , 30° dan 40° . gambar di bawah ini menjelaskan contoh posisi flaps disaat pesawat dalam keadaan kecepatan terbang rendah



Gambar 2.3 Beberapa posisi flap

2.3 Logika fuzzy

Teori logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A Zadeh pada tahun 1965. Logika fuzzy muncul dikarenakan adanya fenomena alam yang samar dan tidak tepat ditinjau dari pikiran manusia. Dimana pernyataan tidak tepat 100% benar ataupun 100% salah. Prof. Lotfi A Zadeh menyatakan bahwa benar atau salah dalam logika Boolean tidak dapat merepresentasikan pernyataan yang bersifat samar seperti yang biasa terjadi di kehidupan nyata. Maka Prof. Lotfi A Zadeh mengembangkan suatu teori yang disebutnya *fuzzy set*.

Logika *fuzzy* memberikan nilai yang spesifik pada setiap nilai diantara pernyataan benar atau salah dengan menentukan nilai keanggotaan bagi setiap nilai *input* dari proses *fuzzy* (*crisp input*) dan derajat keanggotaan (*degree of membership*) yaitu menyatakan derajat dari *crisp input* sesuai *membership function* 0-1, sehingga memungkinkan bagi persamaan memiliki nilai benar dan salah secara bersamaan.

Langkah – langkah metode *fuzzy logic* dibagi menjadi 3 langkah berupa

1 Fuzzification

Masukan-masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti (*crisp input*) dikonversi ke bentuk *fuzzy input*, yang berupa nilai linguistik yang semantiknya ditentukan berdasarkan fungsi keanggotaan. Misalnya ,suhu 20°C dikonversi menjadi “hangat” dengan derajat keanggotaan sama dengan 0,7.

2 Inference

Secara sintaks, suatu aturan fuzzy dituliskan sebagai :

IF *antecedent* THEN *consequent*

Dalam suatu sistem berbasis aturan *fuzzy*, proses *inference* memperhitungkan semua aturan yang ada dalam basis pengetahuan . Hasil dari proses inference direpresentasikan oleh suatu *fuzzy set* untuk setiap variable bebas(pada *consequent*). Derajat keanggotaan untuk setiap nilai variabel tidak bebas menyatakan ukuran kompatibilitas terhadap variabel bebas (pada *antecedent*). Misalkan ,terdapat suatu system dengan n variabel bebas x_1, \dots, x_n dan m variable tidak bebas y_1, \dots, y_m . Misalkan R adalah suatu basis dari sejumlah r aturan *fuzzy*

IF $P_1(x_1, \dots, x_n)$ THEN $Q_1(y_1, \dots, y_m)$,

IF $P_r(x_1, \dots, x_n)$ THEN $Q_r(y_1, \dots, y_m)$,

Dimana P_1, \dots, P_r menyatakan *fuzzy predicate* untuk variabel bebas, dan Q_1, \dots, Q_r menyatakan *fuzzy predicate* untuk variabel tidak bebas.

3 Defuzzification

Terdapat berbagai metode defuzzification yang telah berhasil diaplikasikan untuk berbagai macam masalah. Di sini hanya akan membahas lima metode saja, yaitu.

A. Centroid Method

Metode ini disebut juga sebagai *Center of Area* atau *Center of Gravity*. Metode ini merupakan metode yang paling penting dan menarik diantara semua metode yang ada. Metode ini menghitung nilai *crisp* menggunakan rumus :

$$y^* = \frac{\int y \mu_R(y) dy}{\int \mu_R(y) dy}$$

Dimana y^* suatu nilai *crisp*. Fungsi integration dapat diganti dengan fungsi summation jika y bernilai diskrit, sehingga menjadi :

$$y^* = \frac{\sum y \mu_R(y)}{\sum \mu_R(y)}$$

Dimana y adalah nilai *crisp* dan $\mu_R(y)$ adalah derajat keanggotaan dari y .

Pada metode ini nilai tegas keluarannya diperoleh berdasarkan titik berat dari kurva hasil proses pengambilan keputusan (*inference*).

2.4 Arduino UNO R3

Arduino UNO merupakan sebuah *board* mikrokontroler yang menggunakan ATmega328. Arduino UNO memiliki 14 pin *input/output* digital (6 pin-nya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 pin *input* analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, *header* ICSP, dan tombol *reset*.

Arduino UNO berbeda dari semua *board* yang ada sebelumnya, karena tidak menggunakan FTDI *chip driver* USB-to-serial. Arduino UNO Revisi 3 ini memiliki beberapa fitur sebagai berikut.

- 1.0 pin out: Terdapat pin SDA dan SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, pin IOREF yang memungkinkan *shield* untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari *board*.
- RESET *circuit* yang kuat.
- ATmega16U2 yang menggantikan 8U2.
- Menggunakan mikro ATmega328.
- Tegangan operasi 5 V DC.
- *Input voltage (recommended)* = 7-12 V DC.
- *Input voltage (limits)* = 6-20 V DC.
- DC current per I/O pin = 40 mA.
- DC current for 3,3 V pin = 50 mA.
- *Clock speed* 16 MHz.



Gambar 2.4 Arduino UNO R3

2.5 GPS (*global positioning system*)

GPS (*Global Positioning System*) merupakan sebuah alat atau sistem yang dapat digunakan untuk menginformasikan penggunaanya dimana dia berada (secara global) di permukaan bumi yang berbasis satelit. Data dikirim dari satelit berupa sinyal radio dengan data digital. Dimanapun anda berada, maka GPS bisa membantu menunjukkan arah, selama anda melihat langit. Layanan GPS ini tersedia gratis, bahkan tidak perlu mengeluarkan biaya apapun kecuali membeli GPS receiver -rya.

Awalnya GPS hanya digunakan hanya untuk kepentingan militer, tapi pada tahun 1980-an dapat digunakan untuk kepentingan sipil. GPS dapat digunakan dimanapun juga dalam 24 jam. Posisi unit GPS akan ditentukan berdasarkan titik-titik koordinat derajat lintang dan bujur.

Global Positioning System merupakan sebuah Alat Penerima signal (receiver) satelit yang dapat digunakan untuk menentukan posisi sebuah titik dimuka bumi. GPS selalu menerima data dengan span waktu tertentu. dengan algoritma, prosesor dapat memproses jarak yang telah ditempuh dua titik dan mengombainnya dengan waktu penerimaan signal sehingga diperolehlah besaran kelajuan benda yang bergerak.



Gambar 2.5 simulasi posisi satelit GPS

2.6 Motor Servo

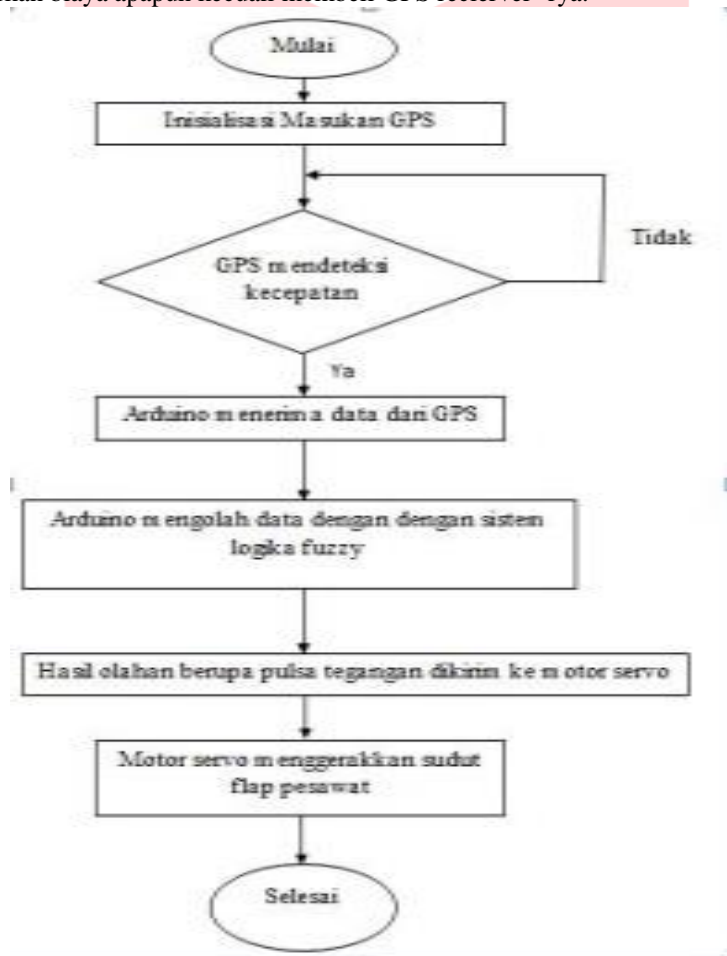
Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanent motor DC servo yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanent dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan.



Gambar 2.6 Motor Servo

3. Pemodelan sistem

Perancangan sistem kerja flap otomatis disusun dari beberapa komponen, seperti GPS, mikrokontroler dan motor servo. Alasan pemilihan GPS karena dimanapun benda berada, maka GPS bisa membantu menunjukkan arah, selama benda tersebut terbuka ke langit. Selain itu, Layanan GPS ini tersedia gratis, bahkan tidak perlu mengeluarkan biaya apapun kecuali membeli GPS receiver-nya.



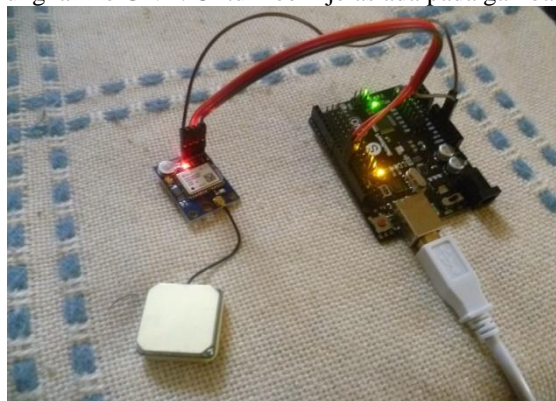
Gambar 3.1 flowchart sistem

3.1 Perancangan dan Implementasi hardware

Dalam sistem ini perangkat yang dirancang antara lain motor servo standar, GPS u-blox Neo 6m, Arduino Uno, styrofoam untuk pemodelan flap pada pesawat, catu daya untuk arduino

3.2 Perancangan modul GPS u-blox Neo 6m

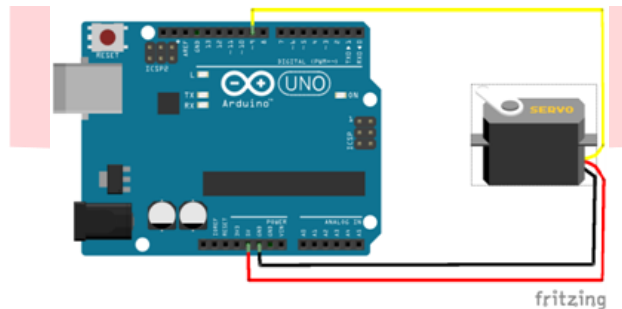
GPS u-blox neo 6m yang digunakan oleh penulis memiliki 4 koneksi yaitu RX, TX, VCC dan GND. Untuk menghubungkan modul GPS nya ke arduino maka koneksinya harus sesuai yaitu RX dan TX dihubungkan ke pin input output, disini penulis menggunakan pin 10 dan 11. Kemudian VCC dihubungkan ke tegangan 5V pada Arduino dan GND dihubungkan ke GND. Untuk lebih jelas ada pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.2 hubungan modul GPS dengan arduino

3.3 Perancangan Motor Servo standar 180 dengan Arduino

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Secara umum terdapat 2 jenis motor servo. Yaitu motor servo standar dan motor servo *Continuous*. Servo motor tipe standar hanya mampu berputar 180 derajat sedangkan Servo motor continuous dapat berputar sebesar 360 derajat. Pada tugas akhir ini penulis menggunakan motor servo standar karena sudut flap yang dikontrol hanya antara 0-40 derajat. Motor servo standar yang kali ini dipakai memiliki 3 buah kabel yaitu, power, ground dan signal (*Detector*) juga akan diolah di dalamnya. Output LCD (*Liquid Crystal Display*), sensor dan *buzzer* yang akan dihasilkan pada bagian keluaran sistem juga dikendalikan melalui ruang pengendalian.



Gambar 3.3 hubungan motor servo dengan arduino

3.4 Perancangan Model Flap pada Pesawat Terbang

Flaps adalah merupakan bagian pesawat yang terletak pada *wings* dan pada umumnya berfungsi untuk mengurangi kecepatan pesawat saat *landing* dan sebagai daya angkat saat *take off*. Flap adalah sebuah bidang yang terpasang pada bagian belakang (*trailing edge*) atau bagian depan (*leading edge*) sayap pesawat. Pada tugas akhir ini penulis menggunakan bahan dari styrofoam untuk pembuatan model flap pesawat terbang. Jenis flap yang penulis gunakan yaitu *plain flap* Untuk lebih jelasnya ada pada gambar dibawah



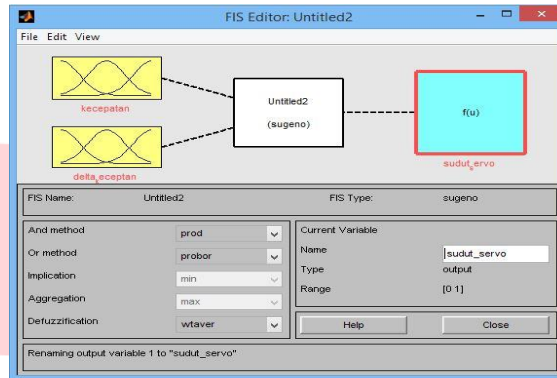
Gambar 3.4 Pemodelan flap pesawat

3.5 Perancangan Software

Perancangan dan Implementasi perangkat lunak meliputi pengaplikasian metode fuzzy logic pada Arduino UNO R3 menggunakan software Arduino. Masukan berupa data digital dari GPS (*global positioning system*) akan diolah menggunakan bahasa pemrograman C Arduino dengan menggunakan metode *fuzzy logic*.

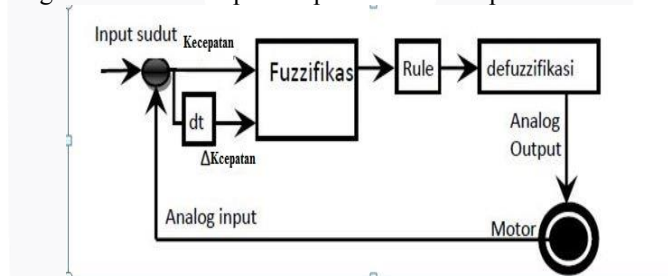
3.6 Proses Fuzzy Logic

Dalam tugas akhir ini, penulis menggunakan metode *Fuzzy Logic* dari sisi pemrogramannya. Untuk perancangan sistem *Fuzzy Logic* ini, penulis menggunakan aplikasi Matlab 2009a. Berikut hasil perancangannya:



Gambar 3.5 Perancangan *fuzzy logic*

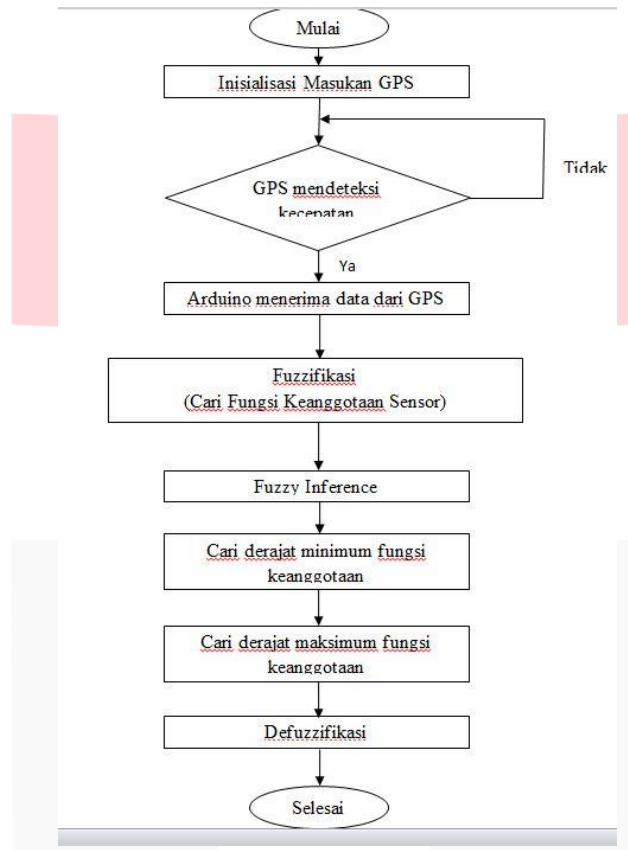
Pada sistem ini, GPS adalah sebagai input, dimana GPS itu sendiri untuk mendeteksi posisi dari pesawat, dimana pada saat pesawat melakukan *take off* akan terjadi perubahan posisi setiap selang waktu tertentu yang akan menghasilkan kecepatan. Sedangkan output dari sistem ini yaitu posisi dari motor servo yaitu antara 0 sampai 40 derajat yang akan berubah seiring dengan perubahan kecepatan yang terjadi. Pada gambar di atas nilai dari kecepatan dan delta kecepatan didapat dari Program kontroler fuzzy dibuat untuk mengatur besarnya nilai output dengan masukan berupa kecepatan dan Δ kecepatan. Berikut blok diagram proses fuzzynya



Gambar 3.6 Blok diagram sistem

input fuzzy berupa kecepatan dan Δ delta kecepatan. Nilai kecepatan dan Δ kecepatan diperoleh dari:
 kecepatan = nilai yang dikeluarkan oleh modul GPS
 Δ Kecepatan = kecepatan sekarang – kecepatan sebelumnya

Di dalam sistem kontrol *fuzzy logic*, terdapat beberapa proses yang saling berkaitan. Berikut ini merupakan proses *flowchart* di dalam sistem *fuzzy logic* yang ditanamkan pada sistem tersebut:



Gambar 3.7 Flowchat Fuzzy Logic

4. Pengujian Sistem Dan Analisis

Pada bab ini akan dilakukan pengujian dan analisa terhadap sistem kendali dan monitoring, baik pengujian *hardware* maupun *software*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana performansi alat dan kondisi-kondisi apa saja yang mempengaruhinya.

4.1 Pengujian dan Analisis Rangkaian Catu Daya

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memberikan tegangan catuan kepada komponen – komponen yang digunakan pada tugas akhir, yaitu berupa Arduino Uno R3 sebesar 9 Volt DC, GPS u-blox Neo 6m sebesar 3.3 volt DC, motor servo standar 180 derajat sebesar 5 volt.

Pada catuan tegangan DC, Arduino UNO R3 mendapat masukan tegangan melalui catuan tegangan laptop *user* melalui port USB sebesar 5 Volt akan tetapi pada saat pengujian alat tegangan DC didapat dari batere 9 volt, hal ini karena alat diuji coba diluar ruangan sehingga tegangan tidak bisa bersumber dari laptop. Kemudian Arduino memberikan tegangan terhadap modul GPS sebesar 3.3 volt dan batere dc 9 volt memberikan tegangan kepada motor

Pada catuan tegangan DC, Arduino UNO R3 mendapat masukan tegangan melalui catuan tegangan laptop *user* melalui port USB sebesar 5 Volt dan catuan masukan 12 Volt DC didapat dari tegangan PLN yang telah disearahkan menggunakan *diode bridge* kemudian masuk melalui IC7812.

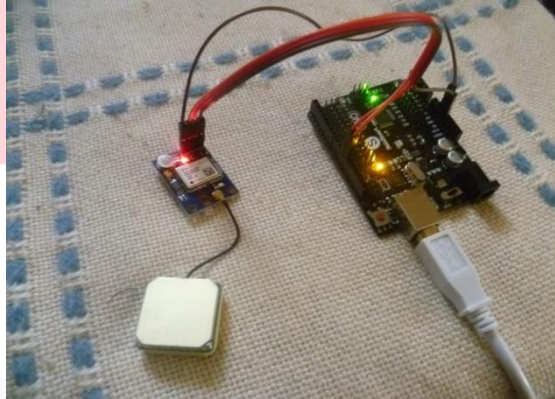
Tabel 4.1 catuan tegangan pada komponen

Komponen Elektronika	Sumber Tegangan	Tegangan Masukan	Status
Arduino Uno R3	Power supply USB notebook HP 4420s dan batere dan batere	(DC) 5 Volt dan batere 9 volt	Berhasil
Modul GPS NEO 6m	Arduino	3.3 volt	Berhasil
Motor Servo	Batere	5 Volt	Berhasil

4.2 Pengujian modul GPS neo 6m

Pengujian ini bertujuan untuk melakukan analisis keluaran dari modul GPS dan kesiapan modul GPS untuk di program menggunakan Arduino UNO R3. Modul GPS ini memiliki banyak kegunaan diantara untuk mendeteksi posisi benda yang berada di permukaan bumi, menentukan kecepatan benda yang sedang bergerak, menampilkan waktu dan tanggal pengujian

Modul GPS dihubungkan ke arduino dimana koneksinya harus sesuai yaitu RX dan TX dihubungkan ke pin input output, disini penulis menggunakan pin 10 dan 11. Kemudian VCC dihubungkan ke tegangan 3.3 V pada Arduino dan GND dihubungkan ke GND. Untuk lebih jelas ada pada gambar di bawah ini



Gambar 4.1 hubungan GPS dengan Arduino

Modul GPS akan mendeteksi posisi benda, kecepatan maupun waktu. Dimana hasilnya dapat ditampilkan pada serial monitor yang terdapat pada software arduino dengan cara membuat program arduino untuk menampilkan posisi, kecepatan dan waktu

4.3 Pengujian dan Analisis pada output sudut Flap

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai keluaran yang diinginkan yaitu berupa sudut flap pesawat. Sudut flap pesawat itu sendiri berfungsi untuk menambah daya angkat pesawat saat *take off*. Salah satu faktor penentu besar nilai sudut flap yang diinginkan yaitu kecepatan pesawat itu sendiri. Tujuan pengujian ini yaitu untuk mengetahui besar nilai sudut flap berdasarkan besar kecepatan yang dikeluarkan oleh modul GPS. Keluaran merupakan hasil dari pengolahan *fuzzy*. Parameter masukan yaitu berupa kecepatan dan delta kecepatan. Adapun hubungan daya angkat dengan kecepatan dapat dilihat pada persamaan berikut

Pengujian ini dilakukan dengan cara menggerakkan model pesawat terbang pada kecepatan yang berubah-ubah, yaitu antara 0 km/jam sampai dengan 40 km/jam. Oleh karena nilai kecepatan yang dibutuhkan relatif besar, maka penulis melakukan uji coba dengan cara menaiki sepeda motor untuk mendapatkan nilai kecepatan sampai 40 km/jam. Adapun nilai kecepatan tersebut didapatkan dari hasil yang dikeluarkan oleh modul GPS. Dan output sudut yang diharapkan yaitu antara 0 derajat sampai 40 derajat. Untuk mengetahui nilai kecepatan dan sudut flap tersebut yaitu dengan menampilkannya pada serial monitor yang terdapat pada perangkat lunak arduino.

Contoh sebagian hasil nya adalah sebagai berikut.

```
-----  
sudut servo=0.00  
  
Update Data  
-----  
input 1=17.11  
input 2=12.37  
sudut servo=32.09  
  
Update Data  
-----  
input 1=29.67  
input 2=12.56  
sudut servo=14.77  
  
Update Data  
-----  
input 1=16.09  
input 2=-12.69  
sudut servo=38.02  
  
Update Data  
-----  
input 1=37.47  
input 2=27.49  
sudut servo=12.08  
  
Update Data  
-----  
input 1=52.00  
input 2=-14.51  
sudut servo=10.00  
  
Update Data  
-----  
input 1=13.63  
input 2= 38.37  
sudut servo=36.37  
  
 Autoscrol
```

Gambar 4.2 hasil tampilan output pada serial monitor percobaan 1

```
-----  
sudut servo=30.00  
  
Update Data  
-----  
input 1=29.29  
input 2=13.48  
sudut servo=18.60  
  
Update Data  
-----  
input 1=42.74  
input 2=13.46  
sudut servo=10.00  
  
Update Data  
-----  
input 1=31.67  
input 2=-11.07  
sudut servo=19.01  
  
Update Data  
-----  
input 1=32.45  
input 2=7.91  
sudut servo=24.28  
  
Update Data  
-----  
input 1=44.19  
input 2=-11.70  
sudut servo=10.00  
  
Update Data  
-----  
input 1=51.58  
input 2=7.39  
sudut servo=10.00  
  
 Autoscrol
```

Gambar 4.3 hasil tampilan output pada serial monitor percobaan 2

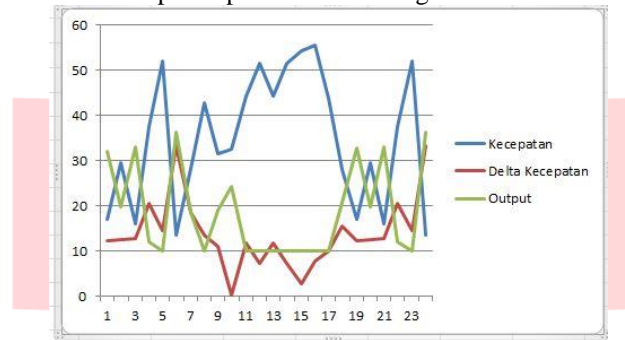
```
-----  
sudut servo=24.23  
  
Update Data  
-----  
input 1=44.19  
input 2=11.70  
sudut servo=10.00  
  
Update Data  
-----  
input 1=51.53  
input 2=7.93  
sudut servo=11.00  
  
Update Data  
-----  
input 1=54.34  
input 2=2.76  
sudut servo=10.00  
  
Update Data  
-----  
input 1=53.63  
input 2=-0.70  
sudut servo=10.00  
  
Update Data  
-----  
input 1=43.71  
input 2=-9.93  
sudut servo=10.00  
  
Update Data  
-----  
input 1=23.09  
input 2= 15.61  
sudut servo=20.74  
  
 Autoscroll  
No line ending  
9600 baud
```

Gambar 4.4 hasil tampilan output pada serial monitor percobaan 3

```
-----  
sudut servo=0.00  
  
Update Data  
-----  
input 1=17.11  
input 2=12.37  
sudut servo=32.83  
  
Update Data  
-----  
input 1=29.67  
input 2=12.56  
sudut servo=14.77  
  
Update Data  
-----  
input 1=16.03  
input 2=-12.69  
sudut servo=33.02  
  
Update Data  
-----  
input 1=37.47  
input 2=20.43  
sudut servo=12.08  
  
Update Data  
-----  
input 1=52.00  
input 2=11.54  
sudut servo=10.00  
  
Update Data  
-----  
input 1=13.63  
input 2= 38.37  
sudut servo=36.37  
  
 Autoscroll  
No line ending  
9600 baud
```

Gambar 4.5 hasil tampilan output pada serial monitor percobaan 4

Adapun grafik nilai output sudut terhadap kecepatan adalah sebagai berikut



Gambar 4.3 hasil grafik output sudut terhadap kecepatan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin besar nilai kecepatan pesawat maka semakin kecil sudut flap yang terbuka, demikian juga sebaliknya. Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa alat sudah berjalan dengan baik

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada rancang bangun system pengaturan flap pesawat berbasis fuzzy logic menggunakan mikrokontroler, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Fuzzy Logic* membantu sistem dalam mengukur dan menggabungkan nilai kecepatan dan delta kecepatan yang ada untuk mencapai *setpoint* yang diinginkan sehingga sistem dapat bekerja dengan baik dalam mengontrol motor servo.
2. Penggunaan Mikrokontroler Arduino dalam sistem sangat membantu dalam pengendalian motor servo.
3. Pengontrolan motor servo sudah berjalan baik.

5.2 Saran

Dalam upaya pengembangan penelitian ini beberapa saran dapat peneliti berikan, diantaranya:

1. Untuk mengendalikan flap pesawat perlu di pertimbangkan dengan beban dari pesawat.
2. Untuk mengendalikan flap pesawat perlu dibandingkan juga terhadap ketinggian.

Daftar Pustaka

- [1] Hall, Douglas V. *Microprocessor and Interfacing Programming and Hardware*. McGraw-Hill Book Company. 1986.
- [2] GPS u-blox Neo 6m, <http://arduinotronics.blogspot.com/2014/02/arduino-ublox-neo-6m-gps.html>
- [3] Motor servo, http://jurnal.unikom.ac.id/_s/data/jurnal/v08-n02/volume-82-artikel-2.pdf/pdf/volume-82-artikel-2.pdf
- [4] Albayumi, Usep Ali. (2013) *pengaruh kecepatan pesawat terhadap flap PT. Dirgantara Indonesia*. (word). Diambil pada Juli 2013.
- [5] Agus Naba, Eng Dr.. 2009. *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta : ANDI.
- [6] Datasheet GPS u-blox, <http://www.u-blox.com>
- [7] Artanto, Dian. (2012). *Arduino*. Jakarta. PT Elex Media Komputindo.
- [8] Bintoro Atik, Gunawan S Prabowo, (2013) *Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional*. Jakarta: Indonesia Book Project.