

SISTEM DETEKSI OBJEK PADA PENDARATAN AUTONOMUS QUADCOPTER BERBASIS ALGORITMA YOLO

PROPOSAL TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan
Pada Program Studi Teknik Elektronika Fakultas Vokasi Universitas Negeri
Yogyakarta



Oleh:
INTAN CAHYANI R
NIM 20507334051

**PRODI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS VOKASI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2024**

**SISTEM DETEKSI OBJEK PADA PENDARATAN
AUTONOMUS QUADCOPTER BERBASIS ALGORITMA
YOLO**

PROPOSAL TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Vokasi Universitas Negeri Yogyakarta Untuk Memenuhi
Sebagai Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Terapan

Oleh:

Intan Cahyani R
20507334051

Pembimbing:

Ir. Ardy Seto Priambodo, S.T., M.Eng.

**PRODI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS VOKASI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

Proposal Tugas Akhir dengan Judul

SISTEM DETEKSI OBJEK PADA PENDARATAN AUTONOMUS QUADCOPTER BERBASIS ALGORITMA YOLO

Disusun oleh:
Intan Cahyani R
NIM 20507334051

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk pelaksanaan
Tugas Akhir bagi yang bersangkutan.

Wates, 22 Juni 2024

Mengetahui,
Koordinator Program Studi,

Disetujui,
Dosen Pembimbing TA,

Dr. Aris Nasuha, S.Si., M.T.
NIP. 196906151994031002

Ir. Ardy Seto Priambodo, S.T., M.Eng.
NIP. 198906052019031014

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR SINGKATAN	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan	5
F. Manfaat	5
1. Mahasiswa	5
2. IPTEK	5
G. Keaslian Gagasan	6
BAB 2 PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	8
A. Quadcopter	8
1. Flight Controller(FC)	9
2. Motor Brushless	10
3. Electronic Speed Controller (ESC)	10
4. Propeller	11
5. Telemetry 433 MHz	12
6. Radio Control	13
7. Frame Quadcopter	14
8. Global Positioning System(GPS)	15
9. Kamera	16
10. Baterai Lipo	16
11. Video Transmitter	17
12. Receiver	18
B. Prinsip Gerak Quadcopter	19
1. Throttle	20
2. Pitch	21
3. Yaw	21
4. Roll	22
C. Open CV	22
D. Computer Vision	23
1. Object Detection	23
2. Image Processing	24
E. PID Controller	25
F. Python	26

G.	Mission Planner	26
BAB 3	KONSEP RANCANGAN / PRODUK / JASA / EVALUASI /	
	PENGUJIAN	28
A.	Waktu dan Tempat	28
B.	Model Penelitian	28
1.	Analysis	29
2.	Design	30
3.	Development	30
4.	Implementation	30
5.	Evaluation	30
C.	Analisis Kebutuhan	31
1.	Hardware	31
2.	Software	32
3.	Elektronik	33
D.	Rancang Pengembangan Sistem	34
1.	Desain Mekanik	34
2.	Desain Elektrikal Pendeteksian	35
3.	Perancangan Sistem Deteksi Landing Pad	36
4.	Implementasi Metode YOLO	37
E.	Rancang Uji Fungsi	39
1.	Uji Elektronik	40
2.	Uji Software	40
F.	Pengujian Deteksi <i>Landing Pad</i>	41
	DAFTAR PUSTAKA	42

DAFTAR SINGKATAN

UAV	:	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
VTOL	:	<i>Vertical Takeoff and Landing</i>
SURF	:	<i>Speeded Up Robust Features</i>
KRRTI	:	Kontes Robot Terbang Indonesia
SIFT	:	<i>Scale Invariant Feature Transform</i>
NWD	:	<i>Normalized Wavalet Descriptor</i>
FD	:	<i>The Fourier Descriptor</i>
Edge	:	<i>Edge Distribution Function</i>
YOLO	:	<i>You Only Look Once</i>
GPU	:	<i>Graphics Proccesing Unit</i>
EDF	:	<i>Edge Distribution Function</i>
FC	:	<i>Flight Controller</i>
BLDC	:	<i>Motor Brushless DC</i>
ESC	:	<i>Electronic Speed Controller</i>
RC	:	Radio Control
GPS	:	<i>Global Positioning System</i>
ADDIE	:	<i>Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation</i>

DAFTAR GAMBAR

2.1	Quadcopter	8
2.2	Flight Controller	9
2.3	Motor Brushless	10
2.4	Electronic Speed Controller (ESC)	11
2.5	propeller	12
2.6	Telemetry 433 MHz	13
2.7	Radio Control	14
2.8	Frame quadcopter	15
2.9	Global Positioning System	15
2.10	Kamera FPV	16
2.11	Baterai Lipo	17
2.12	Video Transmitter	18
2.13	Receiver	19
2.14	Prinsip Gerak Quadcopter	20
2.15	Throttle	20
2.16	Pitch	21
2.17	Yaw	22
2.18	Roll	22
2.19	Object Detection	24
2.20	Image Processing	25
2.21	PID Controller	26
2.22	Mission Planner	27
3.1	Metode Penelitian	29
3.2	Desain mekanik	35
3.3	Desain Elektrikal Pendeteksian	36
3.4	Perancangan Sistem Deteksi Landing Pad	36
3.5	Desain sistem	38

DAFTAR TABEL

3.1	Uji Elektronik.....	40
3.2	Uji Software	40
3.3	Uji Deteksi Landing Pad	41

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pada saat ini teknologi penerbangan di Indonesia telah mengalami kemajuan yang sangat signifikan karena di dukung serta mendapat dorongan dari pemerintah Ashari & Achmadi (2021). Bukti nyata dari kemajuan tersebut adalah diselenggarakannya Kontes Robot Terbang Indonesia(KRRTI) yang dilaksanakan setiap tahunnyaAbbiyansyah et al. (2022). Teknologi penerbangan memiliki fungsi pada berbagai bidang seperti pencarian, penyelamatan, pemadaman api saat terjadi kebakaran, pemantauan melalui udara, dan fotografiSuprpto et al. (2017)d'Oleire Oltmanns et al. (2012)Belloni et al. (2008).

Salah satu teknologi yang dimaksud adalah hadirnya *Unmanned Aerial Vehicle(UAV)*. UAV merupakan pesawat tanpa pilot yang dapat dioperasikan menggunakan remote kontrol atau juga dapat di kendalikan secara otomatis melalui program yang telah dikirimkan sebelumnya. UAV memiliki bentuk, konfigurasi, ukuran, karakter yang cukup bervariasi. UAV telah dikembangkan dengan memanfaatkan dua macam mode pesawat, diantaranya adalah mode *fixed wing* dan *multirotor* dengan berbagai macam *frame*Afifah, Supriyanto & Budiarto (Afifah et al.).

Setiap UAV memiliki beberapa keunggulan, pada *fixed wing* memiliki daya tahan terhadap waktu terbang dan area jelajah yang luas akan tetapi fixed wing memiliki kekurangan dari segi harga dan perlu ada peluncur ketika hendak *take off*. Sedangkan untuk *multirotor* memiliki kekurangan yaitu daya tahan serta kecepatan yang terbatas, untuk keunggulan dari *multirotor* yaitu dapat terbang pada area yang lebih sempit dan tidak perlu memerlukan peluncur karena cara terbang pada multirotor adalah *Vertical Takeoff and Landing (VTOL)*WAHYUDIN (WAHYUDIN). Kelebihan menggunakan VTOL ialah memudahkan saat kendali

kontrol autonomous dan menghindari area yang susah dijangkau serta tidak membutuhkan landasan yang sangat luas. Multirotor dibagi menjadi berbagai jenis berdasarkan jumlah motor, mulai dari *bicopter*, *tricopter*, *quadcopter*, *heksacopter*, *octocopter*. Salah satu jenis multirotor yang sering digunakan adalah *quadcopter*, tipe ini mempunyai motor penggerak dan baling baling dengan bentuk frame yang bermacam-macam.

Quadcopter saat menjalankan suatu misi, membutuhkan landasan untuk *landing* berupa *helipad*, maka diterapkan proses pengelolaan citra agar dapat melakukan deteksi objek landasan yang berupa huruf H dengan menggunakan pemrosesan gambar (*image processing*) serta pengambilan video secara *real-time*. Deteksi objek dalam hal *image processing* digunakan sebagai penentu keberadaan objek sebagai masukan (*input*) citra digital yang kemudian akan diolah menjadi kualitas yang lebih baik Mulyawan (2011).

Penelitian mengenai deteksi objek *helipad* telah dilakukan oleh berbagai peneliti, di antaranya *Speeded Up Robust Features* (SURF) algorithm dengan pemrosesan gambar dan visual komputer menggunakan *point* pencocokan *fitur* gambar, maka teknik berhasil mendeteksi *helipad* tetapi tingkat akurasi yang masih kurang baik Prakash & Saravanan (2016). Kemudian *Scale Invariant Feature Transform* (SIFT) yang menggunakan bakat menggambar serta mencocokkan konten gambar digital antara pemandangan yang berbeda dalam suatu adegan, namun fitur SIFT ini mendeskripsikan gambar yang memiliki ukuran besar dan lambat saat proses perhitungan Cesetti et al. (2009). Selanjutnya *Normalized Wavelet Descriptor* (NWD) yang meneliti perbandingan performa antara NWD dengan momen geometris dan *The Fourier Descriptor* (FD). Namun, penelitian yang dilakukan menggunakan database dari gambar *helipad*, belum diaplikasikan secara *real-time* Nsogo et al. (2007). Kemudian metode *Edge Distribution Function* (EDF) Algorithm berfungsi mendeteksi lingkaran luar serta mendeteksi huruf H dari *helipad* yang dilakukan dengan memposisikan UAV tepat di atas *helipad*.

Kelemahan dari penelitian ini adalah semakin besar ukuran *helipad* semakin lama operasi untuk mendeteksi *helipad* tersebut Lee et al. (2012).

Penelitian yang disebutkan diatas memperoleh hasil deteksi pacu *helipad* dengan keakuratan yang bagus. Namun, penelitian itu dinilai masih memiliki kekurangan dan masalah diantaranya adalah nilai keakurasian yang belum optimal dan kecepatan saat memproses gambar yang tergolong membutuhkan waktu yang lama. Bidang penelitian tanah serta pergerakan dari kamera juga menjadi suatu kendala saat pengambilan gambar ataupun video secara *real-time*. Sehingga, pada saat penelitian kali ini untuk deteksi landasan pacu *helipad* digunakan metode algoritma *You Only Look Once*(YOLO). Seperti pada penelitian Sabir Hossain dan Deokjin Lee Hossain & Lee (2019) yang menerapkan metode algoritma CNN untuk deteksi multi objek menggunakan UAV dengan berbagai macam metode seperti CNN, YOLO, dan *Graphics Proccesing Unit*(GPU). Saat penelitian tersebut dilakukan algoritma YOLO dinilai cukup baik, hal tersebut dapat ditentukan dari hasil uji coba yang telah dilaksanakan.

Yolo merupakan algoritma pengembangan yang menggunakan jaringan saraf dan digunakan sebagai deteksi objek secara *real-time*. Yolo adalah salah satu hasil pengembangan dari metode algoritma CNN. Dalam penelitian *quadcopter* penggunaan metode YOLO masih sangat jarang digunakan, maka dari itu metode YOLO akan digunakan untuk penelitian mendeteksi keberadaan landasan *helipad* secara *real-time*.

B. Identifikasi Masalah

Landasan merupakan hal yang dirasa tidak asing didengar dalam dunia penerbangan, menjadi sarana penting saat menjalankan transportasi udara. Landasan *helipad* salah satu bagian dari landasan yang digunakan oleh penerbangan dalam hal ini digunakan *Fixed Wing Drone* mode VTOL sebagai objek yang akan dideteksi dan akan mendarat di landasan tersebut. Kendala yang biasa terjadi pada UAV salah satunya kesulitan saat melakukan *landing* pada

landasan. Kesulitan ini bisa diatasi dengan pembaharuan pada UAV yakni dengan mengembangkan visi *landing* dengan cara melakukan deteksi pada *helipad* guna mengurangi resiko kecelakaan yang bisa merugikan banyak pihak dan kemungkinan dapat menyebabkan kematian. Pengembangan teknologi seperti deteksi landasan *helipad* ini dapat memudahkan UAV untuk mendarat secara benar dan tepat sasaran, yaitu dengan deteksi landasan menggunakan misi visi dari kamera yang diletakan pada bagian bawah UAV.

Maka sebab itu, pemanfaatan penggunaan teknologi *image processing* perlu diterapkan. Namun pengembangan metode ini, tingkat keakurasian dan kecepatan proses deteksi masih perlu dikembangkan dalam teknologi *image processing* tersebut. Berbagai macam metode yang bisa digunakan guna mendeteksi landasan *helipad* meliputi kelebihan serta kekurangan yang dimiliki oleh metode tersebut.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Wahana yang digunakan adalah *quadcopter*
2. Operasional *quadcopter* dibatasi pada kondisi lingkungan *outdoor* dengan keadaan angin yang relatif tenang, pencahayaan rendah dan cuaca ekstrem.
3. Pengiriman misi melalui telemetri ke *quadcopter* dibatasi jarak antara laptop dan *quadcopter* yang tidak lebih dari 3 meter, karena jika lebih pengiriman misi akan terputus.
4. Algoritma YOLO akan memakai media *platform* Python.
5. Objek yang dideteksi merupakan landasan helipad.
6. Pengambilan gambar objek deteksi oleh *quadcopter* akan dilakukan pada lapangan luas dan secara *real-time*.

D. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan, identifikasi masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana desain *quadcopter* yang menggunakan helipad sebagai pemandu untuk pendaratan?
2. Bagaimana cara mengimplementasikan metode algoritma YOLO pada sistem *quadcopter* agar memastikan pendaratan aman dan efisien?
3. Bagaimana perancangan sistem deteksi *Landing Pad*?

E. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan sistem deteksi objek guna deteksi landasan *helipad* yang digunakan pada *quadcopter*.
2. Mengembangkan serta menguji hasil performasi metode YOLO dalam deteksi landasan *helipad* yang dapat diterapkan pada *quadcopter*.

F. Manfaat

Manfaat yang dapat diharapkan dari penelitian ini ialah pendaratan dilakukan secara otomatis pada landasan *helipad* ditentukan dengan acuan citra. Selain manfaat tersebut penelitian ini juga bermanfaat untuk mahasiswa dan perkembangan IPTEK, berikut penjabaran dari manfaat tersebut:

1. Mahasiswa

Mahasiswa dapat meningkatkan pengetahuan serta pengalaman pada bidang robot terbang khususnya *quadcopter* untuk kemudian dikembangkan lebih lanjut agar dapat bermanfaat di masa selanjutnya.

2. IPTEK

- a. Mengabungkan bidang ilmu pengetahuan yakni elektronika, sistem kontrol, dan pemrograman.
- b. Berpotensi untuk dikembangkan supaya dapat meringankan pekerjaan manusia.
- c. Peningkatan akurasi dan efisiensi *quadcopter* dalam melakukan tugas tugas spesifikasi seperti pendaratan otomatis di *helipad*.

G. Keaslian Gagasan

Berbagai macam penelitian yang telah dilakukan dengan berbagai metode mengenai *object detection* untuk deteksi *helipad*, seperti yang telah dilakukan oleh Rom Prakash dan kawan-kawan yang melakukan percobaan deteksi *helipad* dengan menggunakan metode *Speeded Up Robust Features* (SURF). Metode ini dilakukan dengan cara mencocokkan titik fitur dari gambar yang telah diambil sebelumnya. Mereka membandingkan metode SURF dengan SIFT, dari perbandingan yang telah dilakukan SURF lebih unggul dibandingkan dengan SIFT, dimana SURF lebih kuat pada perubahan skala, rotasi dalam dan luar pesawat. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa metode ini dapat melakukan deteksi dalam kurun waktu rata-rata 28ms sedangkan SIFT 60ms Prakash & Saravanan (2016). Namun didapatkan kekurangan dalam penelitian ini ialah hanya menggunakan template gambar yang telah ada, tidak dilakukan secara *real time* atau dilakukan secara manual.

Penelitian lainnya yang dilakukan Andrea Casetti dan kawan-kawan metode yang dibahas ialah metode *Scale Invariant Feature Transform* (SIFT) yang memiliki fitur invarian penggambaran yang lebih kuat dan menyesuaikan antara konten gambar yang digital dengan pemandangan yang beda. Mereka memakai SIFT dengan dua cara yang berbeda, yakni dengan membagi gambar dalam sebuah sub gambar dan menyesuaikan parameter SIFT untuk setiap sub pada gambar dan menghitung ekstraksi fitur, hanya jika bermanfaat. Hasil yang didapatkan pada penelitian yang dilakukan ialah deteksi *helipad* membutuhkan waktu 60ms dan proses 5fps. Pendeskripsian visi yang tergolong besar dan memakan waktu yang lama, lingkungan yang tidak dikenal dan keamanan dalam menghindari berbagai hambatan serta tidak stabil efek tanah menjadu kekurangan dalam penelitian yang dilakukan tersebut Casetti et al. (2009).

Selain itu, metode *Normalized Wavelet Descriptor* (NWD) yang dikembangkan oleh G. F. Nsgo serta tim yang menunjukkan perbandingan kinerja

metode NWD dengan momen geometris dan *Fourier Desriptor* memanfaatkan database gambar, dengan menggunakan fitur garis tepi *helipad* dan algoritma untuk setiap gambar yang digunakan, dengan dikembangkan [penelitian ini akan berguna untuk sebagian besar jenis objek pendaratan, tidak terbatas pada *helipad* saja. Mereka melakukan pengujian dengan menggunakan database gambar *helipad* dengan 153 gambar, hasilnya 151 gambar berhasil terdeteksi dengan persentase keberhasilan 98,7%Nsogo et al. (2007). Namun dari keberhasilan yang terjadi, mereka masih menggunakan database dari gambar *helipad* dan belum melakukan pengujian metode secara *real time*.

Selanjutnya penelitian yang di lakukan Sewon Lee, Kwangryul Baek dan temanya Jiwon Jang dengan menggunakan metode *Edge Distribution Function(EDF)*Lee et al. (2012). Dengan menggunakan algoritma morfologi sederhana dan EDF guna mengekstrak fitur *helipad*. Mereka mengekstrak fitur *helipad* menjadi dua langkah pengerajaan, yaotu dengan ekstraksi fitur lingkaran luar dan karakter dalam huruf H. penelitian ini menggunakan proses ADSP-BF548 *Blackfin*. Didapatkan hasil deteksi *helipad* dengan tingkat kecepatan pemrosesan 10 *fps* dengan 15000 data gambar pada ketinggian 15 meter serta waktu 13 sampai dengan 15 detik. Mereka menyampaikan bahwa yang menjadi kelemahan saat penelitian ialah semakin besar ukuran *helipad* maka semakin lama sistem dapat beroperasi untuk mendeteksi halipad tersebut.

Pada penelitian ang telah disebutkan sebelumnya, terdapat beberapa kelamahan dan kekurangan yang akan menjadi kendala dalam deteksi *helipad*. Maka dari itu, digunakan metode YOLO sebagai deteksi landasan *helipad*. Dalam penelitian Sabir Hossain dan Deokjin LeeHossain & Lee (2019), Yolo mampu mendeteksi berbagai jenis objek seperti pohon, manusia, mobil pada pengaplikasian UAV dengan jarak berkisar 2-39 *fps* tergantung pada sistem yang dipakai dengan tingkat akurasi mencapai 81% sampai dengan 85%.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Quadcopter

Quadcopter adalah salah satu jenis unmanned aerial vehicle (UAV) yang memiliki empat aktuator dan dapat dikendalikan dengan memvariasikan kecepatan dari masing - masing aktuator. *Quadcopter* biasa digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pengiriman paket, pemetaan di udara, survei lingkungan, pemantauan tanaman dari udara, pengawasan keamanan laut, dan pencarian dan penyelamatan korban hilang. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Quadcopter

Kelebihan *Quadcopter* adalah kemampuan manuvernya yang sangat baik dan kemudahan konstruksinya, sehingga *quadcopter* dapat digunakan di wilayah yang sempit dan sulit dijangkau oleh pesawat terbang lainnya Priansyah (2016). Namun, *quadcopter* juga memiliki beberapa kekurangan, seperti kestabilan yang kurang dan durasi terbang yang singkat. Oleh karena itu, penggunaan *quadcopter* harus diperhatikan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan aplikasinya agar misi yang di jalankan dapat tercapat. Pendaratan pada *quadcopter* merupakan kondisi yang krusial dan memerlukan kestabilan yang sangat baik. Namun, karena *quadcopter* dikendalikan secara eksternal oleh pilot yang berada jauh dari *quadcopter* itu sendiri, seringkali menghadirkan tantangan dalam melakukan

pendaratan dan meningkatkan risiko kecelakaan terbang. Dalam pengembangan UAV, terdapat tiga kategori tantangan yang secara umum dihadapi, termasuk efisiensi aerodinamika, peningkatan pembebanan, dan masalah kontrol dan stabilitas.

1. Flight Controller(FC)

Flight controller adalah perangkat yang mengendalikan drone/UAV. *Flight controller* menerima masukan dari berbagai sensor yang terdapat pada drone diantaranya giroskop, akselerometer, magnetometer, dan barometer. Pengontrol menyesuaikan setiap motor untuk menghasilkan daya dorong yang tepat sehingga drone dapat terbang dengan stabil. Dalam beberapa sistem yang lebih kompleks, pengontrol lalu lintas udara dapat beroperasi secara otomatis dan semi-otomatis?. Terdapat berbagai jenis dan versi pengontrol penerbangan, yang mana jenisnya dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu *opensource* dan *closed source*. Pada *opensource light controller*, pengguna dapat melakukan modifikasi terhadap software maupun hardware pada *flight controller* tersebut. *Open source flight controller* pada umumnya memiliki pilihan perangkat pendukung yang lebih luas. Beberapa contoh *opensource flight controller* diantaranya CC3D, Sparky, MultiWii APM dan lain – lain. Pada *closed source flight controller* pengguna tidak dapat melakukan modifikasi pada *software* maupun *hardware flight controller*. Beberapa *closed source flight controller* diantaranya Super-X, Mini-X, DJI NAZA. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Flight Controller

2. Motor Brushless

Motor Brushless DC (BLDC) adalah salah satu jenis dari motor DC yang memiliki eksitasi terpisah dan akan aktif apabila diberikan tegangan searah (Direct Current/DC). Tegangan searah tersebut nantinya dikonversi menjadi sinyal AC untuk menggerakkan motor. Sinyal kendali kecepatan motor dihasilkan dari receiver. Sama seperti namanya, sebagai pergantian medan magnet motor BLDC tidak menggunakan sikat, tetapi dilakukan dengan komutasi secara elektronik. Motor BLDC terdiri dari dua bagian utama yaitu stator dan rotor Irawan & SS (2020). Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Motor Brushless

Bagian stator berupa kumparan listrik dan pada bagian rotor merupakan medan magnet. Perbedaan utama dari motor BLDC dan DC-MP (Direct Current Magnetic Permanent) adalah pada gaya gerak yang dihasilkan oleh pembangkitan medan magnet. Pada motor DC-MP medan magnet tetap berada pada stator dan medan magnet yang dikontrol berada di rotor. Sebaliknya, pada motor brushless DC, medan magnet tetap berada di rotor dan untuk mengontrol gerak digunakan pembangkitan medan magnet stator.

3. Electronic Speed Controller (ESC)

Electronic Speed Controller(ESC) merupakan sebuah komponen dengan fungsi untuk mengatur kecepatan putaran motor terutama motor *brushless* DC

pada pesawat RC atau helicopter RCPranita (2023). Cara kerja nya yaitu dengan menerjemahkan sinyal yang diterima receiver dari transmitter. Sinyal tersebut akan dikonversikan menjadi pengaturan daya yang nantinya dikirim dari catu daya menuju motor *brushless* DC. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Electronic Speed Controller (ESC)

4. Propeller

Propeller atau baling-baling adalah sebuah benda yang dapat menjalankan pesawat terbangAziz & Wahyudi (2021). Pada *quadcopter*, *propeller* terpasang pada motor *brushless*, sehingga pada saat motor *brushless* berputar tenaga putaran tersebut akan dipindahkan dengan mengkonversi gerakan rotasi menjadi gaya dorong (thrust) untuk dapat menjadikan *quadcopter* bergerak dan terbang. Terdapat berbagai jenis *propeller* yang dibuat dengan menyesuaikan spesifikasi dan kebutuhan dari wahana. Parameter seperti bahan pembuatan, ukuran dan jenis *propeller*, tipe *propeller* erat kaitannya dengan gaya dorong (thrust) yang nantinya dapat dihasilkan dari motor *brushless*. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 propeller

Untuk itu, pemilihan *propeller* menjadi hal yang penting dalam merancang UAV seperti *quadcopter*. *Propeller* dapat menghasilkan gaya dorong pada saat berputar searah jarum jam (*clockwise*) maupun berlawanan arah jarum jam (*counter-clockwise*) bergantung pada sisi mana yang diberi gaya dorong pada saat diputar. Ukuran dari *propeller* dapat ditunjukkan dalam bentuk diameter dan pitch. Diameter merupakan jarak antar kedua bilah *propeller*. Pitch merupakan jarak yang dihasilkan dari satu bilah yang diputar dalam satu rotasi putaran *propeller*.

5. Telemetry 433 MHz

Telemetry adalah sebuah perangkat dalam satu modul yang berfungsi untuk mengirimkan dan menerima data melalui sinyal radio Sirajuddin (2023). Sinyal radio sendiri merupakan gelombang elektromagnetik dengan rentang frekuensi dari sekitar 300 kHz sampai 300 GHz, yang mana terdiri dari frekuensi yang digunakan untuk komunikasi atau sinyal radar. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Telemetry 433 MHz

Secara umum, telemetry yang biasa digunakan menggunakan rentang nilai frekuensi sekitar 433 MHz (433,666 MHz). Terdapat dua buah bagian utama dari telemetry yaitu bagian transmitter dan receiver. Transmitter merupakan bagian yang memiliki fungsi sebagai pengirim dan receiver merupakan bagian yang memiliki fungsi sebagai penerima data. Kedua bagian tersebut dapat bekerja secara dua arah dalam menerima dan mengirimkan data.

6. Radio Control

Radio controlled system (RC) system sudah banyak digunakan dalam berbagai macam keperluan, diantaranya mengoperasikan wahana darat, air maupun udara dari jarak jauh?. RC system umumnya terdiri dari dua bagian utama yaitu Perangkat pengirim atau transmitter dan perangkat penerima atau receiver. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Radio Control

Transmitter adalah perangkat yang menterjemahkan input dari pengguna menjadi sinyal radio dan selanjutnya akan diterima oleh receiver. Receiver adalah perangkat yang berfungsi untuk menterjemahkan sinyal radio menjadi sinyal yang dapat dimengerti oleh flight controller. Terdapat tiga jenis RC receiver yaitu Parallel PWM, PPM dan serial receiver

7. Frame Quadcopter

Frame *quadcopter* F450 berfungsi sebagai tempat pemasangan komponen-komponen *quadcopter* Airlangga (2023). Frame F450 memiliki 4 buah bilah sebagai tempat motor brushless dipasang. Pada sisi tengah terdapat 2 tingkat tempat komponen lainnya diletakkan. Pada tiap ujung bilah frame terdapat kaki yang digunakan untuk menopang *quadcopter* ketika berada di ground. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Frame quadcopter

8. Global Positioning System(GPS)

GPS merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk menentukan letak di permukaan bumi dengan bantuan penyelarasan sinyal satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro yang diterima oleh alat penerima di permukaan bumiSyaddad (2020). Teknologi navigasi berdasarkan satelit ini menyediakan informasi posisi, ketinggian, kecepatan, dan waktu dari GPS penerima, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengetahui lokasi mereka di permukaan bumi. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Global Positioning System

Alat ini di desain untuk kebutuhan tujuan militer yang kemudian berkembang menjadi alat yang dapat digunakan di kalangan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan yang sesuai dengan fungsi dari GPS. Perbedaan waktu memberitahu penerima GPS seberapa jauh satelit tersebut.

9. Kamera

Kamera FPV adalah komponen kunci dalam sistem drone FPV, yang menangkap video real-time yang dikirimkan ke kacamata atau monitor pilot Fauyan et al. (2023). Kamera kecil dan ringan ini memiliki latensi sangat rendah, rentang dinamis lebar, dan memberikan informasi visual penting bagi pilot drone FPV untuk bernavigasi dan melakukan manuver. Dalam drone autonomous, kamera berperan untuk menangkap objek untuk dideteksi. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Kamera FPV

10. Baterai Lipo

Baterai Lithium Polimer (disingkat Li-poli, Li-Pol, LiPo, LIP, PLI atau LiP) adalah baterai isi ulang (baterai sel sekunder). Baterai ini terdiri dari beberapa komponen seperti elektroda (anoda dan katoda), separator dan elektrolit. Kualitas elektroda menjadi salah satu faktor yang dapat berpengaruh pada performa baterai Hanif (2023). Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.11



Gambar 2.11 Baterai Lipo

Selain ramah lingkungan, keunggulannya diatas baterai Li ion, untuk perawatan baterai Lithium Polimer, tak jauh berbeda dengan Lithium Ion. Akan tetapi, penanganannya harus ekstra hati-hati mengingat sifatnya yang cukup “liquid” sehingga bila terkena tekanan cukup keras bisa menyebabkan bentuk baterai berubah.

11. Video Transmitter

Wireless video transmitter adalah perangkat yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal video dari suatu perangkat pemancar (transmitter) ke perangkat penerima (receiver) tanpa menggunakan kabel Widyanto (2019). Transmisi video nirkabel ini memberikan fleksibilitas yang tinggi dalam produksi video, karena memungkinkan kamera atau perangkat video lainnya untuk bergerak bebas tanpa terikat oleh kabel. *Wireless* video transmitter bekerja dengan mengubah sinyal video menjadi sinyal nirkabel yang dapat ditransmisikan melalui frekuensi radio atau gelombang inframerah. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.12



Gambar 2.12 Video Transmitter

Pemancar akan mengirimkan sinyal video yang ditangkap oleh penerima, dan penerima akan mengembalikan sinyal tersebut menjadi sinyal video yang dapat diterima dan ditampilkan pada perangkat *output*, seperti monitor atau layar televisi.

12. Receiver

Radio *receiver* adalah sebuah perangkat untuk menangkap sinyal *transmitter*, dimana outputnya berupa data yang bernilai sama dengan data yang dipancarkan oleh *transmitter* Tohari (2014), kemudian mengubah sinyal data yang dapat di proses lebih lanjut oleh *flight controller*, *receiver* umumnya di fungsikan pada sistem komunikasi nikabel, seperti televisi dan radio. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.13.

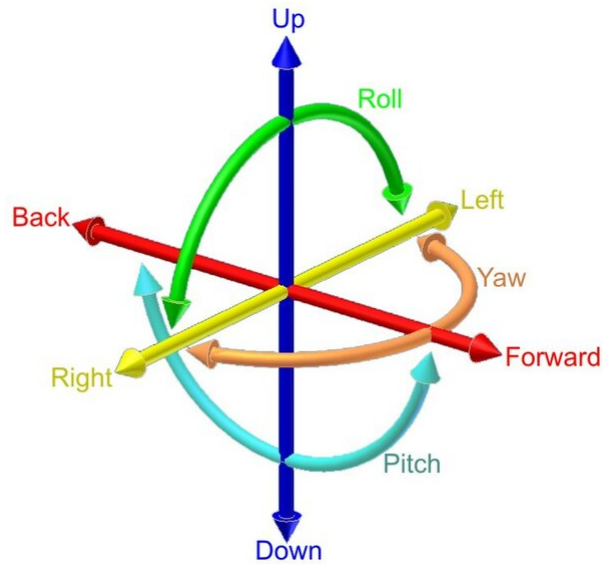


Gambar 2.13 Receiver

Radio *receiver* terdiri dari beberapa komponen seperti antena guna menerima sinyal, tuner guna menentukan frekuensi yang akan diterima, dan demodulator guna mengubah sinyal modulasi menjadi bentuk data yang dapat di proses *flight controller*, Radio *receiver* tersedia dari berbagai jenis protokol guna menghubungkannya dengan *transmitter* pengguna dapat melakukan proses *bind*, pastikan protokol antara *receiver* dan *transmitter* sama agar dapat terhubung.

B. Prinsip Gerak Quadcopter

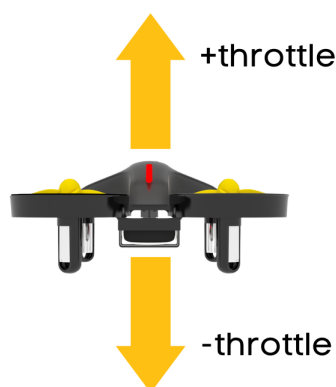
Quadcopter memiliki gerakan berupa naik, turun, mundur, maju, bermanuver ke kiri dan kanan serta dapat berputar searah dengan jarum jam maupun berlawanan, hal ini dapat terjadi dikarenakan memiliki 6DoF atau biasa disebut dengan konfigurasi x,y, dan z. Sudut x berfungsi pada gerakan *yaw*, sudut y berfungsi pada gerakan *pitch* dan sudut z berfungsi pada gerakan *roll*, untuk dapat melakukan gerakan tersebut konfigurasi pada arah putaran motor. Hal tersebut di tunjukkan pada gambar 2.14



Gambar 2.14 Prinsip Gerak Quadcopter

1. Throttle

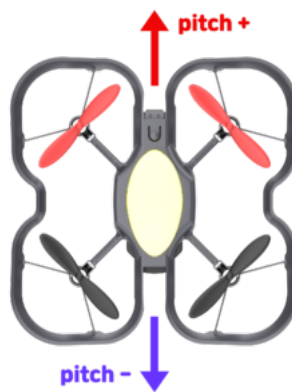
Gerakan naik turun disebut *Throttle*, untuk gerakan naik konfigurasi dari putaran motor yaitu semua motor bergerak lambat untuk menghasilkan gaya turun dan untuk gerakan naik semua motor bergerak cepat agar dapat menghasilkan daya angkat pada *quadcopter* Quan et al. (2020). Hal tersebut di tunjukan pada gambar 2.15



Gambar 2.15 Throttle

2. Pitch

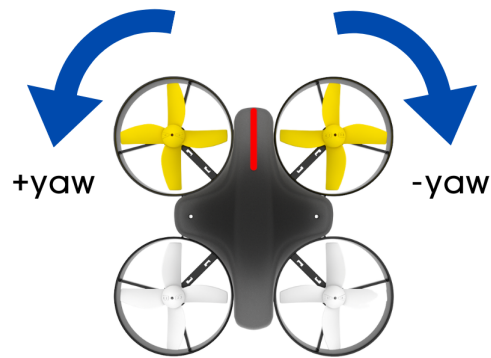
Gerakan yang dilakukan drone untuk maju dan mundur di sebut *pitch*, dapat dilakukan dengan gerakan 2 motor bagian belakang bergerak cepat agar menghasilkan daya dorong maju dan 2 motor pada bagian depan bergerak normal, untuk dapat melakukan gerakan mundur 2 motor pada bagian depan berputar cepat sedangkan 2 motor bagian belakang bergerak normal Quan et al. (2020). Hal tersebut di tunjukan pada gambar 2.16



Gambar 2.16 Pitch

3. Yaw

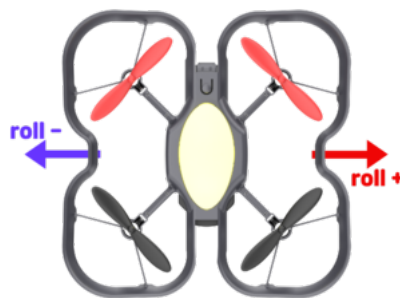
Gerakan *yaw* pada drone untuk berputar searah dan berlawanan dengan jarum jam, untuk putaran berlawanan dengan jarum jam konfigurasi motor depan sebelah kanan dan motor belakang sebelah kiri bergerak cepat, kemudian untuk putaran searah jarum jam dapat dilakukan sebaliknya Quan et al. (2020). Hal tersebut di tunjukan pada gambar 2.17



Gambar 2.17 Yaw

4. Roll

Gerakan manuver kanan dan ke kiri disebut *roll*, untuk melakukan gerakan manuver baik kanan dan kiri, terdapat konfigurasi putaran motor, manuver kanan konfigurasi dari putaran 2 motor bagian kiri secara cepat dan 2 motor bagian kanan bergerak normal dan untuk melakukan manuver kiri sebaliknyaQuan et al. (2020).Hal tersebut di tunjukan pada gambar 2.18



Gambar 2.18 Roll

C. Open CV

Open Computer Vision, merupakan sebuah library gratis yang digunakan untuk melakukan *image processing* yang dikembangkan oleh Intel Corporation. Bertujuan agar komputer mempunyai kemampuan yang mirip dengan cara pengolahan visual pada manusia. Modul pustaka OpenCV ini dibangun dengan

fleksibel untuk menyelesaikan sebagian besar masalah computer vision yang solusinya memang telah tersedia, seperti memotong citra (*cropping*), meningkatkan kualitas citra dengan memodifikasi kecerahan, ketajaman, kontras, deteksi benuk, segmentasi citra, deteksi objek yang bergerak serta mengenali objek seperti *landing pad* Ratna (2020).

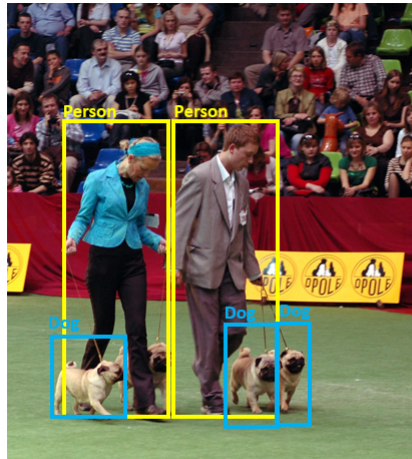
D. Computer Vision

Computer Vision adalah cabang dari kecerdasan buatan serta ilmu komputer yang fokus pada pengembangan algoritma serta teknik guna memungkinkan komputer memperoleh, memproses, serta memahami informasi visual di dunia nyata Dipura et al. (2024). *Computer Vision* kini telah meluas ke berbagai bidang mulai dari perekaman hingga data mentah hasil ekstraksi pola gambar serta interpretasi informasi. Ini memiliki konsep, teknik, serta ide dari proses gambar digital, pengenalan pola, kecerdasan buatan dan grafis komputer. Sebagian besar tugas dalam *Computer Vision* berkaitan dengan proses memperoleh informasi mengenai peristiwa ataupun deskripsi. Visi pada komputer adalah kombinasi pemrosesan gambar serta pengenalan pola gambar. *Output* dari proses tersebut ialah *Computer Vision* paham akan gambar yang telah di *input* sebelumnya. Pengembangan bidang ini dilakukan dengan adaptasi kemampuan penglihatan manusia saat mengambil informasi yang berada dihadapannya. *Computer Vision* berkembang serta bergantung pada sistem teknologi komputer, baik tentang peningkatan kualitas gambar maupun pengenalan gambar. Berikut contoh *Computer Vision* yang ada:

1. Object Detection

Tugas deteksi objek mengenali atau menentukan beberapa objek dalam sebuah gambar, kaitkan label dengan masing masing objek. keluaran deteksi objek berupa label kelas dan kotak pembatas pada setiap gambar. Sasaranya dengan mengidentifikasi objek dan menentukan lokasi pada gambar. Contoh kasus dari

objek deteksi menerbangan secara otonom. Hal tersebut di tunjukan pada gambar 2.19



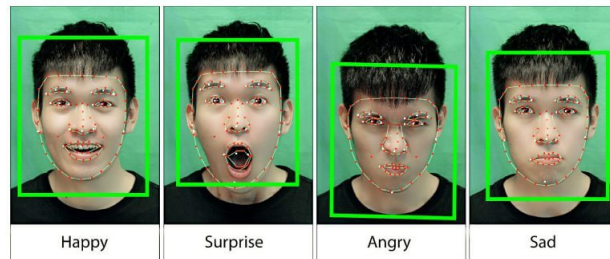
{Dog, Dog, Dog, Person, Person}

Gambar 2.19 Object Detection

2. Image Processing

Pengolahan citra (image processing) adalah teknik mengolah citra yang mentransformasikan citra masukan menjadi citra lain agar keluaranya memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan kualitas citra masukan sebelumnyaJAUHARIN (2015). Pengolahan citra sangat bermanfaat, diantara manfaat itu ialah untuk meningkatkan kualitas citra, mengidentifikasi objek, menghilangkan cacat pada citra, penggabungan dengan bagian citra yang lain. Dengan memanfaatkan teknologi tersebut, maka diharapkan adanya suatu aplikasi yang dapat menangkap suatu obyek yang ada di depan kamera bisa mengidentifikasi jenis objek serta mentracking objek yang dilakukan secara realtime. Dengan menggunakan webcam yang disambungkan ke PC (Personal Komputer) untuk menangkap gambar secara *real time*, kemudian gambar diolah menggunakan metode template matching berbasis *image processing*, dengan cara membandingkan image database yang telah dibuat dengan pengambilan gambar secara *real time*. sehingga komputer dapat mengidentifikasi dan melakukan

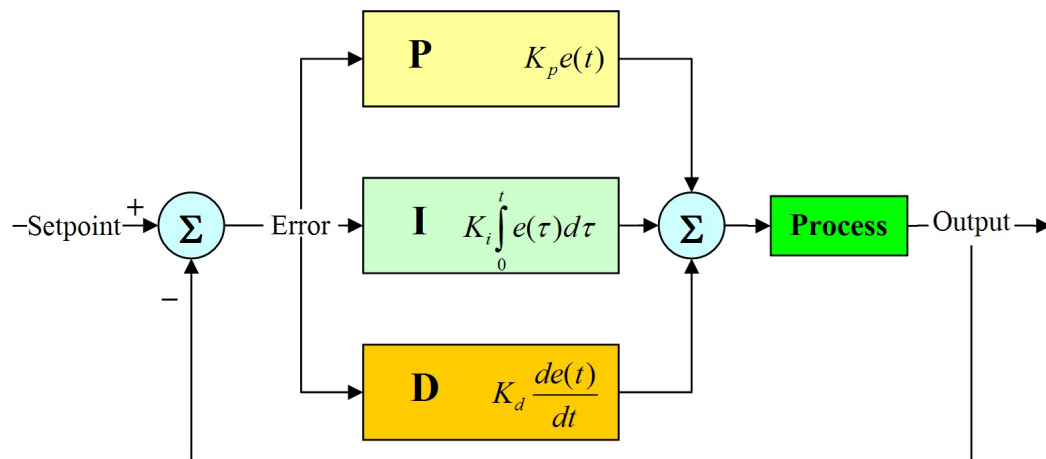
tracking objek tersebut. Apabila cocok dengan database, maka output yang dihasilkan berupa suara yang sesuai dengan gambar objek. Hal tersebut di tunjukan pada gambar 2.20



Gambar 2.20 Image Processing

E. PID Controller

Kendali PID merupakan pengendali pada sistem umpan balik yang banyak digunakan pada sistem kontrol secara umum dan dalam skala besar. Kontroler berupaya untuk meminimalkan dan mengecilkan nilai pada keluaran dengan mengatur dan menyesuaikan input proses *control*. Kendali PID terdiri dari tiga buah parameter konstan yang terpisah yaitu Proportional, Integral dan Derivative. Dari ketiga parameter tersebut dapat dinotasikan dengan P, I dan D Leal et al. (2021). Nilai proportional (P) menentukan nilai kesalahan pada saat ini, nilai integral (I) menghitung nilai kesalahan dari sebelumnya, dan nilai derivative (D) memprediksi nilai kesalahan yang akan terjadi. Jumlah kesetimbangan dari ketiga parameter tersebut dapat digunakan untuk mengatur dan mengontrol suatu sistem (*plant*) menjadi hasil keluaran respon sesuai yang diinginkan. Hal tersebut di tunjukan pada gambar 2.21



Gambar 2.21 PID Controller

F. Python

Python adalah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi bersifat interpreter, interaktif, *object-oriented* dan dapat beroperasi pada semua platform seperti Linux, Windows, Mac, dan platform lainnya. Python adalah salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi yang mudah untuk dipelajari karena sintaks yang jelas, yang dikombinasikan dengan penggunaan modul-modul yang mempunyai struktur data tingkat tinggi, serta siap untuk digunakan. *Source code* aplikasi python biasanya akan dikompilasi menjadi format perantara yang dikenal dengan *byte code* yang kemudian akan dieksekusi Ratna (2020).

G. Mission Planner

Mission Planner adalah produk dari ardupilot, software yang diciptakan oleh Michael Osborn dan tim pengembangannya yang diberi nama *ardupilot*, ini digunakan sebagai GCS untuk pesawat dan *quadcopter* yang menggunakan *firmware* dari *ardupilot* Kurniawan et al. (2022). Hal tersebut ditunjukkan pada gambar 2.22



Gambar 2.22 Mission Planner

Mision planner dikembangkan secara khusus untuk merencanakan *autonomous flight*, menjalankan misi tertentu dan juga digunakan untuk pemetaan. Dengan demikian perhitungan manual mengenai ketinggian, kecepatan, skala, dan lainnya dapat di otomasi. Sebelum quadcopter di terbangkan harus di konfigurasi secara menyeluruh mulai dari penggunaan parameter yang cocok untuk sebuah misi, pengaturan PID, kalibrasi pengontrol kecepatan elektronik, koneksi antara *remote control* dengan *quadcopter* serta kalibrasi kompas.

BAB III KONSEP RANCANGAN

A. Waktu dan Tempat

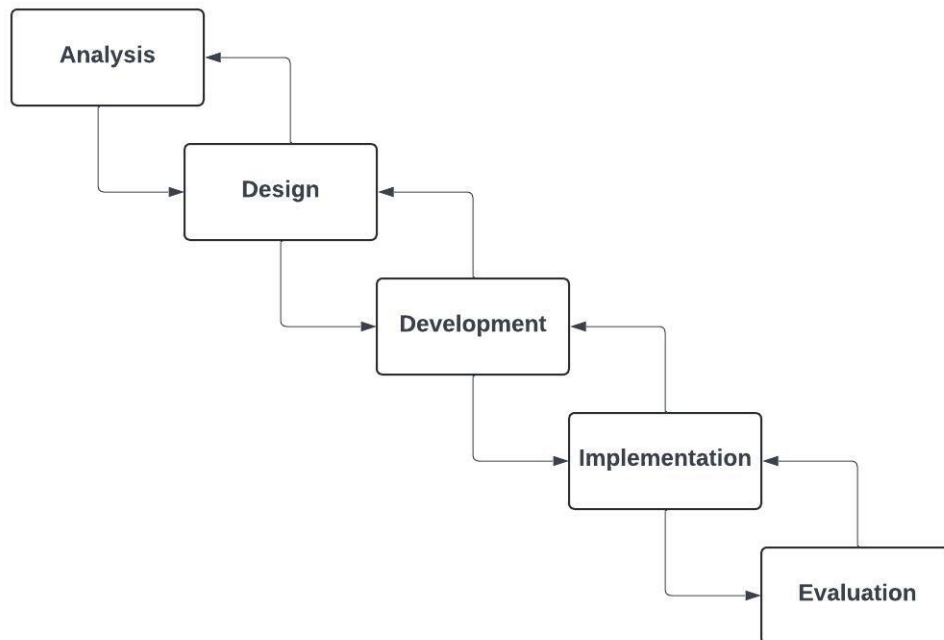
Penerbangan dilakukan kurang lebih 2 semester sekitar pukul 10:00 - 15:30 WIB, kemudian untuk uji coba *quadcopter* memerlukan area yang luas, berumput, serta jauh dari jangkauan anak-anak. Maka dari itu untuk dapat terlaksana penelitian dengan baik dan aman, penelitian dilakukan pada lapangan terbuka yang bernama Lapangan Sono Royo Kayen, Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

B. Model Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah RnD/Research and Development adalah suatu proses pengembangan perangkat pendidikan yang dilakukan melalui serangkaian riset yang menggunakan berbagai metode dalam suatu siklus yang melewati berbagai tahapan. Pengertian pengembangan menurut Okpatrioka (2023), RnD merupakan suatu proses pengembangan perangkat pendidikan yang dilakukan melalui serangkaian riset yang menggunakan berbagai metode dalam suatu siklus yang melewati berbagai tahapan. Research and Development (RnD) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Berdasarkan definisi-definisi diatas dapat dijelaskan bahwa penelitian pengembangan adalah penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan untuk menyempurnakan suatu produk yang sesuai dengan acuan dan kriteria dari produk yang dibuat sehingga menghasilkan produk yang baru melalui berbagai tahapan dan validasi atau pengujian.

Dalam penelitian ini model yang diterapkan yaitu model penelitian ADDIE. Model ini berisi 5 proses yaitu Analysis, Desain, Development, Implementation, Evaluasiom (ADDIE). Model perancangan alat yang digunakan adalah prototype *quadcopter* yang bertujuan agar dapat membaca *landing pad* sesuai perintah yang

telah di buat sebelumnya. Model dari pengembangan ADDIE digunakan karena dinilai lebih rasional dan lengkap Satriawan (2023). Berikut merupakan penjelasan dari tahapan yang akan digunakan gambar 3.1:



Gambar 3.1 Metode Penelitian

Model dari pengembangan ADDIE digunakan karena dinilai lebih rasional dan lengkap. Berikut merupakan penjelasan dari tahapan yang akan digunakan:

1. Analysis

Analisis Tahap pertama suatu penelitian adalah menganalisis guna mengembangkan suatu produk baru dari pengembangan tersebut tercipta model, metode, media, dan bahan ajar yang layak sesuai dengan pengembangan produk sebelumnya. Pengembangan suatu produk dapat diawali dari masalah yang sudah ada. Masalah tersebut dapat muncul dan terjadi karena produk yang ada saat ini kurang relevan dengan kebutuhan sasaran, lingkungan belajar, teknologi yang semakin berkembang, dan sebagainya.

2. Design

Design Tahap kedua melakukan desain dalam model penelitian yang mengembangkan ADDIE merupakan proses sistematis yang dimulai dengan merancang konsep dan konten dalam produk tersebut. Pembuatan desain petunjuk penerapan diupayakan tertulis secara rinci agar dapat di pahami oleh orang lain yang melihat desain tersebut. Pada tahap ini rancangan dari produk masih bersifat konseptual dan akan mendasari proses pengembangan tahap berikutnya.

3. Development

Development Tahap ketiga merupakan Development dalam pengembangan ADDIE berisi mengenai kegiatan serta rancangan produk yang telah dibuat terlebih dahulu. Pada tahap sebelumnya, telah disusun kerangka konsep penerapan produk baru. Kerangka yang masih menjadi konsep tersebut selanjutnya direalisasikan menjadi produk yang siap untuk digunakan. Pada tahap ini juga perlu dibuat instrumen untuk mengukur kinerja dari produk baru yang telah di buat.

4. Implementation

Implementation Tahap keempat merupakan penerapan produk dalam pengembangan ADDIE dimaksudkan untuk memperoleh balasan atau umpan balik terhadap produk yang dikembangkan. Umpan balik awal dapat diperoleh dengan menanyakan beberapa hal yang berkaitan dengan tujuan pengembangan produk. Penerapan di fokuskan pada rancangan yang telah di bikin.

5. Evaluation

Tahap kelima pada penelitian pengembangan ADDIE dilakukan untuk memberi umpan balik atau evaluasi kepada pengguna produk, sehingga revisi dibuat sesuai dengan hasil evaluasi atau kebutuhan yang belum dapat terpenuhi oleh produk tersebut. Tujuan dari evaluasi akhir ini untuk mengukur ketercapaian dari pengembangan yang telah dilakukan.

C. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan adalah tahap awal penentuan topik penelitian dalam hal ini adalah pembacaan *helipad*. Dari topik tersebut kemudian dapat menentukan komponen apa saja yang akan digunakan saat membangun prototype. Tidak hanya menentukan jenis komponen namun juga dapat membandingkan kualitas pada komponen yang akan digunakan saat penelitian berlangsung. Dalam tahap analisis terdapat 3 jenis yakni menganalisis kebutuhan hardware, software, dan elektronik yang akan di pakai.

1. Hardware

1. *Landing skit* berfungsi membantu proses pendaratan pada *quadcopter*, *landing skit* sebagai penopang pada *quadcopter*, sehingga komponen di atasnya tidak langsung menyentuh permukaan tanah jika komponen langsung menyentuh tanah maka sangat besar resiko terjadinya kerusakan.
2. *Frame Quadcopter* berfungsi sebagai wadah atau tempat pemasangan komponen elektronik. *Frame* jenis F405 memiliki 4 sisi yang dapat digunakan sebagai tempat motor *brushless* dipasang.
3. Baut M2 berfungsi untuk mengabungkan beberapa komponen elektronik dan menjadi satu bagian yang memiliki sifat tidak permanen atau dapat di lepas pasang menggunakan obeng.
4. *Propeller* adalah salah satu komponen penting yang memiliki fungsi untuk memberikan daya angkat pada *quadcopter*, pengendalian arah, serta penyeimbangan. *Propeller* dapat berputas karena terdapat motor dibawahnya dari kerja tersebut menghasilkan gaya dorong yang dapat membuat quadcopter terbang.
5. *Damper* memiliki fungsi sebagai peredam saat guncangan terjadi, *damper* di pasang pada empat titik kanan kiri bagian bawah *flight controller*. Selain sebagai peredam dengan pemasangan damper juga dapat memaksimalkan pembacaan sensor yang berada di *flight controller*.

6. *StandGPS* berfungsi sebagai tempat GPS dipasang, letak stand GPS berada pada bagian atas *quadcopter*.

2. Software

1. *Mission Planner* adalah *software* yang menjadi stasiun *control* darat untuk *plane*, *copter*, dan *cover*. Di dalam *software* ini terdapat berbagai fitur lengkap yang dapat digunakan untuk proyek *autopilot*. Pada penelitian ini *mission planner* digunakan sebagai *software* yang dapat mengkonfigurasi FC mulai dari kalibrasi sensor hingga mengatur parameter seperti *ARMING CHECK*, *PID* dan lain lain.
2. *PhyCharm* adalah editor yang dapat digunakan selain *IDLE*, kelebihan nya lebih ringan serta praktik karena *PhyCharm* dibangun menggunakan *python*, maka dukungan terhadap bahasa pemrograman tersebut cukup lengkap. *PyCharm* mendukung beberapa perpustakaan, termasuk *Matplotlib* dan *SciPy*, yang membantu proyek ilmu data dan pembelajaran mesin. Fitur pemfaktoran ulang *PyCharm* membantu memperbaiki struktur program tanpa berdampak negatif pada kinerjanya. Pengguna dapat mengubah variabel lokal dan global dengan cepat dan global. Mereka juga dapat menggunakan metode ekstraksi untuk mengekstrak kelas dan fungsi yang luas. Ia juga memiliki banyak fitur lain seperti memperkenalkan konstanta atau variabel, *pull up*, *pull down*, dan *rename*.
3. *Honestech VHS to DVD 3.0 SE* software ini digunakan untuk membaca dan memberikan tampilan desktop yang tersambung pada camera *quadcopter*. *Honestech VHS to DVD 3.0 SE* memiliki fitur rekam yang berfungsi untuk mengumpulkan data hasil percobaan membaca landing patch pada *quadcopter*.
4. *BLHeli* terdapat *ESC* yang dapat diprogram mulai dari karakteristik putaran, arah putaran, dan kecepatan motor. *BLHeli* dipilih karena penggunaannya yang mudah di pahami, serta fitur di dalamnya lengkap.

3. Elektronik

1. *Flight Controller* PIXHAWK merupakan komponen utama dari otak penggerak yang dapat memberikan bantuan pada penerbangan *quadcopter*. *Flight Controller*(FC) merupakan perangkat yang akan menerima , memproses, dan mengeluarkan data. Pada penelitian ini PIXHAWK dipilih karena installasi mudah. Flight controller diisi dengan firmware ardupilot yang dapat bekerja secara *autonomous*.
2. ESC CYCLONE adalah komponen elektronik penghubung motor, baterai, dan *controller* yang digunakan sebagai pengubah kecepatan motor sehingga dapat mengatur gerakan yang terjadi pada *quadcopter*.
3. GPS berfungsi untuk memberikan posisi dan kecepatan mengenai *quadcopter*. GPS(Global Positioning System) merupakan kunci pergerakan arah quadcopter agar dapat menjalankan berbagai misi penting yakni RTH(*Return To Home*), RTL(*Return To Launch*), dan mode terbang *althold* serta *poshold*. Pada penelitian ini menggunakan GPS versi M10Q karena mudah untuk di konfigurasi
4. *Flight Controller* PIXHAWK merupakan komponen aktuator yang akan dapat mengkonversikan tenaga listrik yang berasal dari baterai menjadi tenaga mekanik berupa putaran. Motor akan mengkonversi data dari ESC menjadi putaran, motor memiliki berbagai macam variasi putaran sesuai dengan perintah program yang dikirimkan.
5. *Radio Control* digunakan sebagai pemberi perintah ke FC melalui receiver untuk kemudian di salurkan sinyal nya ke ESC. Pada mode *autonomous*, RC berfungsi sebagai pengaman *quadcopter* apabila terjadi kesalahan pada pengiriman program.
6. Baterai berfungsi sebagai pemasok listrik utama ke sistem gerak, lampu lampu dan komponen kelistrikan lainnya pada *quadcopter*. Pada penelitian ini digunakan baterai jenis 4S yang memiliki 4 *cell* dimana tiap *cell*

memiliki tegangan konstan sebesar 3.75 Volt. Agar baterai tetap dalam tegangan konstan yang sesuai maka penggunaannya harus hati-hati agar tidak merubah tegangan pada baterai tersebut.

7. *VideoReceiver* digunakan sebagai penerima data dari *videotransmitter* yang berupa *video*. Pada *videoreceiver* terdapat konfigurasi frekuensi dan *channel* yang mana harus diubah sedemikian rupa sehingga dapat terhubung dengan *video* transmitter.
8. Kamera dan *video* Transmitter digunakan sebagai mata untuk mendeteksi objek pada bagian bawah *quadcopter*. Objek yang terdeteksi kemudian ditangkap dalam satuan detik, diteruskan oleh *video* transmitter untuk diterima oleh *video* receiver yang terpasang pada laptop atau *ground control*. Pada *video* transmitter terdapat konfigurasi *channel* yang nantinya akan disesuaikan dengan *video* receiver agar dapat terhubung.
9. Telemetry 433MHz adalah perangkat elektronik yang berfungsi membaca data dan mengirimkannya. Dalam hal *quadcopter*, telemetry terbagi menjadi dua bagian yakni Ground dan Air. Pada perangkat ground berfungsi menerima data dari perangkat air dan dapat mengirimkan kembali data tersebut ke perangkat air. Sedangkan pada perangkat air *quadcopter* berfungsi mengirimkan data dari *quadcopter* dan menerima data dari perangkat ground.

D. Rancang Pengembangan Sistem

1. Desain Mekanik

Desain *quadcopter* yang digunakan pada penelitian ini adalah konfigurasi *frame quadcopter* yaitu dengan menggunakan empat propeller dengan X *frame* dan juga empat kaki sebagai tahanan wahana pada *quadcopter* saat berada di atas permukaan tanah. Desain mekanik wahana menggunakan konfigurasi 4 motor BLDC membentuk sudut 45 derajat dengan sumbu X dan Y pada wahana. Berikut desain wahana *quadcopter* yang digunakan pada penelitian ini, seperti ditunjukkan

pada gambar 3.2.

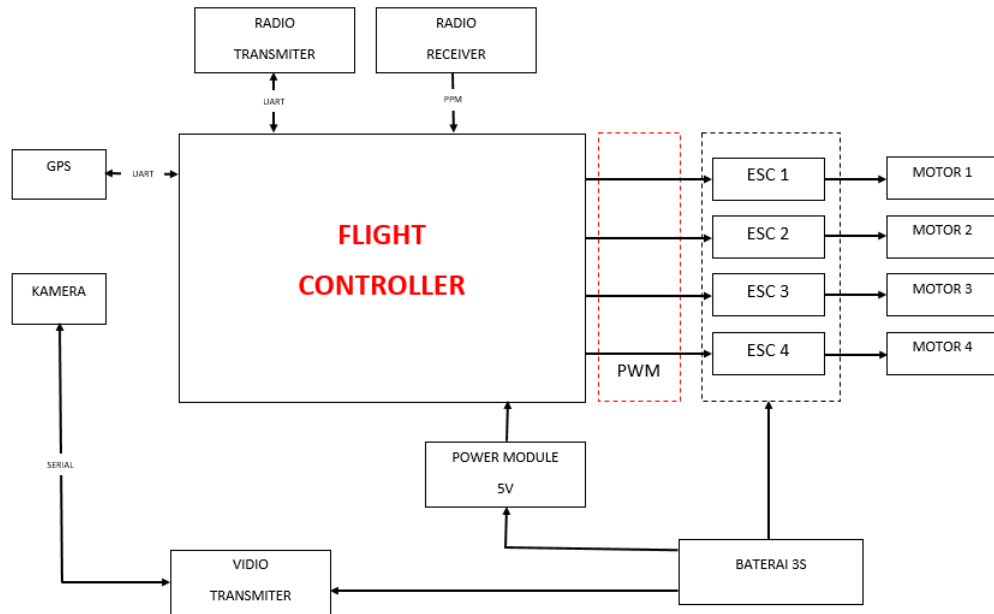


Gambar 3.2 Desain mekanik

Fungsi *webcam* sebagai sensor *vision* pada penelitian ini adalah untuk mengambil citra rekaman udara dan mengirimkan data ke komputer vision. Sistem menghasilkan deteksi frame dengan nama dan presentase nilai *confidence*.

2. Desain Elektrikal Pendeteksian

Komponen elektronik dipakai oleh *flight controller* dengan kabel sebagai penghubung antar komponen. Perakitan khusus terletak pada komponen ESC, karena terdapat aturan pemasangan kabel yang akan menentukan putaran arah motor. ESC 1 hingga ESC 4 memiliki kabel data yang terpasang secara berurutan pada *flight controller*. Pemasangan kabel ESC turut mempengaruhi konfigurasi jenis *frame* yang digunakan dalam hal ini *frame X*. Instalasi komponen digambarkan sebagai berikut gambar 3.3.



Gambar 3.3 Desain Elektrikal Pendeteksian

3. Perancangan Sistem Deteksi Landing Pad

Landing pad yang digunakan berukuran diameter 25cm x 25cm ketebalan 3mm dengan huruf "H" di tengahnya, gambar 3.4 merupakan objek *landing pad* yang akan di pakai dalam pengambilan dataset dan pengujian pada sistem deteksi kali ini.



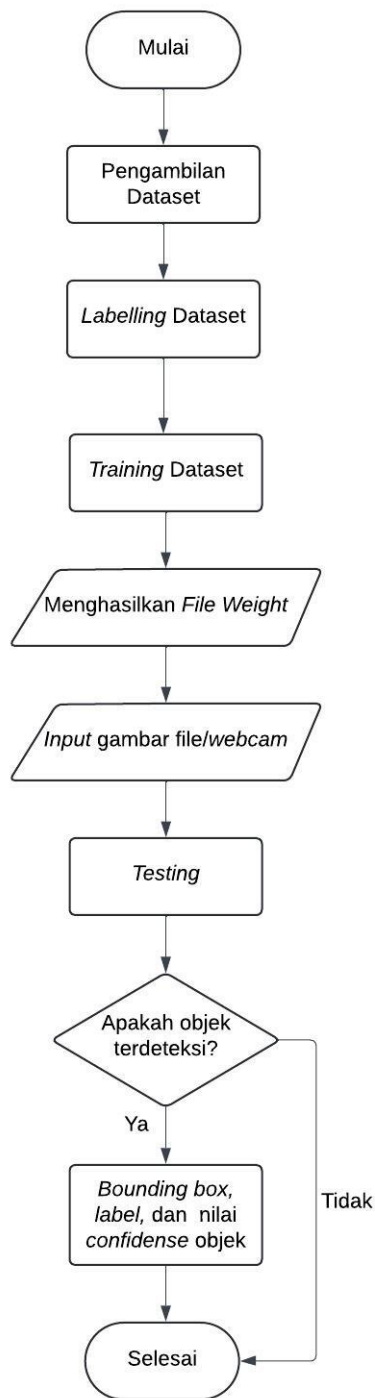
Gambar 3.4 Perancangan Sistem Deteksi Landing Pad

Pada penelitian ini menggunakan bahasa Python dengan Google Colaboratory sebagai *platform* pada komputer *training*, vision yang digunakan yaitu kamera *smartphone* yang telah terpasang pada prototipe yang terhubung dengan komputer vision. Program Python yang dibuat nantinya akan memuat algoritma YOLO yang kemudian akan memproses citra dari input yang diperoleh

dari kamera *smartphone* secara *real-time*. Algoritma YOLO akan membagi gambar menjadi grid dengan ukuran $s \times s$. Kemudian di setiap grid akan memprediksi *bounding box* dan peta klasifikasi untuk setiap kelas grid tersebut Nazilly et al. (2020). Setelah melalui proses oleh YOLO, layar monitor yang telah terhubung dengan komputer vision akan menampilkan *display window* berupa *frame* citra yang didalamnya terdapat objek deteksi dengan ditandai oleh *bounding box* serta nilai *confidence*.

4. Implementasi Metode YOLO

Desain deteksi objek berupa *landing pad* menggunakan algoritma YOLO dapat dilihat dari gambar 3.5.



Gambar 3.5 Desain sistem

Dari diagram alir diatas dapat ditunjukkan beberapa tahap dalam penerapannya dari mulai metode Darknet YOLO, diantaranya sebagai berikut ini. Pertama, pengambilan dataset, dilakukan pada ketinggian (*altitude*) 1 meter, 2 meter,3

meter, 4 meter. Dan menggunakan resolusi 3032x2008 *pixel* atau 6MP dengan kondisi cahaya sekitar pukul 10:00-15:30 WIB. Dataset yang digunakan berjumlah kurang lebih 1000 gambar, dengan rasio 80% untuk *training set* dan 20% untuk *validation set*. Dataset gambar yang telah terkumpul akan melalui proses label di setiap *frame* gambar. Label dataset, merupakan proses penambahan informasi pada citra dalam dataset, pada penelitian ini menggunakan YOLO. Setiap gambar diberi label untuk mendapatkan koordinat *bounding box* sesuai dengan keadaan sebenarnya (*ground-truth bounding box*), yang akan dibandingkan dengan *bounding box* yang diprediski. Dengan perbandingan yang terjadi dari kedua jenis maka didapatkan nilai *Intersection over Union*(IoU).

Langkah selanjutnya, *training* atau pelatihan dilakukan menggunakan algoritma YOLO. Proses pelatihan menggunakan Google Colaboratory. Selama proses *training*, *hyperparameter* seperti *learning rate* dan momentum dapat disesuaikan untuk meningkatkan konvergensi model. Evaluasi kinerja model dataset dapat membantu mengontrol *overfitting* dan memastikan generalisasi yang baik. Iterasi di ulang hingga YOLO mencapai kinerja yang sesuai untuk deteksi objek lebih cepat serta akurat.

Selah menyelesaikan tahap *training* dataset, dilakukan pengujian sistem deteksi dengan menggunakan file *weights* yang dihasilkan pada proses *training* sebelumnya. Pengujian sistem ini dilaksanakan secara *offline* dengan cara memberikan *input* gambar ke sistem deteksi. Hasil pengujian tersebut akan mencakup *boundiing box* yang sesuai dengan koordinat (x, y, w, h), nilai *confidance*, dan probabilitas atau peluang kelas dari objek yang terdeteksi.

E. Rancang Uji Fungsi

Perancangan uji sistem berfungsi untuk mengetahui fungsional dari setiap komponen *quadcopter*. Rancangan uji sistem meliputi perencanaan pengujian elektronik dan pengujian *software*.

1. Uji Elektronik

Pada Tahapan pengujian ini terdapat pengujian komponen elektronik yang sudah terkoneksi dengan hardware. Pengujian ini berfungsi untuk melihat koneksi antara hardware dan elektronik pada rangkaian *quadcopter*. Hal tersebut dapat dilihat dari tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Uji Elektronik

NO	Pengujian	Keterangan
1	GPS	
2	Telemetry	
3	Kamera Smartphone	
4	Motor 1	
5	Motor 2	
6	Motor 3	
7	Motor 4	
8	Accelometer Level	
9	Accelometer Right	
10	Accelometer Left	
11	Accelometer Nose Up	
12	Accelometer Nose Down	
13	Accelometer Back	

2. Uji Software

Rancangan uji *software* meliputi rancangan pengujian program guna mengontrol pergerakan *quadcopter*. Pengujian dilakukan menggunakan *software* Pychram dengan memanfaatkan *library* dronekit dengan menggunakan bahasa Python. Hal tersebut dapat dilihat tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Uji Software

NO	Pengujian	Hasil Uji Python	Hasil Uji Remote Control
1	Pitch		
2	Roll		
3	Yaw		
4	Take Off		
5	Landing		

Rancangan pengujian menggunakan remote memiliki tujuan untuk menguji

kualitas terbang *quadcopter* dan kualitas *controlling* menggunakan remote. Sedangkan rancangan uji menggunakan program dari Pychram yang berfungsi guna melihat kesiapan pergerakan pada *quadcopter*.

F. Pengujian Deteksi *Landing Pad*

Uji *landing pad* ditunjukkan untuk melihat kesiapan kualitas *quadcopter* saat mengambil data guna *landingpada* area yang di tentukan uji ini menggunakan kamera, *remote control* atau secara otonom melalui program yang telah di *setting* sebelumnya. Pengujian deteksi ditunjukkan guna menyiapkan tinggi rendah kamera pada *quadcopter* untuk mengambil data guna proses *training* atau pelatihan pada jaringan YOLO menggunakan *halipad*. Pengujian ini dilakukan dengan dua cara manual serta otonom. Hasil uji dapat ditulis ke tabel 3.3

Tabel 3.3 Uji Deteksi Landing Pad

NO	Jarak Kamera	Hasil Deteksi Otonom	Hasil Deteksi Manual
1	50 cm		
2	100 cm		
3	150 cm		
4	200 cm		
5	250 cm		
6	300 cm		
7	350 cm		
8	400 cm		

DAFTAR PUSTAKA

- Abbiyansyah, M. Z., Setiawan, E., & Budi, A. S. (2022). Navigasi halang rintang quadcopter tanpa awak menggunakan rplidar dan algoritma bug2 berbasis raspberry pi. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(11), 5413–5421.
- Afifah, N., Supriyanto, H., & Budiyarto, A. Rancang bangun dan implementasi kendali quadcopter melalui jaringan internet berbasis lokasi dan pengenalan marker menggunakan smartphone android.
- Airlangga, M. Y. P. (2023). *PERENCANAAN SISTEM GERAK QUADCOPTER SEBAGAI ALAT PEMANTAU KAWASAN LINGKUNGAN BENCANA UNTUK FIELD TRIAGE KORBAN BENCANA*. PhD thesis, INSTITUT TEKNOLOGI MALANG.
- Arifin, F., Nasuha, A., & Hermawan, H. D. (2015). Lip reading based on background subtraction and image projection. In *2015 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*, (pp. 1–3).
- Ashari, F. & Achmadi, F. (2021). Desain pengembangan produk robot terbang tanpa awak dengan metode qfd (quality function deployment). *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, 2(2), 66–73.
- Aziz, I. L. & Wahyudi, B. (2021). Studi eksperimen pengaruh kecepatan angin dan sudut serang pada pangkal sudu turbin angin propeller pipa pvc dengan ujung bengkok menggunakan 3 (tiga) sudu dan 4 (empat) sudu. In *Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Manufaktur*, volume 1, (pp. 68–73).
- Belloni, G., Feroli, M., Ficola, A., Pagnottelli, S., Valigi, P., et al. (2008). A mini uav for security environmental monitoring and surveillance: Telemetry data analysis. In *Workshop Proceedings of SIMPAR 2008*, (pp. 426–433).
- Cesetti, A., Frontoni, E., Mancini, A., Zingaretti, P., & Longhi, S. (2009). Vision-based autonomous navigation and landing of an unmanned aerial vehicle using natural landmarks. In *2009 17th Mediterranean Conference on Control and Automation*, (pp. 910–915). IEEE.
- Dipura, G. P. A., Amanda, F., Firmansyah, M. R., Rizky, M. R., & Jamal, M. N. K. (2024). Teknologi komputer vision dalam kamera pengawas. *Karimah Tauhid*, 3(3), 3754–3760.
- Diwan, T., Anirudh, G., & Tembhurne, J. V. (2023). Object detection using yolo: Challenges, architectural successors, datasets and applications. *multimedia Tools and Applications*, 82(6), 9243–9275.
- d'Oleire Oltmanns, S., Marzloff, I., Peter, K. D., & Ries, J. B. (2012). Unmanned aerial vehicle (uav) for monitoring soil erosion in morocco. *Remote sensing*, 4(11), 3390–3416.

- Fauyan, D. A. A., Sonalitha, E., & Romadhon, R. H. (2023). Perancangan dan optimasi sistem kendali pid pada drone fpv dengan menggunakan betafight untuk manuver terbang. In *Seminar Nasional Teknologi Industri*, volume 1, (pp. 195–209).
- Gunawan, S. A., Pratama, G. N. P., Cahyadi, A. I., Winduratna, B., Yuwono, Y. C. H., & Wahyunggoro, O. (2019). Smoothed a-star algorithm for nonholonomic mobile robot path planning. In *2019 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, (pp. 654–658).
- Hanif, K. (2023). Pengaruh penambahan nanopartikel hasil sintesis arc discharge terhadap performa baterai lithium ion.
- Hossain, S. & Lee, D.-j. (2019). Deep learning-based real-time multiple-object detection and tracking from aerial imagery via a flying robot with gpu-based embedded devices. *Sensors*, 19(15), 3371.
- Irawan, D. & SS, P. P. (2020). Kontrol motor brushless dc (bldc) berbasis algoritma ai-pid. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, 2(1), 41–48.
- JAUHARIN, G. H. (2015). *PENGOLAHAN CITRA PENGENALAN TANAMAN OBAT BERDASARKAN BENTUK DAUN MENGGUNAKAN METODE LEARNING VEKTOR QUANTIZATION*. PhD thesis, Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Kurniawan, D., Santyadiputra, G. S., & Pradnyana, G. A. (2022). Pengembangan prototipe kapal tanpa awak untuk pemantauan daerah perairan berbasis ardupilot. *KARMAPATI (Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika)*, 11(2), 173–182.
- Leal, I. S., Abeykoon, C., & Perera, Y. S. (2021). Design, simulation, analysis and optimization of pid and fuzzy based control systems for a quadcopter. *Electronics*, 10(18), 2218.
- Lee, S., Jang, J.-w., & Baek, K.-R. (2012). Implementation of vision-based real time helipad detection system. In *2012 12th International Conference on Control, Automation and Systems*, (pp. 191–194). IEEE.
- Mansur, S., Habib, M., Pratama, G. N. P., Cahyadi, A. I., & Ardiyanto, I. (2017). Real time monocular visual odometry using optical flow: Study on navigation of quadrotors uav. In *2017 3rd International Conference on Science and Technology - Computer (ICST)*, (pp. 122–126).
- Marpanaji, E., Yuwono, K. T., Mahali, M. I., Aji, P. T., & Nugraha, N. A. B. (2019). Experimental study of measuring radiation patterns for vhf and uhf antennas. *Journal of Physics: Conference Series*, 1413(1), 012013.
- Mulyawan, H. (2011). Identifikasi dan tracking objek berbasis image processing secara real time. *EEPIS Final Project*.

- Nazilly, M. L., Rahmat, B., & Puspaningrum, E. Y. (2020). Implementasi algoritma yolo (you only look once) untuk deteksi api. *J. Inform. dan Sist. Inf*, 1(1), 81–91.
- Nsogo, G. F., Kith, K., Van Wyk, B., & Van Wyk, M. (2007). Robust helipad detection algorithm (january 2007). In *AFRICON 2007*, (pp. 1–7). IEEE.
- Ogata, K. (1987). *Discrete-Time Control Systems*. Australia, Sydney: Prentice Hall.
- Okpatrioka, O. (2023). Research and development (r&d) penelitian yang inovatif dalam pendidikan. *Dharma Acariya Nusantara: Jurnal Pendidikan, Bahasa dan Budaya*, 1(1), 86–100.
- Prakash, R. O. & Saravanan, C. (2016). Autonomous robust helipad detection algorithm using computer vision. In *2016 International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT)*, (pp. 2599–2604). IEEE.
- Pranita, E. (2023). Kontrol jembatan otomatis menggunakan sensor ultrasonik berbasis arduino. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 17(3), 332–341.
- Priansyah, R. (2016). Single axis quadcopter using proportional integral derivative (pid) based labview. *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, 4(2), 47–58.
- Quan, Q., Dai, X., & Wang, S. (2020). *Multicopter design and control practice: a series experiments based on MATLAB and Pixhawk*. Springer Nature.
- Ratna, S. (2020). Pengolahan citra digital dan histogram dengan phyton dan text editor pycharm. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 11(3), 181–186.
- Satriawan, N. (2023). Model penelitian pengembangan addie. *Artikel* <https://ranahresearch.com/model-penelitian-pengembangan-addie>.
- Sirajuddin, A. R. (2023). *KENDALI JARAK JAUH BERBASIS TELEMETRI RFD 900X*. PhD thesis, Universitas Islam Sultan Agung.
- Suprpto, B. Y., Heryanto, M. A., Suprijono, H., Muliadi, J., & Kusumoputro, B. (2017). Design and development of heavy-lift hexacopter for heavy payload. In *2017 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic)*, (pp. 242–247). IEEE.
- Syaddad, H. N. (2020). Perancangan sistem keamanan sepeda motor menggunakan gps tracker berbasis mikrokontroler pada kendaraan bermotor. *Media J. Inform*, 11(2), 26.
- Tohari, T. (2014). Fungsi transmitter pada simulator sistem peringatan dini pengendalian banjir dengan electronic data proses. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 3(2).
- WAHYUDIN, A. Jurusan teknik elektro fakultas teknik universitas sriwijaya.

Widyanto, S. W. (2019). Sistem telekomunikasi nirkabel pada teknologi pemantauan untuk budidaya laut di wakatobi. *Prosiding SENIATI*, 5(3), 270–276.

Wu, B., Shi, C., Jiang, W., Qian, K., et al. (2024). Enterprise digital intelligent remote control system based on industrial internet of things.