

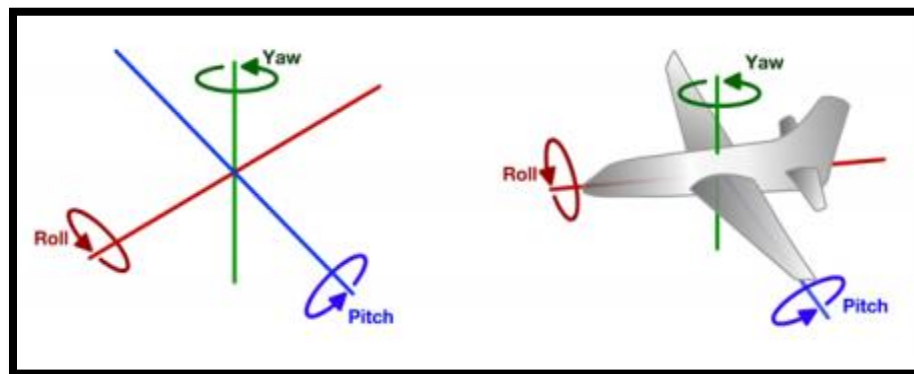
## BAB II

### LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan menerangkan teori-teori penunjang tentang proses pendeteksian area logistik pada pesawat jenis fixedwing menggunakan computer vision. Untuk mencapai target tujuan, adapun teori yang akan dijelaskan sebagai berikut.

#### 2.1.Fixed Wing

*Fixed wing* merupakan salah satu jenis pesawat tanpa awak dengan bentuk pesawat sayap tetap sebagai kebutuhan penjelajahan terbang jarak jauh. Penggunaan pesawat tanpa awak jenis *fixedwing* ini sebagai penjelajah jarak jauh karena efisiensi terhadap energy[2]. Pada dasarnya setiap jenis UAV memiliki tiga gerakan sikap yang berfungsi sebagai arah pergerakan dan sebagai penstabil pergerakan dari pesawat itu sendiri. Berikut adalah tiga sikap pesawat yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



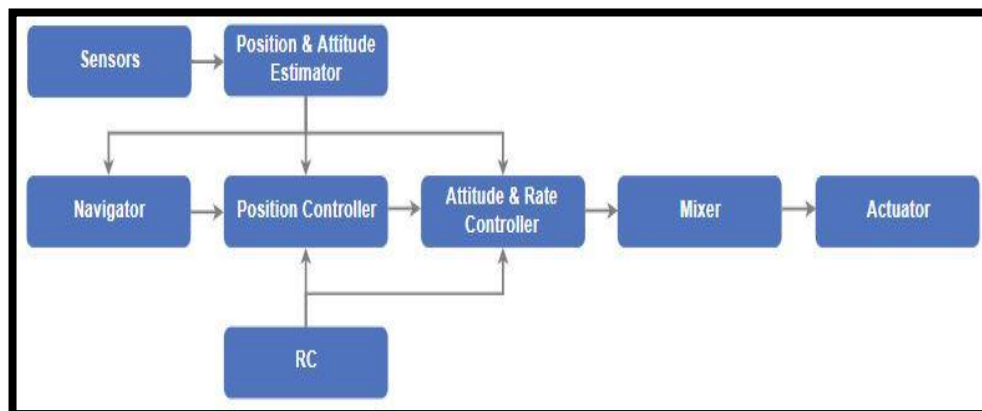
**Gambar 2. 1** Sikap Roll, Pitch dan Yaw

Pitching merupakan gerakan mengangguk atau keatas maupun kebawah dari hidung pesawat. Pitch bergerak berdasarkan sumbu lateral. Tujuan dari pitching adalah untuk mengontrol pesawat naik dan turun. Pengendalian pitching pada pesawat menggunakan elevator sebagai medianya. Gerakan pitching biasanya digunakan untuk pesawat naik terutama fase *takeoff* dan pesawat turun terutama fase mendarat.

Roll merupakan gerakan berguling ke kanan maupun ke kiri dengan memanfaatkan sumbu longitudinal dari pesawat. Pengendalian roll pada pesawat menggunakan *aileron* sebagai medianya. Gerakan roll digunakan pesawat untuk berbelok, namun biasanya gerakan roll dibantu dengan gerakan yaw agar pesawat berbelok dengan stabil.

Yaw merupakan gerakan menggeleng atau ke kanan maupun ke kiri dengan memanfaatkan sumbu vertical dari pesawat. Pengendalian yaw sendiri menggunakan rudder sebagai media pengendalinya. Rudder sendiri sering disebut sebagai *stabilizer* untuk berbelok pada pesawat.

## 2.2.Sistem Navigasi *Autonomous*.



**Gambar 2. 2** Blok diagram autonomous UAV[3]

Sistem navigasi autonomous adalah suatu sistem pengendalian navigasi pada sebuah UAV yang berpusat di *flight controller* sebagai komponen utamanya. *Flight controller* adalah pusat pemrosesan data yang terdiri dari beberapa komponen dan sensor-sensor untuk mengatur kestabilan pada UAV sesuai dengan program yang telah ditanamkan pada *flight controller*. Berikut adalah blok diagram sistem autonomous secara garis besar pada Gambar 2.2.

Penjelasan **Gambar 2.2** adalah sebagai berikut

1. Sensor, adalah sekumpulan modul yang ada pada wahana yang dapat mengambil data perubahan pada wahana.
2. *Position and attitude estimator* adalah sebuah program yang bertugas membaca nilai-nilai dari sensor dan kemudian merubah menjadi sikap dari wahana.
3. *Remote Controller (RC)* berfungsi sebagai *input* bagi wahana dan juga sebagai pengaman dalam keadaan darurat.
4. *Navigator, position controller, dan attitude & rate controller* merupakan mikrokontroler yang berfungsi sebagai pemroses utama pada sistem yang akan mengeluarkan perintah kepada aktuator.
5. *Mixer* merupakan sebuah perintah langsung dari mikrokontroler yang dirubah menjadi perintah bagi setiap aktuator dan mengontrol aktuator tidak melebihi batas yang ditentukan

6. *Actuator* adalah komponen keluaran yang dapat menghasilkan gerak dari wahana.

Sistem navigasi *autonomous* pada pesawat tanpa awak yang paling banyak digunakan saat ini adalah sistem navigasi berbasis *waypoint*. Sistem navigasi *waypoint* ini adalah sekumpulan data berupa titik koordinat untuk menyatakan suatu titik pada peta. Dalam satu *waypoint* terdapat posisi *longitude*, *latitude* dan juga *altitude* dari titik tersebut. Metode *waypoint* ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu metode *waypoint fly by* dan metode *waypoint fly over* [4]. Berikut adalah implementasi dari metode *waypoint fly by* pada **Gambar 2.3**.



**Gambar 2. 3.** Metode Waypoint Fly by

Metode *waypoint fly by* yaitu ketika pesawat tanpa awak terbang tidak melewati lokasi di atas *waypoint* namun tetap menuju ke arah yang dituju. Selain metode *waypoint flyby* ada pula metode *fly over* dapat ditunjukkan pada **Gambar 2.4**.



**Gambar 2. 4** Metode fly over

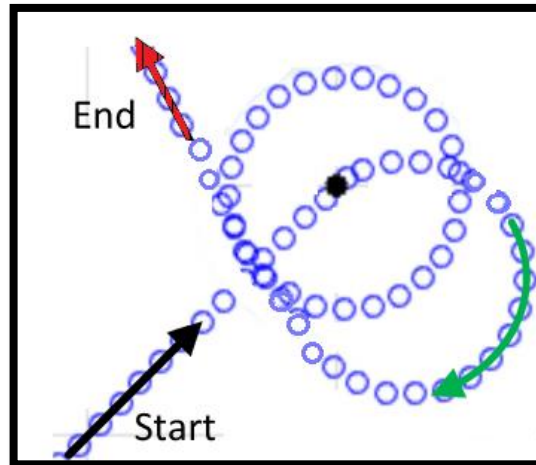
metode *waypoint fly over* yaitu metode dimana pesawat tanpa awak terbang melewati lokasi di atas *waypoint*. Ketika salah satu *waypoint* terlewati, maka operator dapat menetapkan *waypoint* berikutnya yang disebut dengan *waypoint* aktif dalam setiap menjalankan misi.

### **2.3.Mode Terbang Mengitari (*Loiter*)**

Loiter adalah sebuah metode dalam pesawat tanpa awak agar dapat terbang berputar mengelilingi suatu titik dengan radius dan ketinggian yang telah ditetapkan. Metode loiter ini adalah salah satu bagian dari navigasi autonomous yang dikendalikan oleh *flight controller*. Ada beberapa algoritma tentang mode loitering ini, sebagai salah satunya adalah algoritma *fly through loitering path planning* (FTLPP).

Algoritma FTLPP adalah algoritma yang bentuk dasar perencanaan jalurnya berdasarkan ambang radius. Setelah titik tengah radius ditetapkan jalur loitering dibuat dengan dasar pembuatan waypoint yang menggunakan koordinat GPS[5]. Algoritma ini dirancang untuk mempertimbangkan kemampuan sensor dalam membaca arah dan

sudut menjadi lebih efisien sehingga menghindari maneuver ekstrim. Pada **Gambar 2.5** dijelaskan simulasi jalur dari algoritma ini.



**Gambar 2.5** Algoritma fly through loitering path planning

Proses pembuatan FTLPP dimulai dengan dengan menentukan sudut *bearing* atau putaran awal yang diperlukan pesawat ke dalam radius loiter[6]. Setelah pesawat dalam titik tengah radius, algoritma ini akan menentukan arah putaran *loitering clockwise* (CW) atau *counter clockwise* (CCW). Arah dari putaran ini dapat ditentukan oleh program yang dibuat. Setelah arah putaran ditentukan kemudian pesawat akan masuk ke radius utama dan menyelesaikan putaran *loitering*.

#### 2.4.Computer Vision

*Computer vision* merupakan teknologi yang mampu memproses, menganalisis, dan mendeteksi citra kemudian merubahnya menjadi informasi bagi sistem untuk mengambil suatu keputusan. Teknologi computer vision meniru fungsi mata manusia untuk mengenali objek untuk dijadikan informasi yang diolah pada suatu single board

computer. Penerapan computer vision pada wahana tanpa awak akan menambah fungsi dari wahana terbang agar lebih multifungsi, beberapa penggunaannya adalah sebagai sistem monitoring suatu daerah atau lahan untuk mendeteksi area logistik pupuk pada area perkebunan, untuk keperluan pemetaan suatu daerah, dan untuk sistem navigasi bagi drone tersebut.

*Computer vision* memerlukan sebuah single board computer sebagai pemrosesan untuk menjalankan algoritma yang dirancangnya, dalam dunia pesawat tanpa awak unit pemrosesan untuk computer vision tentu adalah sebuah komputer yang dapat menjalankan suatu program dengan cepat dan stabil[7], namun selain itu unit komputer yang digunakan haruslah memiliki bobot yang ringan dengan dimensi yang kecil[8], maka kebanyakan unit pemrosesan yang digunakan pada pesawat tanpa awak adalah suatu *single board computer* atau lebih dikenal dengan mini pc. Beberapa jenis single board computer dengan ukuran yang kecil bisa digunakan pada pesawat tanpa awak diantaranya ada yang berbasis windows, maupun linux, masing-masing single board computer memiliki jenis ram dan prosesor yang berbeda bergantung pada jenis algoritma yang digunakannya dalam pendeteksian

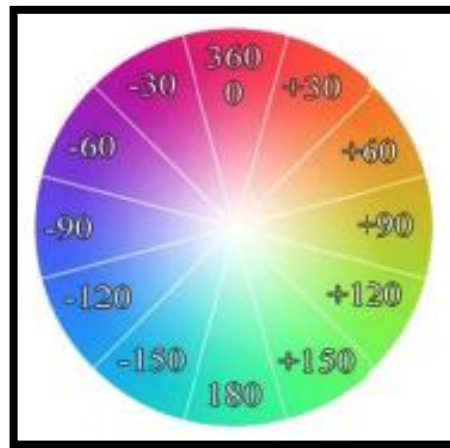
#### **2.4.1. Pengolahan Warna HSV**

Pada pengolahan warna citra, mempunyai bermacam-macam model warna. Model warna RGB (red, green, blue) merupakan model yang sering digunakan salah satunya monitor LED. Pada model ini dapat menampilkan gambar dengan menggunakan tiga buah komponen warna dasar tersebut. Selain model RGB terdapat

juga model HSV dimana model ini terdiri dari tiga buah komponen yaitu Hue, saturation, Value. Berikut penjelasan dari masing masing komponen HSV.

a. Hue

Hue merupakan warna sebenarnya atau warna nyata. Contoh dari Hue adalah biru, hijau, kuning. Hue digunakan untuk membedakan warna-warna dan menentukan kemerahan (redness), kehijauan (Greenness) dan sebagainya dari pantulan cahaya. Hue selalu dikaitkan dengan panjang gelombang. Berikut ilustrasi dari elemen warna Hue dapat dilihat pada Gambar 2.6



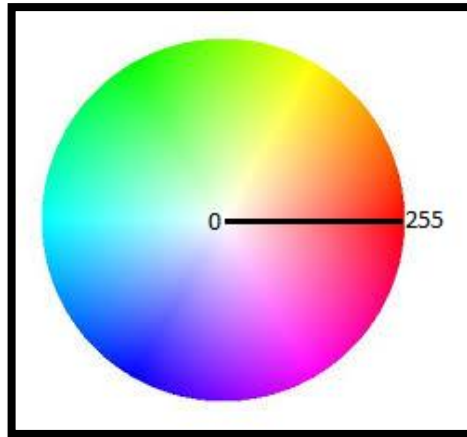
**Gambar 2. 6** Lingkaran Warna Komponen Hue

Hue memiliki nilai 8 bit (nilai 0 hingga 255) yang menyatakan jika 0 adalah warna merah, lalu memutar nilai spectrum warna tersebut kembali lagi ke 0. Komponen Hue dapat dilihat sebagai sebuah sudut  $0^\circ$  sampai  $360^\circ$ .

b. Saturation



Saturation menyatakan kemurnian warna, yaitu menandakan seberapa banyaknya warna putih yang diberikan pada warna citra. Saturation dapat digambarkan sebagai panjang garis dari titik pusat lingkaran ke titik warna. Berikut ilustrasi dari elemen warna saturation dapat dilihat pada Gambar 2.8.

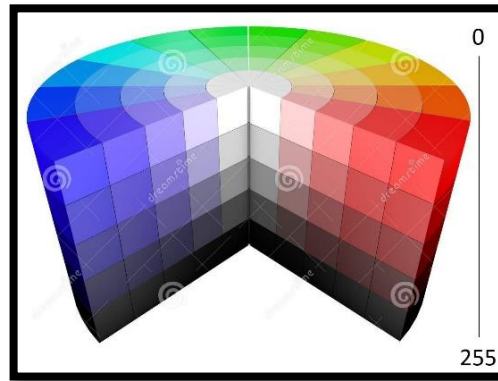


**Gambar 2. 7** Garis warna Saturation

Jika Hue menyatakan warna sebenarnya, maka saturation dapat dinyatakan seberapa dalam warna citra tersebut. Jika suatu warna mempunyai saturation = 0, maka warna tersebut tanpa hue, yaitu dibuat warna putih tetapi jika saturation = 255, maka tidak ada warna putih yang ditambahkan pada warna tersebut.

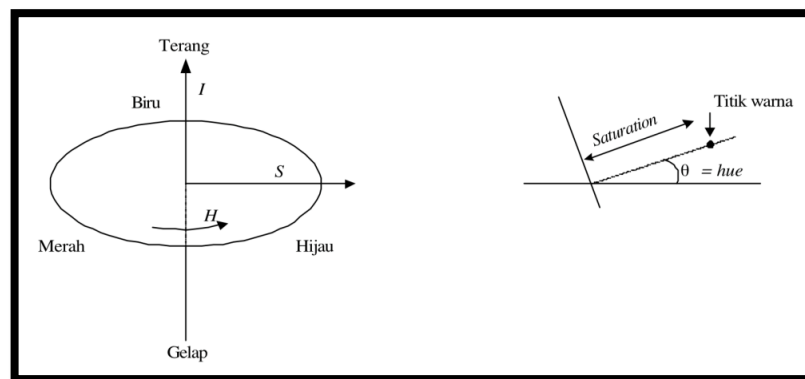
**c. Value**

Value merupakan kompoen warna yang dapat menyatakan banyaknya cahaya yang diterima oleh mata dengan mengabaikan warna. Value dapat digambarkan sebagai garis vertical yang menembus pusat lingkaran. Berikut ilustrasi dari elemen warna value dapat dilihat pada Gambar 2.9.



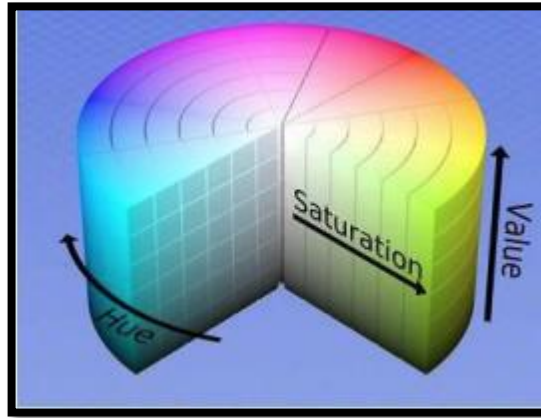
**Gambar 2. 8** Garis Vertical Value

Value sendiri memiliki kisaran mulai dari gelap (hitam) hingga terang (putih). Nilai dari gelap sampai terang dalam prakteknya, gelap = 0 hingga terang = 255. Ketiga komponen warna hue, saturation, dan value dapat digambarkan dalam model HSV pada Gambar 2.10.



**Gambar 2. 9** Model HSV

Jika digabungkan ilustrasi dari penggambaran hue sebagai warna sebenarnya dari sebuah citra, saturation sebagai kemurnian warna, dan value sebagai banyaknya cahaya yang diterima oleh sebuah citra dapat ditunjukkan pada Gambar 2.11.



**Gambar 2. 10** Ilustrasi model warna HSV

Untuk mengubah citra yang awalnya memiliki model warna RGB ke model warna HSV maka diperlukan persamaan yang akan dijelaskan sebagai berikut:

$$M = \max(R, G, B)$$

$$m = \min(R, G, B)$$

$$C = M - m$$

$$H' = \begin{cases} \text{tidak terdefinisi, jika } C = 0 \\ \frac{G-B}{C} \bmod 6, \text{ jika } M = R \\ \frac{B-R}{C} + 2, \text{ jika } M = G \\ \frac{R-G}{C} + 4, \text{ jika } M = B \end{cases}$$

$$H = 60^\circ \times H'$$

$$S = \begin{cases} 0, \text{ jika } V = 0 \\ \frac{C}{V}, \text{ jika tidak} \end{cases}$$

$$V = M$$

### 2.4.2. Gaussian Blur

Gaussian blur adalah sebuah filter blur atau pemburam yang menempatkan warna transisi yang tersamarkan dalam sebuah operasi citra, kemudian membuat warna-warna pertengahan untuk menciptakan efek lembut pada sisi sebuah gambar. Gaussian blur menggunakan rumus matematika untuk menciptakan efek fokus otomatis untuk mengurangi noise dan menciptakan efek berkabut[9]. Berikut adalah persamaan matematika untuk filter Gaussian:

$$h(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}$$

#### 2.1 Keterangan:

1.  $\sigma$  adalah nilai deviasi standar distribusi normal yang digunakan. Semakin besar nilai deviasi, maka semakin banyak titik tetangga yang diikuti dalam perhitungan.[9]
2.  $x$  dan  $y$  adalah posisi koordinat filter dimana koordinat  $(0, 0)$  adalah posisi titik tengah dari filter yang mempunyai nilai paling besar atau paling tinggi.
3.  $\pi$  adalah konstanta dengan nilai 3,14.
4.  $e$  adalah konstanta bilangan natural dengan nilai 2,718281828.

filter Gaussian adalah salah satu filter linear dengan nilai bobot dari setiap anggotanya dipilih berdasarkan bentuk fungsi Gaussian. Filter ini digunakan untuk menghilangkan noise yang bersifat sebaran normal.

### 2.4.3. Metode Thresholding

Thresholding adalah metode yang paling sederhana untuk melakukan segmentasi citra. Contoh aplikasinya adalah memisahkan suatu daerah dari suatu gambar sesuai dengan objek yang ingin dianalisis. Pemisahan ini didasarkan pada variasi intensitas antara piksel objek dan piksel objek lainnya. Untuk membedakan piksel-piksel yang akan dianalisa, dilakukanlah suatu perbandingan dari setiap nilai intensitas piksel menurut nilai ambang yang telah ditentukan [10]. Karena gambar output merupakan array bersifat unsigned integer maka nilai tertinggi adalah 255 dimana semua bit berlogika 1 yang di tampilkan dengan warna putih dan nilai terendahnya 0 dimana semua bit berlogika 0 yang di tampilkan dengan hitam [10]. Persamaan proses thresholding dapat dilihat pada persamaan dibawah:

$$f_H = \begin{cases} 1, & \text{jika } batasBawah(x,y)_H \leq src(x,y)_H \leq batasAtas(x,y)_H \\ 0, & \text{jika tidak} \end{cases}$$

$$f_S = \begin{cases} 1, & \text{jika } batasBawah(x,y)_S \leq src(x,y)_S \leq batasAtas(x,y)_S \\ 0, & \text{jika tidak} \end{cases}$$

$$f_V = \begin{cases} 1, & \text{jika } batasBawah(x,y)_V \leq src(x,y)_V \leq batasAtas(x,y)_V \\ 0, & \text{jika tidak} \end{cases}$$

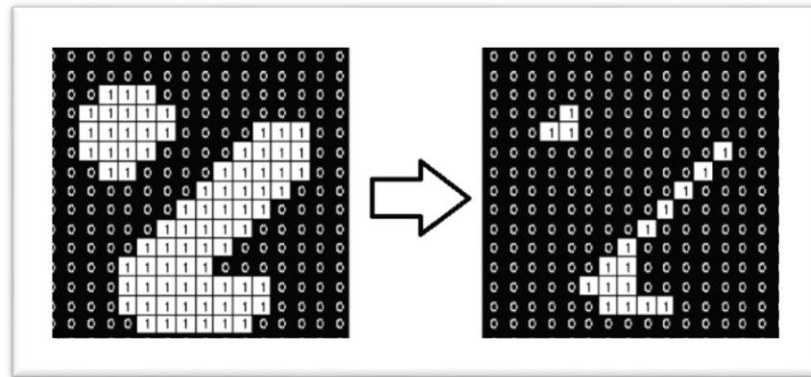
$$f(x,y) = \begin{cases} 255, & \text{jika } f_H = 1 \wedge f_S = 1 \wedge f_V = 1 \\ 0, & \text{jika tidak} \end{cases}$$

### 2.4.4. Metode Morphology

Morfology merupakan teknik pengolahan citra berdasarkan bentuk segmentasi citra. Tujuan dari metode morphology adalah untuk memperbaiki segmentasi citra. Metode morphology terdiri dari 2 buah operasi morphology dasar yaitu erosi dan dilasi.

## 1. Erosi

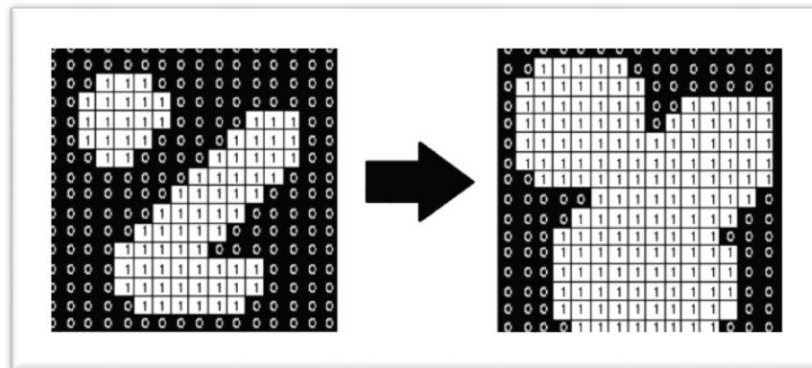
Erosi adalah salah satu metode morphology yang bertujuan untuk mengikiskan tepi objek dari sebuah segmentasi citra. Secara tidak langsung erosi bertujuan untuk menghilangkan noise-noise kecil yang tidak diperlukan dalam segmentasi citra. Berikut Gambar 2.10 yang mempersentasikan fungsi erosi:



**Gambar 2. 11** Operasi erosi

## 2. Dilasi

Dilasi adalah suatu metode morphology yang bertujuan untuk memperbesar segmen objek citra(citra biner) dengan menambahkan lapisan disekeliling objek. Secara tidak langsung dilasi bertujuan untuk menguatkan hasil dari segmentasi citra. Berikut Gambar 2.11 yang mempresentasikan fungsi dilasi:



**Gambar 2. 12** Operasi Dilasi

#### 2.4.5. Kontur

Kontur dapat di definisikan sebagai garis lurus yang menghubungkan semua titik di sepanjang batas gambar yang memiliki intensitas yang sama. Kontur juga berguna dalam analisis bentuk, menemukan objek dan mendeteksi objek. Fungsi kontur berfungsi untuk membantu dalam mengekstraksi kontur dari gambar. Kontur bekerja pada citra biner seperti threshold, grayscale maupun deteksi tepi.

#### 2.4.6. Komunikasi Serial MAVLink



**Gambar 2. 13** Protokol MAVLink

Micro Aerial Vehicle Link (MAVLink) merupakan suatu protocol serial komunikasi untuk sistem pesawat tanpa awak. MAVLink ini adalah suatu sistem komunikasi memanfaatkan protocol yang terstandarisasi IEEE dimana pengiriman pesan dari suatu paket data yang ringan dan mudah untuk dihubungkan antara

*flightcontroller* dan komponen tambahan seperti *single board computer* maupun komponen onboard lainnya[11].

Paket MAVLink pada dasarnya merupakan pengiriman dan penerimaan aliran suatu data dalam satuan byte. Aliran data ini kemudian dienkripsi dan dikirim melalui beberapa perantara transduduktor seperti serial USB, Frekuensi RC, WIFI, dan lain-lain. Dengan sistem enkripsi, MAVLink ini dimaksudkan untuk menempatkan paket data kedalam struktur data dengan cara menambahkan checksum, nomor urut, dan mengirimkan datanya dari byte ke byte. Bahasa pemrograman yang digunakan MAVLink adalah Bahasa pemrograman yang mudah dikembangkan seperti python, C++, C# dan Java. Ada beberapa implementasi dari sub protocol MAVLink yang umum digunakan pada pesawat tanpa awak yaitu:

#### A. Protokol Heartbeat

Protokol ini biasa digunakan sebagai pendeklarasian dari suatu sistem pada jaringan MAVLink. Protokol *heartbeat* meliputi pendeklarasian id komponen pesawat tanpa awak, jenis wahana, *flight stack*, jenis komponen dan mode penerbangan

#### B. Protokol Mission

Protokol *mission* yaitu dapat memberikan perintah perubahan mode berdasarkan kondisi tertentu berdasarkan nilai referensinya.

#### C. Protocol Command

Protokol *command* adalah protocol yang dapat memberikan perintah kepada *flightcontroller*.



#### D. Protokol Path Planning

Protokol perencanaan jalur (*Trajectory Interface*) adalah protokol tujuan umum untuk suatu sistem untuk meminta perencanaan jalur dinamis dari sistem lain seperti untuk sistem autopilot dapat meminta jalur dari komputer pendamping.

#### E. Protokol Kamera

Protokol kamera dapat digunakan untuk mengkonfigurasi muatan kamera dan meminta statusnya dari flightcontroller berdasarkan komunikasi MAVLink.