

RANCANG BANGUN ROBOT *QUADCOPTER* UAV (*UNMANED AERIAL VEHICLE*) MENGGUNAKAN GPS (*GLOBAL POSITIONING SYSTEM*) DJI NAZA FPV (*FIRST PERSON VIEW*) CAMERA STABILIZER

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Sarjana Sains Terapan
pada Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh :

WHINDI PRATAMA SUKMA

1206314/2012

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2017

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**Rancang Bangun Robot *Quadcopter* Uav (*Unmanned Aerial Vehicle*)
Menggunakan Gps (*Global Positioning System*) Dji Naza Fpv
(*First Person View*) Camera Stabilizer**

Nama : Whindi Pratama Sukma
BP / NIM : 2012 / 1206314
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIY)

Padang, 9 Februari 2017

Disetujui Oleh

Pembimbing I,



Ali Basrah Pulungan, S.T. M.T
NIP. 19741212 200312 1 002

Pembimbing II,



Asnil, S.Pd. M.Eng
NIP. 1981107 200604 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Drs. Hambali, M. Kes
NIP. 196205081987031004

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR



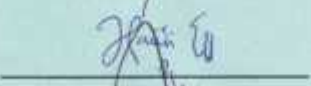
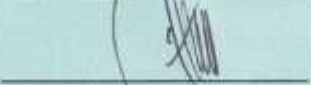

**Rancang Bangun Robot *Quadcopter* Uav (*Unmaned Aerial Vehicle*)
Menggunakan Gps (*Global Positioning System*) Dji Naza Fpv
(*First Person View*) Camera Stabilizer**

Oleh

Nama : Whindi Pratama Sukma
NIM / BP : 1206314 / 2012
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)

Dinyatakan LULUS Setelah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
Pada Tanggal 9 Februari 2017

Dewan Penguji

Nama	Tanda Tangan
Ketua : Ali Basrah Pulungan, S.T, M.T	
Sekretaris : Asnil, S.Pd, M.Eng	
Anggota : Dr. Hansi Efendi, S.T, M.Kom	
Anggota : Drs. Aswardi, M.T	
Anggota : Hastuti, S.T, M.T	



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
Jl. Prof Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171
Fax (0751) 703644 e-mail: info@ft.unp.ac.id



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Whindi Pratama Sukma
NIM/BP : 1206314 / 2012
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul "**Rancang Bangun Robot *Quadcopter* Uav (*Unmanned Aerial Vehicle*) Menggunakan Gps (*Global Positioning System*) *Dji Naza Fpv (First Person View*) *Camera Stabilizer.*" adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.**

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Drs. H. Hambali, M.Kes
NIP. 196205081987031004

Padang, 9 Februari 2017
Saya yang menyatakan,



Whindi Pratama Sukma
NIM/BP. 1206314/2012

ABSTRAK

Whindi Pratama Sukma (1206291/2012) :Rancang Bangun Robot Quadcopter UAV(Uhumaned Aerial Vehicle) menggunakan GPS (Global Positioning System) DJI Naza FPV(First Person View) Camera Stabilizer

**Pembimbing I
Pembimbing II**

**: Ali Basrah Pulungan, S.T.,M.T
: Asnil S.pd.,M.Eng**

Saat ini, UAV telah digunakan untuk melakukan misi inteljen, pemantauan (*surveillance*), pengintaian (*reconnaissance*) serta misi serangan (*attack*). *Quadcopter* merupakan pesawat yang memiliki empat buah motor yang dikendalikan secara terpisah satu sama lainnya. Tujuan pembuatan tugas akhir ini merancang dan menguji robot *quadcopter uhumaned aerial vehicle* penggunaan robot *quadcopter* berguna untuk pengambilan gambar dari udara robot tersebut dilengkapi dengan penstabil kamera dan sistem *first person view* sebagai *live monitoring* di udara.

Perancangan alat ini meliputi *frame quadcopter* menggunakan alumunium untuk membuat rangka *quadcopter*. Frame yang dirancang dari alumunium memiliki panjang 420 mm dan lebar 440 dan tinggi 200 mm. Komponen elektronik dari *quadcopter* adalah *electronic speed control*, motor *brushless*, *fligh controller* batrai, *propeller*, penstabil kamera dan sistem *first person view* pada *quadcopter*. Pemilihan *propeller* sangat berpengaruh pada *agresifitas*, kecepatan, dan kosumsi daya motor. Pemilihan *electronic speed contol* didasarkan pada besarnya arus maksimal dari motor *brushless*. *Quadcopter* tersebut disuplai dengan sebuah baterai lipo yang berkapasitas 4500mah. Untuk meningkatkan hasil kualitas foto dan video diperlukan gimbal 2 *axis* yang dapat mempertahankan posisi kamera dan mengurangi gonyangan yang disebabkan oleh *quadcopter* dan sistem *first person view* digunakan sebagai *live monitoring* pada saat *quadcopter* bermanuver di udara.

Hasil pengujian terhadap *quadcopter* didapat bahwa gaya yang dibutuhkan untuk terbang 4.165 kg m/s^2 , untuk dapat bergerak keatas gaya harus lebih dari 2.08 kg m/s^2 dan gaya tidak boleh lebih dari 8.33 kg m/s^2 untuk dapat bergerak turun, dengan lama terbang 12 menit, *efisiensi* motor 89%. Untuk pengujian gimbal kamera *stabilizer* alat berfungsi dengan baik apabila *quadcopter* bergerak kekiri atau pun kekanan maka gimbal tersebut akan mempertahankan posisi kamera tidak miring, pengujian sistem *first person view* berfungsi dengan baik bisa *live monitoring* sehingga bisa memantau gambar ketika *quadcopter* sedang terbang di udara .

Kata kunci : Motor *Brushless*, *Electronic speed control*, gimbal 2 *axis*, Batrai, *Propeller*, *First person view*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "**Rancang Bangun Robot *Quadcopter* Uav(Uhmaned Aerial Vehicle) Menggunakan Gps (Global Positioning System) Dji Naza Fpv (First Person View) Camera Stabilizer**". Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Kepada kedua orang tua, keluarga dan orang tercinta yang selalu mendoakan dan mendukung setiap langkah yang penulis tempuh dalam pendidikan.
3. Drs. Hambali, M.Kes. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Ali Basrah Pulungan S.T.,M.T pembimbing I dalam Tugas Akhir ini yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Asnil S.Pd.,M.Eng selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

6. Bapak Dr. Hansi Efendi, S.T., M.Kom selaku penguji I dalam Tugas Akhir ini.
7. Bapak Drs. Aswardi. M.T selaku penguji II dalam Tugas Akhir ini.
8. Ibu Hastuti S.T., M.T selaku penguji III dalam Tugas Akhir ini.
9. Bapak dan Ibu Dewan Dosen serta seluruh staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membimbing dan membantu penulis selama menuntut ilmu.
10. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, khususnya program studi teknik elektro industri angkatan 2012.
11. Rekan-rekan anak simpang palin yang tidak disebutkan namanya satu persatu.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis untuk mewujudkan Tugas Akhir ini dan menyelesaikan studi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga bantuan dan bimbingan serta arahan yang diberikan menjadi amal saleh dan mendapatkan pahala dari Allah SWT, amin. Penulis sangat mengharapkan kritikan dan saran yang membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini dimasa yang akan datang jika sekiranya Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca terutama penulis dan semua pihak yang membutuhkan.

Padang, Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

COVER JUDUL	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR RUMUS	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan.....	4
F. Manfaat.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
A. <i>Aeromodelling</i>	5
1. Pesawat Udara <i>Aerodinamis</i>	6
2. Pesawat Udara <i>Aerostatis</i>	6
B. <i>Quadcopter</i>	7
1. Prinsip Kerja <i>Quadcopter</i>	7
a. <i>Throttle Control</i>	8
b. <i>Picth Control</i>	8

c. <i>Yaw Control</i>	9
d. <i>Roll Control</i>	10
C. Motor	10
1. Pengertian Motor	10
2. Jenis – Jenis Motor	11
a. Motor AC	12
b. Motor DC	12
D. Telemetry	22
E. Sensor MPU-6050 6 axis gyro dan accelerometer	25
F. Teori Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	28

BAB III METODE PERANCANGAN ALAT

A. Blok Diagram	31
B. Prinsip Kerja Rangkaian Secara Keseluruhan	34
C. Pemilihan Perangkat Keras	36
1. Perangkat Elektronik	36
a. <i>Flight Controller</i> DJI NAZA.....	36
b. ESC (<i>electronic speed control</i>)	36
c. Motor <i>Brushless</i>	38
d. GPS (<i>global positioning system</i>)	39
e. Gimbal BGC 2 axis	39
f. Tx dan Rx <i>Radio Control</i>	39
g. Tx dan Rx FPV (<i>first person view</i>).....	40
2. Perancangan Mekanik	41
D. Perangkat Lunak	44
1. Algoritma	44
2. <i>Flowchart</i>	46

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

A. Prosedur Pengujian	47
-----------------------------	----

B. Instrumentasi Pengujian Alat	48
C. Pengujian dan Analisa <i>Hardware</i>	48
1. Pengujian Mekanik	49
2. Pengujian dan Analisa	51
a. <i>Brushless</i> Motor	51
b. Perhitungan Durasi Terbang <i>Quadcopter</i>	55
c. Perhitungan Efisiensi Motor	57
d. <i>Electronic Speed Control (ESC)</i>	58
D. Pengujian Keseruhan	61
E. Pengujian dan Analisa Program	67
1. <i>Dji Naza Assistan</i>	67
2. <i>Software Simple Bgc</i>	71
F. Prosedur Pemakaian Alat	74

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	76
B. Saran.....	77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN.....

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gambar Pesawat <i>Fixed Wing</i>	6
2. Gambar Balon Udara	7
3. Pengaturan <i>Throttle Propeller</i>	8
4. Pengaturan <i>Pitch Propeller</i>	9
5. Pengaturan <i>Yaw Propeller</i>	9
6. Pengaturan <i>Roll Propeller</i>	10
7. Jenis – Jenis Motor Listrik.....	11
8. Kontruksi Motor <i>Brushless</i>	12
9. Kontruksi Motor <i>Brushless</i> dengan Sensor Hall.....	15
10. Wiring Diagram BLDC.....	16
11. Tegangan <i>Stator</i> BLDC Motor	17
12. Komutasi <i>Six – Step</i>	19
13. Pembentukan Sinyal PWM	21
14. Implementasi PWM <i>Sinusoidal</i>	21
15. Sensor MPU-6050.....	28
16. Blok Diagram Robot <i>Quadcopter</i>	32
17. Wiring Diagram <i>Quadcopter</i>	34
18. <i>Flight Controller</i> Naza	36
19. <i>Schematic</i> Rangkaian <i>ESC</i> dengan Motor <i>Brushless</i>	37
20. <i>Schematic</i> Motor <i>Brushless</i>	38
21. <i>Schematic</i> Gimbal 2 Axis	39
22. Radio <i>Flysky</i> i6s	40
23. <i>Schematic</i> FPV	40
24. <i>Frame</i> Robot <i>Quadcopter</i>	41
25. Gaya yang dibutuhkan <i>Quadcopter</i>	42
26. Perancangan <i>Quadcopter</i> Tampak Depan	42

27. Perancangan <i>Quadcopter</i> Tampak Samping	43
28. Perancangan Keseluruhan Robot <i>Quadcopter</i>	43
29. Proses <i>Quadcopter Take off</i>	46
30. Tampak Depan Robot <i>Quadcopter</i>	49
31. Tampak Samping Robot <i>Quadcopter</i>	49
32. Tampak Atas Robot <i>Quadcopter</i>	50
33. Tampak Belakang Robot <i>Quadcopter</i>	50
34. Gaya yang dihasilkan <i>Quadcopter</i>	51
35. <i>Quadcopter</i> ketika <i>Hover</i> di Udara	56
36. Tampilan <i>Software</i> <i>Dji Naza Assistan</i> Belum Terkoneksi <i>Quadcopter</i>	67
37. Tampilan <i>Software</i> <i>Dji Naza</i> Sudah Terkoneksi dengan <i>Quadcopter</i>	68
38. Menu <i>Aircraft</i> <i>Dji Naza Assistan</i>	68
39. Pengujian Motor di <i>Software Naza Assistan</i>	69
40. Menu Mounting GPS	69
41. Pengaturan stik Radio Mode Terbang	70
42. Memasukan Input <i>Variable Gain</i>	71
43. Tampilan Awal <i>Software</i> BGC	72
44. Pengaturan Motor Gimbal	73
45. <i>Realtime</i> Data Gimbal 2 Axis	73
46. <i>Realtime</i> Data Gimbal 2 Axis Stabil.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Simbol - simbol Diagram Alir	29
2. Deskripsi <i>Flight Controller</i> Dji Naza	36
3. Spesifikasi <i>Esc (electronic speed control)</i>	37
4. Spesifikasi Motor <i>Brushless</i>	38
5. Perbandingan Motor 1000 rpm/volt dengan 810 rpm/volt	53
6. Pengujian Terhadap <i>ESC 25 A quadro</i> dengan <i>ESC 40 A</i>	59
7. Pengujian Motor dan <i>Esc</i>	62
8. Pengujian FPV (<i>first person view</i>) secara Horizontal	62
9. Pengujian FPV (<i>first person view</i>) secara Vertikal	64
10. Pengujian <i>Gimbal Stabilizer Camera 2 Axis</i>	65

DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
1. Jumlah Lilitan Motor BLDC.....	15
2. kecepatan Motor BLDC	15
3. Gaya Yang Dibutuhkan <i>Quadcopter</i> untuk Terbang	51
4. Gaya Yang Dibutuhkan Bergerak Naik	51
5. Gaya Yang Dibutuhkan Bergerak Turun	51
6. Daya Dorong Motor	54
7. Kapasitas Batrai	56
8. Arus Motor	57
9. <i>Flight Periode</i>	57
10. <i>Copper Loss</i>	58
11. <i>Iron Loss</i>	58
12. <i>Total Loss</i>	58
13. <i>Power In</i>	58
14. <i>Power Out</i>	58
15. Efisiensi Motor	59
16. Hukum ohm	60
17. Tegangan Hilang <i>Electronic Speed Control</i>	60
18. Daya Hilang <i>Electronic Speed Control</i>	60
19. Daya Konstan	60

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pesawat tanpa awak *Unmanned Aerial Vehicle* atau disingkat (UAV), adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri, menggunakan hukum aerodinamika untuk mengangkat dirinya, bisa digunakan kembali dan mampu membawa muatan baik senjata maupun muatan lainnya. Penggunaan terbesar dari pesawat tanpa awak ini adalah dibidang militer.

Ada berbagai bentuk UAV, ukuran, konfigurasi, dan karakteristik. Secara historis UAV drone pada awalnya dibuat dengan sangat sederhana dan akhirnya dikontrol secara otonom (*autonomous*) semakin banyak produksi dan digunakan. Saat ini, UAV telah digunakan untuk melakukan misi inteljen, pemantauan (*surveillance*), pengintaian (*reconnaissance*) serta misi serangan (*attack*). Banyak dilaporkan bahwa UAV telah berhasil dengan tingkat akurasi tinggi dalam melakukan misi intelijen, pemantauan, pengintaian dan serangan dengan menggunakan roket, rudal dan bom. UAV sering lebih disukai untuk misi yang terlalu “membosankan dan berbahaya/beresiko tinggi” bagi pesawat berawak .

Saat ini penelitian tentang UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) telah berkembang sangat pesat di dunia. Hal ini dikarenakan kegunaan UAV yang sangat penting namun sulit dalam pengendaliannya. Sebagai

contoh UAV digunakan sebagai pesawat pengintai, pengendalian dilakukan jarak jauh serta bentuk UAV yang relatif kecil mengakibatkan mudah terganggu oleh angin. Berbagai bentuk UAV telah dirancang dan salah satunya adalah *quadcopter*. *Quadcopter* merupakan pesawat yang memiliki empat buah motor yang dikendalikan secara terpisah satu sama lainnya. Berdasarkan bentuk rangka atau *frame quadcopter* berbentuk “plus” (+) dan model *frame* berbentuk “silang”(x).

Disini penulis mau mengembang kan pesawat tanpa awak atau yang biasa disebut dengan *drone*, penulis mau merancang suatu *drone* yang bisa bermanuver mempunyai sistem yang terintegrasi dengan GPS (*global positioning system*) sehingga *drone* atau *quadcopter* tersebut dapat terbang dengan stabil sehingga mudah dikendalikan. Untuk pengambilan gambar penulis menerapkan *hardware* yang disebut gimbal, gimbal mempunyai peranan penting dalam *quadcopter* sehingga proses pengambilan foto atau video, tanpa gimbal tersebut pengambilan gambar atau video akan kasar atau goyang. Untuk *live monitoring* digunakan sistem bernama fpv (firt peson view) alat tersebut akan menampilkan gambar ketika *quadcopter* terbang di udara.

B. Identifikasi Masalah

1. *Drone* masih digunakan untuk kepentingan militer
2. Tingkat resiko yang dimiliki pesawat berawak lebih tinggi untuk melakukan pengintaian
3. Frame yang digunakan quadcopter masih berbentuk “plus” dan “silang”

C. Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang meluas dalam tugas akhir ini maka penulis membatasi permasalahan dan pemilihan *hardware* yang akan digunakan dalam tugas akhir ini diantaranya adalah :

1. Merancang *frame* robot *quadcopter*
2. *Flight controller* yang digunakan untuk mengendalikan *quadcopter* adalah *naza dengan gps (global positioning system)*
3. Menggunakan motor *brushless* merk *sunny sky 810kv*
4. Tidak membahas tentang kemampuan jarak untuk *quadcopter*
5. Menggunakan *camera stabilizer 2 axis*
6. Menggunakan sistem *fpv (first person view)*
7. Memakai software *dji naza assistan* untuk memprogram *quadcopter*
8. Memakai software *simple bgc* untuk memprogram *gimbal 2 axis camera*

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari identifikasi masalah, dan batasan masalah dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas yaitu bagaimana merancang

robot *quadcopter uav* (*unmanned aerial vehicle*) menggunakan *gps* (*global positioning system*) dji naza dan fpv (*first person view*) *camera stabilizer*.

E. Tujuan

1. Merancang robot *quadcopter uav* (*unmanned aerial vehicle*) menggunakan *gps* (*global positioning system*) dji naza fpv (*first person view*) *camera stabilizer*
2. Menguji terbang pesawat tanpa awak (*UAV*) robot *quadcopter*

F. Manfaat

1. Dapat berkontribusi terhadap perkembangan robot khususnya robot *quadcopter*
2. Memenuhi kebutuhan *UAV* untuk pengawasan dan pemantauan bencana yang terjadi di Indonesia
3. Mengekpos wilayah untuk memajukan pariwisata suatu daerah
4. Diharapkan mampu menjadi referensi dalam penelitian *UAV* selanjutnya
5. Menciptakan lapangan kerja

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa terhadap robot *uav* (*uhmaned aerial vehicle*) menggunakan gimbal kamera dan *fpv* (*first person view*) maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Bobot *quadcopter* sangat berpengaruh terhadap batas waktu terbang *quadcopter* semakin ringan *quadcopter* maka waktu terbang di udara akan lama dan didukung oleh kapasitas batrai dan daya angkut motor
2. Pemilihan spesifikasi motor sangat penting karena apabila motor tidak sesuai kriteria maka motor tidak akan mampu mengangkat *frame quadcopter* dengan beban tertentu.
3. Hasil penggunaan gimbal membuat gambar yang dihasilkan tidak kasar walaupun *quadcopter* bermanuver
4. Pemakaian FPV (*first person view*) sangat berguna untuk melihat view ketika *quadcopter* sedang hover diudara.
5. Pemilihan baterai sangat berpengaruh dengan *flight time quadcopter* dikarenakan besar kapasitas baterai menentukan berapa lama *quadcopter* terbang di udara, dan semakin besar kapasitas baterai semakin berat bobot yang akan diangkat oleh *quadcopter* tersebut.

6. Pemilihan *electronic speed control* berperan penting kepada *quadcopter* dikarenakan pemilihan *electronic speed control* didasarkan kepada berapa arus motor yang dibutuhkan jika nilai arus yang dibutuhkan oleh esc rendah esc tersebut akan panas dan bisa terbakar.
7. *Propeller* berguna untuk mengatur *agresifitas* , kecepatan dan konsumsi daya motor

B. SARAN

Tindak lanjut berikutnya untuk pengembangan alat ini penulis menyarankan beberapa perbaikan yaitu :

1. Penulis menyarankan agar menggunakan *flight controller* yang sifatnya *open source* sehingga bisa menambahkan sensor-sensor yang menunjang kinerja *quadcopter*
2. Menggunakan sistem *FPV (first person view) virtual reality* sehingga gesture gimbal hanya dilakukan dengan gerakan kepala tidak dikontrol dengan radio kontrol
3. Penulis menyarankan penambahan motor dan baling-balingnya sehingga bisa membentuk hexacopter atau optocopter dan mampu mengangkat beban yang lebih berat
4. Penulis menyarankan agar *quadcopter* mampu menempuh jarak yang jauh dan mempunyai kapasitas batrai yang besar sehingga waktu terbang *quadcopter* bisa lama di udara

DAFTAR PUSTAKA

AN1160 “ *Sensorless BLDC Control with Back-EMF Filtering Using a Majority Function* ” 2008-2012 Microchip Technology Inc

Asrul. (2014). Sistem Kendali dan Posisi Terbang Pesawat *Quadcopter*. Teknik Elektro Makasar, 7-11.

Datasheet. www.alldatasheet.com diakses tanggal 28 oktober 2016

Dharmawan, Abe.(2009). *Pengendali Motor DC Brushless* dengan Metode *PWM Sinusoidal Menggunakan ATmega 16*.Depok:Fakultas Teknik UI

Emadi, Ali.(2005).*Hand book of automation power electronics and motor drivers*.Illinai:CRC Press

Ghani, Akbar, H.(2013).“Perancangan dan Analisa Otomasi Sistem Kendali *Quadcopter* Melalui Koordinat dengan *Global Positioning System Tracker*”. Institut Teknologi Telkom

Hendriawan, A., Utomo, G. P., & Oktavianto, H. (2012). Sistem Kontrol Altitude Pada UAV Model *Quadcopter* Dengan Metode PID. *Electronic Engineering Polytechnic Institute of Suarabaya (EEPIS)*, 12-16.

Kardono, AK, R. E., & Fatoni, A. (2012). Perancangan dan Implementasi Sistem Pengaturan Optimal LQ untuk Menjaga Kestabilan Hover pada *Quadcopter*. *Teknik ITS*, 7-13.