BAB III

PEMILIHAN KOMPONEN DAN PERANCANGAN ALAT

Pemilihan jenis komponen dalam perancangan dan pembuatan suatu perangkat elektronik mutlak dilakukan karena berdampak langsung pada tingkat efisiensi dan efektifitas perangkat yang buat. Beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya kualitas bahan, daya angkat motor ,ukuran baling-baling,kemampuan *ESC,* berat, bentuk dan ukuran dimensi *frame*. Sehingga pada perancangan dan pembuatan *quadcopter* ini harus diperhatikan karena berpengaruh pada sistem kestabilan *quadcopter* yang dirancang.

Perancangan sistem kendali permukaan (*level)* dan ketinggian terbang pesawat *quadcopter* terdiri dari tuning sistem kendali PID pada program Multiwii , kendali fuzzy untuk kestabilan ketinggian dan perakitan perangkat keras.

Perancangan keras yaitu perakitan *quadcopter* berasarkan literatur dan panduan manual dari *flight controller*. Perancangan kendali fuzzy dilakukan dengan melakukan koding pada *flight controller* dan *tuning* PID dilakukan dengan cara *trial and error.*

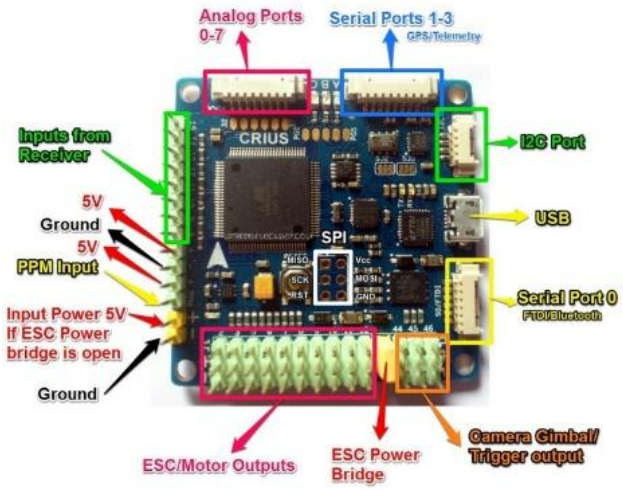
Perancangan dan realisasi sistem merupakan bagian terpenting dari seluruh pembuatan tugas akhir ini. Perancangan yang baik dan dilakukan secara sistematik akan memberikan kemudahan dalam proses pembuatan alat serta mempermudah dalam proses analisi dari alat yang dibuat.

3.1 Latar Belakang Pemilihan Komponen

Latar belakang pemilihan komponen yang diuraikan pada bab ini dilakukan dengan cara studi literatur yang sudah ada sebelumnya.

3.1.1 Pemilihan Flight Controller

Pemilihan *flight controller* dilakukan berdasarkan studi literatur dan melakukan tanya jawab dengan penjual. Pemilihan *flight controller* CRIUS AIOP v2 dikarenakan *flight controller* tersebut memiliki spesifikasi yang cukup untuk merancang quadcopter dengan logika *fuzzy* sebagai kendali ketinggian, selain itu CRIUS AIOP v2 mudah digunakan dan dipahami karena banyaknya literatur yang menggunakan *flight controller* tersebut. CRIUS AIOP v2 sudah memiliki sensor gyro, accelerometer, kompas dan sensor barometer sehingga tidak diperlukan nya lagi sensor eksternal.



Gambar 3.1 *Flight Controller* CRIUS AIOP v2

3.1.2 Pemilihan Electronic Speed Controller

ESC yang digunakan adalah *ESC* dengan merek RC timer 30A OPTO. *ESC* tersebut memiliki spesifikasi yang memadai untuk motor yang digunakan, jika menggunakan *ESC* dengan arus yang lebih tinggi akan menguras tenaga catu daya. Pemilihan *ESC* OPTO dikarenakan jika terjadi hubungan arus pendek di bagian motor atau bagian *flight controller* tidak akan mempengaruhi keduanya.

3.1.3 Pemilihan Motor

Motor yang digunakan adalah motor *brushless* sunnysky 980kV. Motor merek tersebut sudah memadai untuk mengangkat *quadcopter* yang akan dirancang. Motor brushless digunakan karena memiliki torsi yang tinggi sehingga *quadcopter* bisa responsif dan ber-*manuver* dengan baik.

3.1.4 Pemilihan Baling-baling

Baling baling / *propeller* yang digunakan memiliki ukuran sepanjang 10" dan lebar bilah 4.5cm. Pemilihan baling-baling disesuaikan dengan torsi motor yang digunakan agar motor tidak cepat panas dan rusak. Ukuran baling-baling yang bisa digunakan mulai dari 10"dan 11", karena jika ukuran nya tidak sesuai maka kecepatan motor akan terbuang karena torsi yang dihasilkan akan kecil.



Gambar 3.2 Baling-baling 11"

3.1.5 Pemilihan *Frame* dan *Board*

Pemilihan *Frame* dan *Board* berdasarkan kegunaan dari *quadcopter* yang digunakan. *Frame* memiliki lebar 450mm, tinggi 55mm dan berat 400gram yang terbuat dari polyamide nylon karena memiliki ketahanan yang cukup kuat. *Board* yang digunakan terbuat dari bahan carbon agar meminimalkan berat *quadcopter*.



Gambar 3.3 Frame nylon SK-550

3.1.6 Sensor Barometer

Sensor barometer yang digunakan adalah MS5611-01BA generasi baru resolusi tinggi sensor *altimeter* dengan antarmuka SPI dan I2C 20 MHz. Sensor tekanan ini dioptimalkan untuk *altimeter* dan *variometers* dengan resolusi ketinggian 10 cm. Modul sensor termasuk sensor tekanan dengan linearitas yang tinggi dan memiliki *ultra low power* 24 bit $\Delta\sum$ ADC ini memberikan digital 24 bit tekanan dan nilai suhu yang presisi dan mode operasi yang berbeda yang memungkinkan pengguna untuk mengoptimalkan kecepatan konversi dan konsumsi arus. Penggunakan sensor barometer MS5611-01BA karena sensor tersebut sudah berada dirangkaian *flight controller* yang digunakan.

3.1.7 Sensor Accelerometer dan Gyroscope

Sensor pendeteksi gerakan yang digunakan pada quadcopter adalah MPU6050 yang memiliki 3 axis untuk accelerometer dan 3 axis untuk gyroscope, sensor pendeteksi gerak ini mengkonsumsi daya yang kecil, harga yang murah, memilki tingkat performa yang tinggi, dan memiliki ketahanan yang cukup kuat. Sensifitas gyroscope ini sampai 131 LBS/dps.

3.2 Perancangan sistem kendali

Sistem kendali merupakan hubungan antara komponen membentuk sebuah konfigurasi sistem, yang menghasilkan tanggapan sistem yang diharapkan. Jadi harus ada yang dikendalikan disebut dengan kendalian (*plant)*.

Sistem kendali adalah proses pengaturan ataupun pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (*variable*, *parameter)* sehingga berada pada suatu harga tertentu. Sistem kendali yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sistem kendali logika *fuzzy* untuk mengatur kestabilan ketinggian *quadcopter* pada saat melayang (*hovering),* dan tuning PID digunakan untuk kestabilan permukaan (*level)* pada saat *take off* dan *hovering*. Kendali PID yang digunakan adalah kendali PID yang telah ada pada program *flight controller* MultiWii, untuk memasukan nilai parameter nya digunakan WINGUI sebagai aplikasi untuk memonitor dan memasukan nilai setiap parameter PID yang digunakan

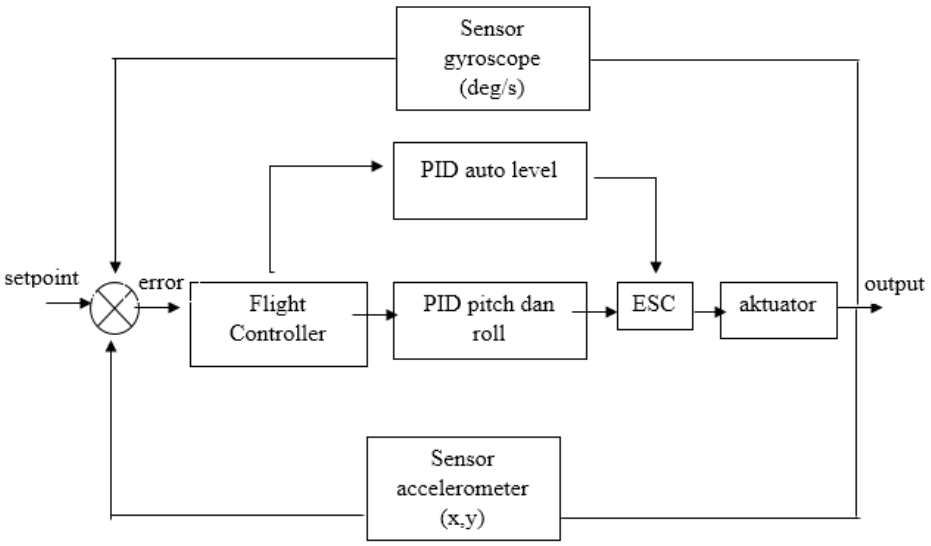
3.3 Kendali PID Pitch dan Roll

Untuk mengendalikan kestabilan permukaan dari *quadcopter* diperlukan kendali pid, masukan pid berupa nilai sudut dari bacaan *accelerometer*. Bacaan accelerometer akan dijadikan acuan untuk kestabilan permukaan dan nilai error didapatkan dari selisih setpoint yang diinginkan dengan bacaan barometer yang selanjutnya akan diolah oleh kendali PID. Keluaran dari kendali pid akan masuk ke esc yang akan memberikan nilai torsi yang harus dilakukan. Pada kendali PID sensor accelerometer digunakan sebagai feedback.

3.4 Kendali PID Auto Level

Pada kendali PID auto level, sensor *gyroscope* akan aktif untuk membaca nilai percepatan sudut yang menjadi masukan untuk menyeimbangkan permukaan

quadcopter,sensor *gyroscope* akan mengkoreksi nilai percepatan sudut. Dibawah ini merupakan blok diagram kendali PID secara keseluruhan



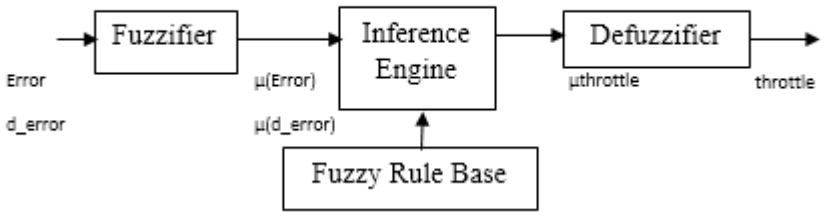
Gambar 3.4 Flowchart sistem kendali keseluruhan

Pada blok diagram diatas terdapat dua buah kendali PID , yaitu kendali PID roll pitch dan kendali PID auto level. Kendali roll pitch berfungsi sebagai kendali kestabilan untuk masukan dari *remote control* agar tidak terjadi overshoot dan osilasi pada saat ada input dari RC, sedangkan kendali auto level digunakan untuk mengstabilkan permukaan dari *quadcopter* agar pada saat melayang *quadcopter* dapat mempertahankan kestabilan nya walaupun ada gangguan

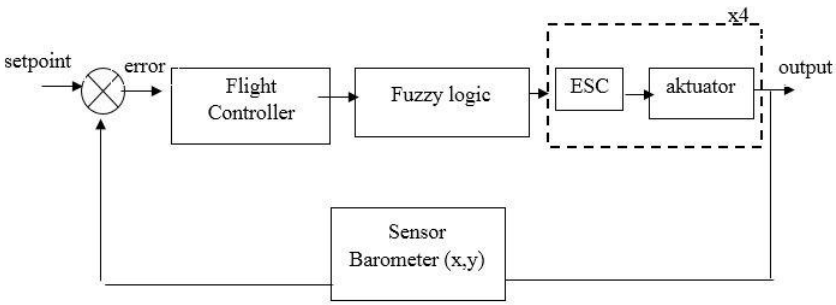
3.5 Kendali Logika *Fuzzy*

Kendali logika *fuzzy* pada perancangan alat ini memiliki 2 masukan yaitu error yang menyatakan nilai kesalahan pada saat ini dan d_error yang menyatakan nilai kesalahan saat ini dikurangi dengan nilai kesalahan sebelumnya , error adalah selisih dari bacaan barometer dengan setpoint yang diinginkan. Perancarangan input yang digunakan agar *quadcopter* dapat stabil secara cepat

dan diharapkan rentan waktu osilasi untuk mencapai *set point* pendek. Keluaran aturan *fuzzy* hanya terdapat satu yaitu T sebagai nilai *throttle.* Setiap keluaran tersebut diproses dengan aturan yang berlaku pada nilai *throttle* yang telah ditentukan. Untuk fungsi keanggotaan dan aturan *fuzzy inference system* pada sistem kestabilan ketinggian *quadcopter* dapat dilihat pada tabel 3.1 dan tabel 3.2 dibawah .



Gambar 3.5 Struktur kendali fuzzy



Gambar 3.6 Blok diagram kendali Fuzzy

Berikut ini cara perhitungan yang digunakan pada sistem kendali fuzzy :

error(t) = SetPoint – PresentValue

d_error = error(t)-error(t-1)

output = nilai torsi motor + throttle

error merupakan nilai kesalahan ketinggian dengan cara menghitung selisih *setpoint* yang ditetapkan dengan bacaan dari barometer, d_error adalah selisih antara nilai kesalahan saat ini dengan nilai kesalahan pada (t-1) atau nilai kesalahan sebelumnya. Setelah mendapatkan nilai throttle kendali fuzzy , nilai torsi setiap motor akan dikurangi dengan nilai throttle kendali fuzzy yang akan menjadi keluaran.

Tabel 3.1 Fungsi keanggotaan pada kestabilan ketinggian *quadcopter*

Error(cm)	*d_error(cm)*	*Throttle(rpm)*
Positive Big (PB)	*Positive Big delta error (PB)*	*Kurangi besar (KB)*
Positive (P)	*Positive delta error(P)*	*Kurangi (K)*
Zero(Z)	*Zero delta error(Z)*	*Stay (S)*
Negative(N)	*Negative delta error(N)*	*Tambah (T)*
Negative Big (NB)	*Negative Big delta error (NB)*	*Tambah Besar (TB)*

Tabel 3.2 Aturan Fuzzy pada kestabilan ketinggian *quadcopter*

derror / error	*PBdE*	PdE	*ZdE*	*NdE*	*NBdE*
PB	TB	T	TB	T	T
P	T	T	T	T	T
Z	T	T	S	K	K
N	K	K	K	K	K
NB	K	K	KB	K	KB

Berikut ini penjelasan mengenai fungsi keanggotaan input error yang dirancang :

- Fungsi keanggotaan Zero (Z) : kurva segitiga dengan domain [5,0,5]
- Fungsi keanggotaan Positif (P) : kurva segitiga dengan domain [2,5,10]
- Fungsi keanggotaan Positif Big (PB) : kurva trapesium dengan domain [5,10,20,30]
- Fungsi keanggotaan Negatif (N) : kurva segitiga dengan domain[-10,-5,-2]
- Fungsi keanggotaan Negatif Big(NB) : kurva trapesium dengan domain [-30,-20,-10,-5]

fungsi keanggotaan input d_error yang dirancang :

- Fungsi keanggotaan Zero (ZdE) : kurva segitiga dengan domain [0.5,0,0.5]
- Fungsi keanggotaan Positif (PdE) : kurva segitiga dengan domain [0.2,0.5,1]
- Fungsi keanggotaan Positif Big (PBdE) : kurva trapesium dengan domain [0.5,1,2,3]
- Fungsi keanggotaan Negatif (NdE) : kurva segitiga dengan domain [-1,-0.5,-0.2]
- Fungsi keanggotaan Negatif Big(NBdE) : kurva trapesium dengan domain [-3,-2,-1,-0.5]

fungsi keanggotaan output torsi yang dirancang :

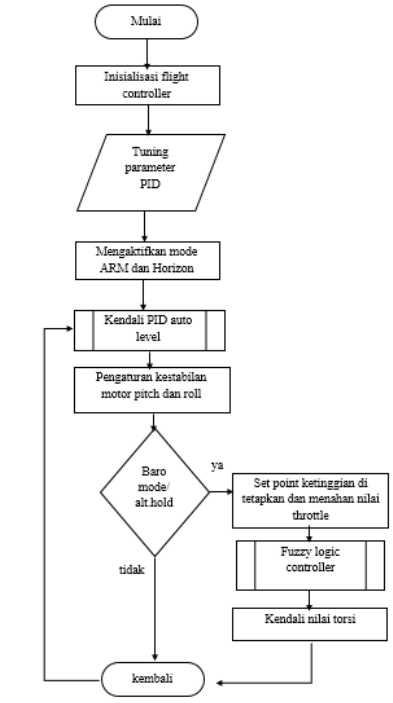
- Fungsi keanggotaan Stay (S) : kurva segitiga dengan domain [-2.5,0,3.5]
- Fungsi keanggotaan Tambah (T) : kurva segitiga dengan domain [2,5,10]
- Fungsi keanggotaan Tambah Banyak (TB) : kurva trapesium dengan domain [5,10,20,30]

- Fungsi keanggotaan Kurangi (K) : kurva segitiga dengan domain [-10,-5,-2]
- Fungsi keanggotaan kurangi banyak (KB) : kurva trapesium dengan domain [-30,-20,-10,-5]

Metode yang digunakan untuk AND adalah nilai minimun dan OR adalah nilai maksimun. Fuzzy inteference sistem yang digunakan adalah Mamdani dengan deffuzzyfikasi yang digunakan adalah deffuzzyfikasi *Centroid Of Area.*

3.4 Perancangan Perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak bertujuan untuk menentukan setiap alur eksekusi dari perangkat *quadcopter* yang dirancang. Setiap masukan yang diterima akan diatur oleh perangkat lunak selanjutnya akan diproses untuk menentuka eksekusi pada bagian keluaran. Berikut adalah *flow chart* dari sistem yang dirancang



Gambar 3.7 *Flow chart* sistem kestabilan secara keseluruhan

Hal yang pertama dilakukan adalah inisialisasi *flight controller* untuk insialisasi esc , insialisasi sensor gyro , sensor accelerometer,dan sensor barometer. Setelah itu dengan parameter PID dimasukan untuk selanjut nya digunakan dalam kestabilan auto level. Selanjutnya PID auto level yang telah dituning akan mengatur respon sudut dari pitch dan roll. Kestabilan ketinggian diaktifkan jika mode baro aktif. Pada saat mode baro aktif maka nilai torsi akan dikunci dan menetapkan nilai setpoint ketinggian. Setelah itu kendali fuzzy akan menghitung nilai error dan d_error yang nanti akan menjadi masukan untuk fuzzy interference sistem, setelah mendapatkan nilai ketinggian yang harus dicapai maka kendali fuzzy akan mengeluarkan output yang berupa penambahan atau pengurangan nilai torsi agar quacopter dapat mencapai setpoint yang telah ditetapkan.

3.4 Perakitan Perangkat Keras

Perakitan perangkat keras dilakukan berdasarkan hasil pemilihan komponen yang telah dilakukan. *Quadcopter* yang dirakit pada tugas akhir ini berfungsi sebagai pemantau keadaan dari udara, sehingga pada saat melayang *quadcopter* dapat melayang dengan stabil, walaupun ada gangguan. Berikut ini spesifikasi dari quadcopter yang dirakit.

Tabel 3.3 Spesifikasi Quadcopter yang dirakit

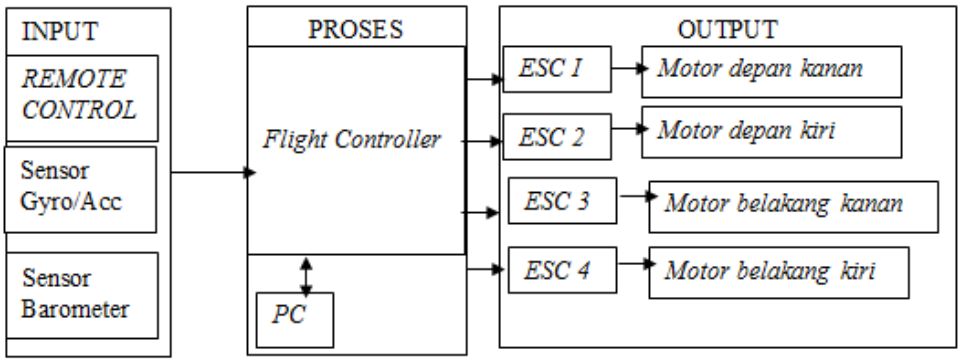
No.	Item	Jumlah	Merk
1	Frame X- Copter	1	Nylon SK-550
2	propeller	2 CW, 2CCW	Qprop
3	Motor Brushless	4	Sunnysky 980kV
4	ESC	4	RC timer 30 A
5	Flight Controller	1	Crius AIOP v2
6	Baterai	1	Turnigy 3s 5000mAh
7	R/C	1	Turnigy 9R

Berdasarkan spesifikasi diatas, quadcopter memiliki performa yang optimal untuk digunakan sebagai pemantau di udara. *Quadcopter* yang dirancang memilki berat sebesar 1.5 kg, tinggi 4.5 cm dan sisi 45 cm



Gambar 3.8 Bentuk quadcopter yang dirakit

Perakitan quadcopter dilakukan berdasarkan refensi literatur yang menjelaskan cara merakit quadcopter. Berikut ini blok diagram dari *quadcopter* .



Gambar 3.9 Blok Diagram Quadcopter

Secara umum, cara kerja *quadcopter* yang akan dirancang pada tugas akhir ini adalah ketika adanya masukan perintah untuk menahan ketinggian maka *flight controller* mengaktifkan mode *altitude hold* berdasarkan ketinggian alat pada saat melayang (*hovering).* PC digunakan sebagai alat untuk memantau *flight*

controller, untuk meng-*setting* nilai nilai PID untuk kestabilan *quadcopter* dan nilai sensor pada *flight controller*

Keluaran dari *flight controller* berupa sinyal PWM yang diproses pada setiap ESC, seperti yang telah di uraikan pada bab sebelumnya nilai kecepatan setiap berbeda beda disesuaikan dengan manuver yang diperintahkan oleh *remote control*. Sinyal PWM yang dikeluarkan oleh *flight controller* berupa nilai kecepatan putaran motor. *ESC* akan memberikan mengeluarkan tegangan pada stator untuk berputar sesuai nilai yang dikirimkan oleh *flight controller*