

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan menerangkan teori-teori penunjang sistem navigasi *drone* untuk mencapai target tujuan adapun teori yang akan dipaparkan sebagai berikut.

2.1 Hexacopter

Hexacopter adalah teknologi *drone* berjenis multirotor yang memiliki 6 buah rotor penggerak sebagai penghasil gaya angkat yang membuat wahana tersebut dapat terbang secara vertikal [2], dengan kemampuannya yang dapat lepas landas secara vertikal hexacopter tidak membutuhkan ruang yang luas untuk melakukan lepas landas dan mendarat sehingga lebih efisien. Hexacopter merupakan pengembangan dari quadcopter yang memanfaatkan 4 buah rotor penggerak, hexacopter dirancang untuk dapat mengangkat beban yang lebih besar, sehingga lebih memungkinkan untuk membawa muatan yang lebih banyak. Hexacopter memiliki 2 konfigurasi berdasarkan bentuknya diantaranya konfigurasi X dan Konfigurasi +, adapun untuk arah putaran rotornya hexacopter memiliki 2 putaran yang berbeda setiap motornya diantaranya *Clock Wise (CW)* atau searah jarum jam dan *Counter Clock Wise (CCW)* atau berlawanan arah jarum jam adapun untuk penempatan masing-masing motor dari 1 sampai 6 adalah berurutan dari cw dan ccw [3], untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 2.1.** untuk konfigurasi dari hexacopter tersebut.

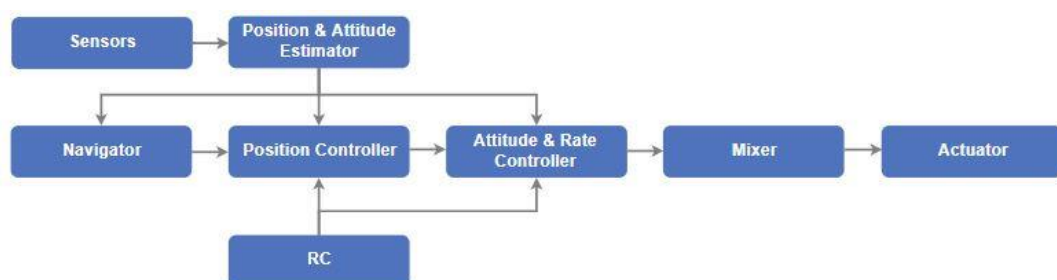
Secara keseluruhan dinamika gerak hexacopter memiliki sumbu kerja dimana *drone* tersebut bergerak pada 3 sumbu. Adapun sumbu-sumbu tersebut dapat dilihat pada **gambar 2.2**.



Gambar 2. 2. Tiga sumbu kendali dinamika gerak hexacopter [6]

2.2 Sistem Navigasi *Autonomous*

Sistem navigasi *autonomous* adalah suatu sistem navigasi yang berpusat pada *flight controller*, *flight controller* adalah pusat pemrosesan data yang masuk pada wahana terbang, *flight controller* memanfaatkan beberapa sensor yang dibaca agar wahans dapat tetap terbang secara stabil sesuai dengan program yang telah ditanamkan pada *flight controller* [7]. Secara garis besar blok diagram sistem *autonomous* dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.



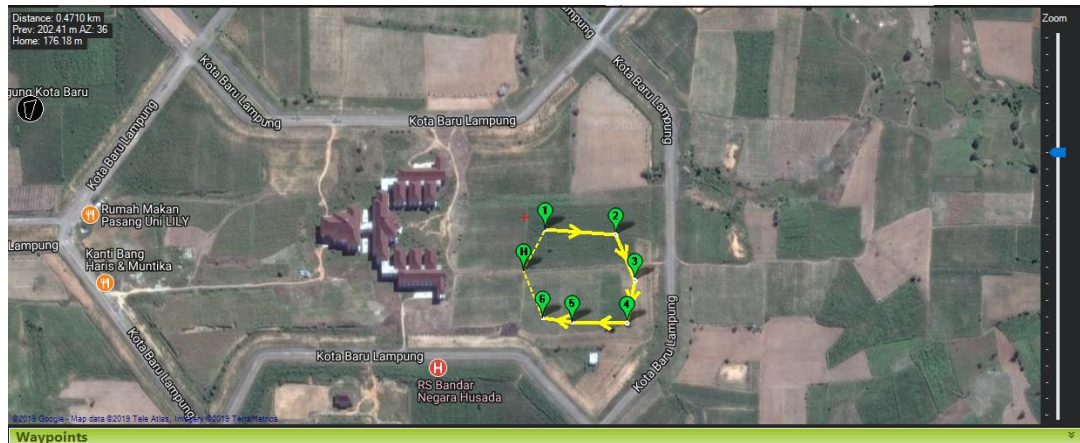
Gambar 2. 3 Blok diagram sistem *autonomous* wahana terbang[8]

Penjelasan **Gambar 2.3** 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* yang paling banyak digunakan saat ini adalah sistem navigasi berbasis *waypoint*, dimana *waypoint* adalah sekumpulan titik koordinat untuk menyatakan suatu titik pada peta, dalam satu *waypoint* biasanya terdapat posisi *longitude, latitude* dan juga *altitude* dari titik tersebut. *Waypoint* dibagi menjadi dua jenis, yaitu *waypoint fly by* dan *waypoint fly over* [9]. *Waypoint fly by* tidak melewati lokasi di atas *waypoint* namun tetap menuju ke arah tujuan, sedangkan *waypoint fly over* melewati lokasi di atas *waypoint*. Setelah satu

waypoint terlewati, maka operator harus menetapkan *waypoint* berikutnya yang disebut dengan *waypoint* aktif dalam setiap menjalankan misi. Adapun gambaran dari pembuatan sistem *waypoint* dapat dilihat pada **gambar 2.4**.



Gambar 2. 4 Pembuatan rencana terbang dengan *waypoint*

2.3 Global Navigation Sattelite System (GNSS)

Sistem navigasi *waypoint* memerlukan suatu teknologi yang dapat mengetahui lokasi dari wahana tersebut, lokasi dapat berupa *longitude*, *latitude* maupun ketinggian dari wahana tersebut, maka GNSS adalah teknologi yang dapat digunakan pada sistem tersebut. GNSS itu sendiri merupakan suatu sistem penentuan koordinat atau lokasi berbasis satelit, dalam penerapannya sistem GNSS memiliki berbagai fungsi salah satunya sebagai nilai masukan bagi sistem navigasi, sistem navigasi berbasis GNSS digunakan jika jalur dari navigasi suatu wahana tersebut tidak jelas atau tidak memiliki jalur yang tetap[10]. GNSS terdiri dari sistem satelit pengirim sinyal dan penerima sinyal satelit, satelit yang dapat mengirimkan sinyal GNSS diantaranya adalah GPS, GLONAS, GALILIEO, BeiDou, dan Navic. Sinyal-sinyal satelit akan dikonversi oleh perangkat penerima

menjadi sistem koordinat bumi dan menjadikan nilainya dalam bentuk *longitude*, *latitude*, dan ketinggian dari suatu titik pada suatu peta..

Perangkat elektronika atau *device* yang dapat menerima sinyal satelit ini adalah UBLOX M8N, perangkat ini sering kita sebut GPS, GPS tipe ini merupakan pengembangan dari perangkat GPS yang sebelumnya UBLOX M6N, Maupun M7N, UBLOX M8N dapat menerima sinyal referensi dari GPS, GLONAS, GALILEO, ublox m8n memiliki tingkat presisi dalam jangkauan jarak sebesar 2 meter hingga 1 meter, memiliki komunikasi UART, SPI, USB dan DDC. Selain itu ublox M8N dapat bekerja pada suhu maksimum 80°C sehingga saat digunakan diluar ruangan seperti pada *drone* perangkat dapat bekerja secara maksimal. UBLOX M8N dapat menerima sinyal lebih dari 20 satelit, dengan jumlahnya yang banyak GPS bertipe ini sangat banyak digunakan dalam industri dan kendaraan *autonomous*, karena dengan ini kita dapat mengetahui *longitude*, *latitude* dan juga ketinggian, Sebuah GPS membutuhkan minimal 4 buah sinyal satelit untuk mendapat 3 informasi tersebut. Kecepatan wahana dapat diketahui apabila dipasangan GPS, karena ublox m8n dapat mengetahui seberapa besar kecepatan perpindahan lokasi yang dilakukan oleh wahana, selain itu dengan memasang GPS dapat diketahui arah atau *heading* dari GPS tersebut menghadap kearah bumi bagian yang terbacanya [11]. Untuk gambar dari ublox m8n dapat dilihat pada **gambar 2.5**.



Gambar 2.5 *Ublox M8N GPS Compass*

2.4 Computer Vision

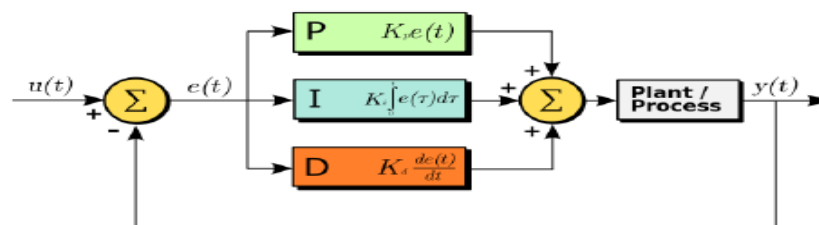
Computer vision adalah suatu teknologi yang mampu memproses, menganalisis, dan mendeteksi suatu citra kemudian merubahnya menjadi suatu informasi bagi sistem untuk mengambil suatu keputusan. Dengan kata lain teknologi *computer vision* menduplikasi fungsi mata manusia untuk mengenali suatu objek untuk dijadikan suatu informasi yang diolah pada suatu papan komputer. 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 patok-patok batas dari suatu daerah, untuk keperluan pemetaan suatu daerah, dan untuk sistem navigasi bagi *drone* tersebut. Dalam sistem navigasi *drone*, *computer vision* memiliki kegunaan sebagai pemandu arah bagi *drone* disaat GPS, Kompas tidak berfungsi atau memiliki keterbatasan dalam sistem navigasi yang lebih dekat atau lebih akurat [12].

Computer vision tentu memerlukan sebuah unit pemrosesan untuk menjalankan algoritma yang dirancangnya, dalam dunia *drone* unit pemrosesan untuk *computer vision* tentu adalah sebuah komputer yang dapat menjalankan suatu program dengan cepat dan stabil, namun selain itu unit komputer yang digunakan

haruslah memiliki bobot yang ringan dengan dimensi yang kecil, maka kebanyakan unit pemrosesan yang digunakan pada *drone* adalah suatu *single board computer* atau lebih dikenal dengan mini pc. Beberapa jenis *single board computer* dengan ukuran yang kecil yang bisa digunakan pada *drone* diantaranya ada yang berbasis windows, maupun linux, masing-masing memiliki jenis ram dan prosesor yang berbeda bergantung pada jenis algoritma yang digunakannya dalam pendeteksian.

2.5 Sistem Kendali PID

Kendali PID merupakan jenis kontrol yang digunakan untuk menstabilkan sebuah sistem yang memiliki nilai *setpoint* yang perlu dituju. Secara umum kontrol pid merupakan sebuah loop tertutup sehingga nilai keluaran sistem dari pid akan dijadikan nilai masukan kembali bagi pengontrol tersebut dengan beberapa proses. Berikut adalah gambar dari blok diagram sistem kontrol PID.



Gambar 2. 6 Kontrol PID [13].

Pada sistem kontrol PID memiliki beberapa komponen yang terdiri dari kontrol *proporsional*, kontrol *integral* dan kontrol *derivatif*. Ketiga komponen ini memiliki peran dan fungsi yang saling terkait satu dengan yang lainnya. Secara singkat penjelasan dari sistem kontrol P,I, dan D ini diantaranya adalah, aksi kontrol proportional dapat meningkatkan kinerja secara maksimum dalam waktu yang cepat namun jika nilai kontrol ini terlalu besar maka akan menimbulkan *error* osilasi semakin besar [14]. Aksi kontrol integral memiliki kemampuan untuk

memperkecil terjadinya *error* dari aksi proportional namun apabila terlalu besar nilai ini akan menimbulkan sistem langsung berhenti walaupun *setpoint* tidak tercapai. Aksi kontrol derivative memiliki keunggulan untuk memperkecil *error* dan mengurangi terjadinya overshoot. Aksi kontrol PID beserta fungsinya dapat dilihat pada **Tabel 2.2** berikut

Tabel 2. 2 Aksi Kontrol PID

Pembesaran nilai kontrol	<i>Rise time</i>	<i>Overshoot</i>	<i>Settling time</i>	<i>Steady-state error</i>
<i>Proportional</i>	Menurunkan	Meningkatkan	Sedikit bertambah	Menurunkan
<i>Integral</i>	Menurunkan	Meningkatkan	Meningkatkan	Menurunkan
<i>Derivatif</i>	Sedikit berkurang	Menurunkan	Menurunkan	Menurunkan

Dalam bentuk idealnya, parameter tiap aksi kontrol yang nampak pada Tabel 2.1 di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- *Rise time* : waktu yang diperlukan respon dari 0 hingga mencapai 100% (*setpoint*).
- *Overshoot* : lonjakan maksimum yang dihasilkan oleh respon.
- *Settling time* : waktu yang diperlukan respon untuk stabil antara 95% - 98% dari *setpoint*.

Sistem kendali PID pada multirotor atau hexacopter berfungsi untuk mengontrol sudut gerak wahana seperti sudut *pitch*, *rol*, *yaw*, naik dan turun. Untuk sudut *pitch* dan *roll* pengontrol PID digunakan untuk mengembalikan posisi sudut tersebut agar kembali ke posisi awal sesuai dengan sudut referensi dari sistem tersebut[15]. Untuk sudut *yaw* pengontrol PID berfungsi untuk menstabilkan

pergerakan *yaw* agar sesuai dengan nilai *input* yang diberikan begitu pula untuk pergerakan naik maupun turun . pengontrol PID memanfaatkan sensor *accelerometer* dan *gyroscope* untuk membaca besar sudut pada pergerakan *roll* dan *pitch* wahana yang mana nilai ini akan dijadikan nilai referensi yang dimasukkan pada sistem untuk naik dan turun, PID akan membaca nilai PWM yang dimasukkan agar sesuai dengan nilai masukan, dan untuk *yaw* memanfaatkan sensor GPS dan kompas untuk arah dari *heading* multirotor [16]