

Implementasi dan Pengujian Sensor GPS Ublox M8N Pada Sistem Navigasi Hexacopter

Implementation and Testing of the Ublox M8N GPS Sensor In the Hexacopter Navigation System

Ramadan Firdaus^{1,*}, Didit Andri Jatmiko²

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati ukur No 112, Bandung, Indonesia 40132

²Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No. 112 – 116, Bandung, Indonesia 40132
Email : ramadanfirdaus34@gmail.com

Abstrak – *Hexacopter* adalah salah satu jenis robot terbang yang dapat bernavigasi tanpa adanya pilot didalamnya. Dasar pada sebuah sistem navigasi adalah posisi dan perpindahan pada suatu objek, salah satu sensor yang dapat digunakan pada sistem navigasi adalah sensor GPS. Sensor GPS dapat menerima sinyal yang dipancarkan oleh satelit kemudian merubahnya menjadi suatu titik lokasi yang memiliki nilai *longitude*, *latitude* dan *altitude*, dengan memanfaatkan titik lokasi tersebut dapat dibuat suatu jalur penerbangan atau *waypoint* bagi *hexacopter* untuk bernavigasi, namun jumlah satelit yang diterima oleh suatu sensor GPS selalu berubah oleh beberapa faktor salah satunya cuaca dan posisi satelit referensi yang diterima oleh GPS. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan menguji pengaruh perubahan nilai satelit yang didapat oleh sensor GPS berjenis ublox m8n terhadap sistem navigasi jarak jauh *hexacopter*. Dalam melaksanakan misi navigasi jarak jauh, *hexacopter* akan diberikan 4 titik *waypoint* yang berisikan nilai-nilai *longitude* dan *latitude* yang harus dicapai oleh *hexacopter* ketika menjalankan misi, pengujian dilakukan dengan menerbangkan wahana *hexacopter* secara *autonomous* untuk bernavigasi menuju 4 titik *waypoint* dalam keadaan satelit yang berbeda-beda, dengan begitu dapat diketahui pengaruh jumlah satelit yang diterima sensor GPS terhadap lokasi yang dituju wahana ketika menjalankan misi. Dalam pengujian sistem didapatkan hasil yaitu sensor GPS ublox m8n dapat menerima sinyal satelit berjumlah 19 sampai 24 satelit, jumlah satelit yang diterima sensor GPS berpengaruh pada lokasi akhir wahana *hexacopter* pada setiap titik *waypoint* dengan jarak terjauh dari titik *setpoint* adalah 1.2 meter dan terdekat 0.1 meter.

Kata kunci : Navigasi, *Hexacopter*, GPS, *Longitude*, *Latitude*, *Autonomous*.

Abstract - *Hexacopter* is one type of flying robot that can navigate without a pilot in it. The basis of a navigation system is the position and displacement of an object, one of the sensors that can be used in a navigation system is the GPS sensor. GPS sensors can receive signals emitted by satellites and then change them to a location point that has the values *longitude*, *latitude* and *altitude*. By utilizing that location point, a flight path or *waypoint* can be made for the *hexacopter* to navigate, but the number of satellites received by a sensor GPS is always changing by several factors, one of them is the weather and the position of the reference satellite received by GPS. This study aims to implement and test the effect of satellite values obtained by the ublox m8n type GPS sensor on the *hexacopter* long-distance navigation system. In carrying out the *hexacopter*'s long-distance navigation mission, 4 waypoints containing *longitude* and *latitude* values must be given by the *hexacopter* when running the mission, the test is carried out by flying the *hexacopter* vehicle autonomously to navigate to 4 waypoints in different satellite conditions. , so it can be seen the effect of the number of satellites received by the GPS sensor on the location of the vehicle when carrying out the mission. In testing the system the results obtained are ublox m8n GPS sensors can receive satellite signals totalling 19 to 24 satellites, the number of satellites received by the GPS sensor affects the final location of the *hexacopter* vehicle at each *waypoint* point with the furthest distance from the *setpoint* point is 1.2 meters and the nearest 0.1 meter.

Keyword : Navigation, *Hexacopter*, GPS, *Longitude*, *Latitude*, *Altitude*, *Autonomous*.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengiriman barang atau obat-obatan pertolongan pertama pada suatu daerah yang terisolir akibat bencana menjadi sesuatu hal yang sangat bisa dilakukan oleh drone. Drone yang cocok digunakan pada situasi seperti ini adalah berjenis *vertical take off landing (vtol)*, drone ini dapat melakukan lepas landas dan mendarat secara vertikal sehingga tidak membutuhkan area yang luas untuk memulai terbang[1]. *Hexacopter* merupakan salah satu drone berjenis *vtol*, *hexacopter* menggunakan 6 buah motor brushless yang diposisikan bersebrangan yang berfungsi sebagai daya angkat dan pengontrol kestabilan sistem untuk bergerak[2]. Untuk bergerak dari lokasi lepas landas menuju area drop tersebut, drone mesti dibekali sistem navigasi yang dapat menjadi penuntun arah drone untuk bergerak, selain itu dengan adanya sistem navigasi wahana memiliki pergerakan yang tetap sesuai dengan sistem navigasi yang ada pada drone tersebut.

Sistem navigasi *autonomous* merupakan sistem navigasi yang bergerak secara mandiri sesuai dengan program yang ditanamkan pada mikrokontroler[3]. Secara khusus sistem navigasi terbagi menjadi dua jenis yang pertama adalah navigasi jarak dekat dan navigasi jarak jauh, navigasi jarak dekat adalah suatu gerakan drone seperti naik, turun, *pitch*, *roll* dan *yaw*, kelima gerakan tersebut jika dilakukan dalam radius tidak lebih dari 1 meter maka drone tersebut masih dikatakan bernavigasi jarak dekat. Selanjutnya adalah navigasi jarak jauh, navigasi jarak jauh yaitu pergerakan wahana untuk mencapai suatu lokasi dalam jarak dan jumlah waktu tertentu dengan patokan lokasi yang jelas. Sistem navigasi *autonomous* jarak jauh dapat dibangun dengan menggunakan koordinat bumi yang bisa didapat dari sensor GPS[4], sensor GPS dapat menerima sinyal satelit yang dipancarkan kearah bumi kemudian merubahnya menjadi suatu nilai *longitude*, *latitude* dan *altitude*. Dengan membuat suatu sistem navigasi yang dapat membaca nilai-nilai yang diterima oleh GPS kemudian membandingkannya dengan lokasi yang akan dituju maka sistem navigasi jarak jauh dapat diterapkan pada *hexacopter*.

Sistem navigasi jarak jauh berbasis GPS digunakan saat jalur yang dituju tidak memiliki jalur yang tetap atau tidak jelas, sehingga jika digunakan pada navigasi udara sistem ini dapat sangatlah cocok[5]. Sensor *GPS* menerima sinyal satelit sebagai penentuan lokasinya pada

permukaan bumi, masalah yang timbul adalah jumlah satelit yang diterima oleh sensor *GPS* selalu berubah tergantung cuaca dan faktor satelit yang diterima, dengan kondisinya yang dapat berubah diperlukan pengujian dan implementasi untuk mengetahui efek yang ditimbulkan oleh *GPS* dengan jumlah satelitnya yang berubah terhadap hasil posisi wahana ketika melakukann navigasi *autonomous*.

B. State of Art Penelitian

Mikrokontroler yang digunakan untuk perancangan sistem navigasi ini adalah mikrokontroler yang telah didesain dan diproduksi untuk berbagai wahana terbang, salah satunya untuk *hexacopter* yang merupakan drone dengan pergerakan yang tidak terlalu agresif namun dapat mengangkat beban payload yang relatif berat, dengan menggunakan mikrokontroler jenis ini diharapkan pergerakan navigasi jarak dekat wahana ini dapat diatasi oleh mikrokontroler, sehingga penelitian ini dapat berfokus pada ketepatan wahana dalam mencapai target yang ditentukan dengan berdasarkan nilai koordinat yang diberikan sebelumnya pada *flight plane* dengan memperhatikan nilai-nilai satelit yang didapatkan dan juga keadaan cuaca ketika wahana diuji coba. Pada penelitian sebelumnya tentang perancangan sistem navigasi berbasis *waypoint*, dengan menggunakan mikrokontroler yang sama sistem navigasi ditanamkan pada sebuah perancangan roket elektrik *ducted fan* yang mana sistem ini memanfaatkan nilai *longitude* dan *latitude* *GPS* sebagai data masukan untuk roket sehingga roket dapat bernavigasi dari sebuah titik lepas landas menuju titik target dengan kecepatan yang cepat namun tidak diketahui nilai satelit didapat hingga wahana dapat mencapai target yang dimasukkan pada *flight plane*[6].

Pada penelitian lainnya yang berjudul Pesawat tanpa awak untuk pemetaan area perkebunan penggunaan sensor *GPS* dalam sistem navigasi digunakan pada wahana pesawat tanpa awak berjenis *fixed wing* dalam penelitian ini sensor *GPS* digunakan wahana *fixed wing* untuk menjadi pandu arah bagi pesawat tersebut dalam melakukan monitoring dan pemetaan wilayah perkebunan, pada penelitian ini untuk melakukan pemetaan sebelumnya akandibuat terlebih dahulu jalur penerbangan pada sebuah perangkat komputer berdasarkan area yang akan di petakaan, dalam penelitian ini pesawat tanpa awak dapa

melakukan pemetaan area yang diinginkan namun pada penelitian ini diterapkan pada sebuah wahana fixed wing yang terbang pada ketinggian 150m dan memotret ketinggian sehingga ketepatan pencapaian dinilai dari gambar yang didapatkan tanpa memperhatikan kondisi GPS dan satelit yang diterima sehingga perlu diperlukan penelitian yang lebih apabila sistem ini ditanamkan pada wahana hexacopter dengan misi yang lebih menentukan ketepatan posisi dalam jarak 1-2 meter[7].

Untuk mengetahui ketepatan sensor GPS dalam perancangan sistem navigasi berbasis waypoint, dirancanglah suatu drone berjenis vtol dengan enam buah rotor atau yang dikenal dengan hexacopter. pemilihan wahana hexacopter dalam penelitian ini adalah untuk mensimulasikan peraturan perlombaan KRTI pada kategori vtol yang memiliki misi yaitu wahana dapat mengirimkan sebanyak mungkin logistik dari satu lokasi home menuju suatu daerah yang dianggap terisolir kemudian menjatuhkan logistic tersebut tanpa perlu melakukan pendaratan cukup terbang mengambang pada daerah tersebut dan menjatuhkannya. Oleh sebab itu juga yang dijadikan alasan untuk mengangkat tema penelitian ini karna ketepatan wahana untuk mengirimkan barang ke suatu lokasi perlu diujicoba agar wahana tidak salah kirim logistik, dan penggunaan GPS merupakan yang paling mungkin dilakukan.

Wahana hexacopter yang didesain untuk menjalankan misi terbang secara *autonomous* membawa logistic ini memiliki berat maksimal 3.4 kg dan dengan panjang lengan 0.6 meter, memiliki 6 buah motor brushless dengan daya dorong maksimal 6.8 kg dengan baling-baling 13 inchi dan baterai 4 sel 10000mAh, sensor GPS yang digunakan pada wahana ini adalah ublox m8n, sensor GPS ini akan diuji tingkat ketepatannya pada beberapa keadaan untuk mengetahui keandalan sistem yang berbasis GPS, selain itu wahana hexacopter yang dirancang memiliki sistem mekanik untuk menjatuhkan logistik yang akan dibawa hingga lokasi yang telah ditentukan. Hexacopter memanfaatkan kecepatan 6 buah motor untuk melakukan gerakan atau dengan kata lain dinamika gerak wahana hexacopter adalah dengan mengatur kecepatan setiap sisi motor, untuk dapat bergerak secara maksimal hexacopter harus memiliki berat yang sesuai dengan daya dorong dari wahana tersebut,

karena hal ini akan berpengaruh kepada waktu terbang dan ketahanan motor dalam menjalankan misi, daya dorong dari wahana harus dua kali dari berat total wahana, dengan adanya perbandingan ini wahana lebih maksimal ketika terbang[8]. Kelebihan berat wahana terhadap daya dorong akan mengurangi keandalan sistem dalam mengatasi error yang terjadi saat melakukan navigasi.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan dan mengetahui pengaruh jumlah satelit yang diterima sensor GPS ublox m8n pada saat ditanamkan pada sistem navigasi *autonomous* yang, dalam penerapannya sistem ini akan dijadikan navigasi utama bagi wahana hexacopter untuk menjalankan misinya yaitu mengirimkan objek logistik pada suatu lokasi yang telah ditentukan, oleh karena itu ketepatan posisi harus diperhatikan agar misi dapat terselesaikan, dengan mengetahui pengaruh yang ditimbulkan maka dapat diprediksi seberapa besar area yang dapat dicapai oleh wahana ketika melakukan misi.

Pengujian wahana hexacopter dilakukan dengan menerbang wahana secara *autonomous* dari lokasi home dengan ukuran 3 meter menuju lokasi drop berupa lingkaran kuning berukuran 3 meter, wahana akan diisikan logistic dengan berat total logistik 1 kg, sebelum melakukan penerbangan wahana akan diinputkan jalur penerbangan atau *flight plane* yang sebelumnya dibuat pada *ground control station*, jalur penerbangan terdiri dari titik waypoint, yang mana titik waypoint ini berisikan informasi nilai longitude dan latitude dari permukaan bumi. Selain pembuatan *flight plane*, sistem yang dirancang memerlukan data-data dari masukan sensor seperti dalam pengujian penelitian ini masukan dari sensor seperti *accelerometer*, *gyroscope meter*, *magnetometer*, dan *barometer*. Sensor masukan ini diperlukan wahana untuk menghitung nilai masukan berupa kemiringan dan juga ketinggian wahana ketika melakukan navigasi sehingga wahana tetap terbang dalam keadaan stabil. Kestabilan terbang wahana ketika melakukan misi diperlukan agar wahana dapat terbang secara aman dari satu lokasi menuju lokasi lainnya tanpa membahayakan pengguna maupun wahana itu sendiri. Maka dalam sistem ini terdapat sistem *Attitude Heading Reference*

System (AHRS) sistem ini akan mengolah nilai-nilai sensor masukan dan dijadikan nilai referensi kestabilan sehingga wahana dapat terbang lebih baik[9].

Jalur penerbangan atau flight plane dibuat pada suatu perangkat komputer didarat yang terdapat suatu perangkat lunak yang memiliki peta untuk membuat jalur penerbangan. Perangkat lunak yang digunakan bisa dikatakan sebagai *Ground Control Station (GCS)* selain membuat jalur penerbangan pada perangkat lunak tersebut, dapat diketahui nilai-nilai sensor dan pergerakan wahana ketika melakukan misi dan terdapat pula tombol-tombol yang digunakan untuk memberikan perintah langsung kepada wahana. Sistem komunikasi yang digunakan pada perancangan ini bersifat nirkabel sehingga wahana dapat terbang jauh namun masih dapat dipantau melalui perangkat didarat, selain dengan sistem kendali dengan menggunakan GCS dapat meningkatkan keamanan dari wahana saat terbang secara *autonomous* sehingga wahana dapat terus diperhatikan oleh operator manusia dan sistem dapat diambil alih ketika sistem *autonomous* mengalami kegagalan dalam mengeksekusi suatu perintah dan program[10-11].

D. Sistematika Penulisan

Jurnal ini diorganisasikan sebagai berikut. Bagian metodologi akan membahas mengenai perancangan secara perangkat keras dan lunak dari sistem, terdapat pula perancangan algoritma untuk wahana hexacopter ketika melakukan misi *autonomous*. Pada bagian hasil akan berisikan informasi nilai wahana terbang dan keberhasilan wahana ketika melakukan misi dengan keadaan yang mempengaruhi keberhasilan wahana ketika menjalankan misi. Bagian kesimpulan akan membahas kesimpulan dan saran dari penelitian .

II. METODOLOGI

A. Kontrol Hexacopter

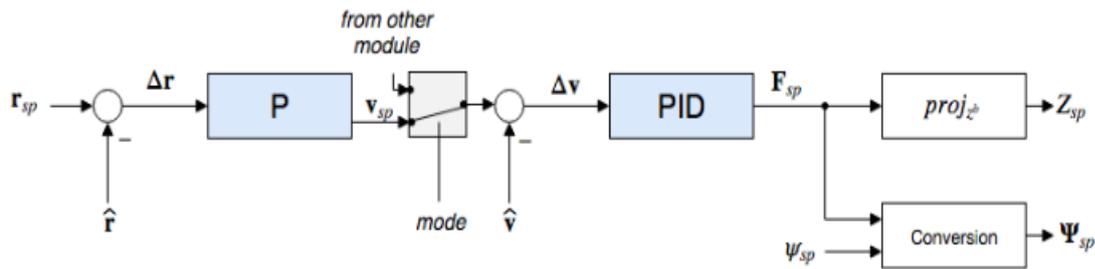
Perancangan sistem navigasi yang baik tentu di pengaruhi oleh kontrol utama pada wahana tersebut yang baik. Kontrol ini adalah kontrol kestabilan yang ada pada wahana *hexacopter* ketika terbang secara manual dengan bantuan *remote control* maupun *autonomous*. Kontrol

yang berada pada sistem ini adalah kontrol yang menjaga wahana ketika melakukan dinamika gerak, ataupun ketika menerima *error* yang dihasilkan oleh keadaan diluar hexacopter maupun dari dalam hexacopter tersebut sehingga membuat wahanana tetap terbang secara stabil, kontrol wahana yang digunakan menggunakan metode PID blok diagram perancangan sistem dapat dilihat pada **Gambar 1**. Penjelasan dari simbol yang ada pada **Gambar 1** adalah sebagai berikut:

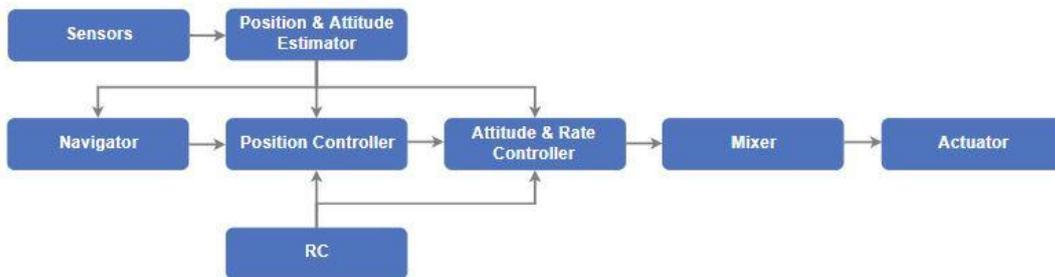
r_{sp}	=	<i>setpoint</i> posisi
r	=	posisi
v_{sp}	=	<i>setpoint</i> kecepatan
v	=	kecepatan
P	=	kontrol proportional
Δ	=	perbedaan
PID	=	kontrol PID
F_{sp}	=	<i>setpoint Thrust</i>
Ψ_{sp}	=	<i>setpoint</i> sumbu yaw
Z_{sp}	=	<i>Thrust</i> sumbu z
$proj_{zb}$	=	<i>Vektor pada sumbu z</i>
Ψ	=	<i>setpoint Attitude</i>

Pengambilan nilai PID pada sistem ini dilakukan dengan metode *try and error* yaitu dengan melihat langsung performa wahana ketika ditebang kemudia memberikan error pada wahana dan melihat reaksi dari sistem ketika memperbaiki *error* dari luar. Selain itu dilihat juga grafik keluaran output dari pembacaan sensor pada wahana ketika melakukan perbaikan error pada kestabilan[12].

Sebelum memasukan algoritma sistem *autonomous*, perlu dirancang suatu blok diagram bagaimana memproses data yang masuk pada mikrokontroller kemudia memproses menjadi keluaran bagi sistem yang akan dirancang, dengan demikiran alur masuknya data hingga data keluar akan dirubah menjadi pergerakan wahana untuk menyelesaikan misi *autonomous*. Sistem kendali *autonomous* dibangun dari penggabungan perancangan sistem kestabilan wahana dengan perancangan blok diagram sehingga muncullah pergerakan *autonomous* dari wahana ketika diberikan algoritma didalamnya. Adapun pada perancangan ini blok diagram navigasi *autonomous* dapat dilihat pada **Gambar 2**, dalam perancangan tersebut terdapat dua masukan yang masuk ke dalam tiga proses kemudian *remote control* masuk kedalam 2 proses, dan keluarannya adalah pergerakan dari kecepatan motor.



Gambar 1. Blok diagram kontrol hexacopter



Gambar 2. Blok diagram navigasi autonomous

B. Blok Diagram Hexacopter

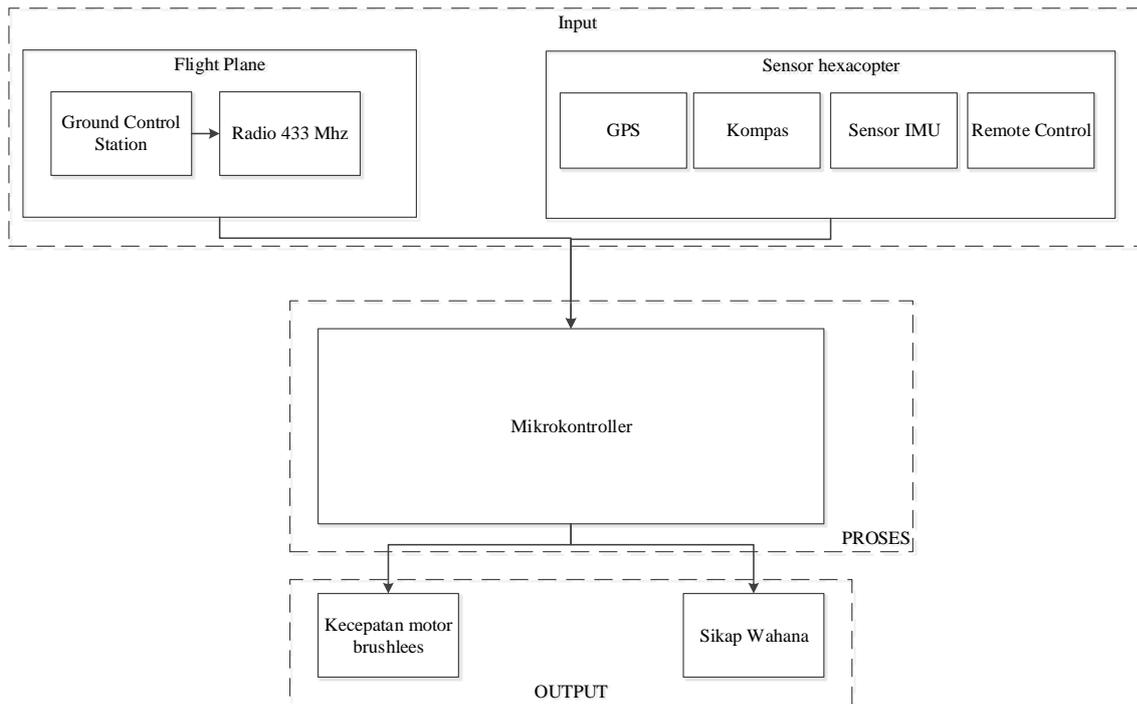
Pada bagian masukan terdiri dari Flight plane dan sensor hexacopter, *flight plane* merupakan sebuah *ground control station* (GCS) pada bagian ini yang dimasukan adalah jalur penerbangan dari wahana yang akan dituju oleh sistem *hexacopter*, jalur penerbangan itu sendiri terdiri dari titik-titik yang menghasilkan jalur penerbangan, dimana setiap titik itu memiliki nilai *longitude* dan *latitude* yang berbeda sehingga dua nilai tersebut akan dijadikan sebagai nilai *setpoint* dari pengujian sistem untuk dibandingkan dengan nilai posisis wahana yang sesungguhnya ketika berada tepat diarea yang ingin dituju. Nilai-nilai tersebut akan dikirimkan kedalam mikrokontroller untuk selanjutnya diproses sebagai jalur navigasi oleh sistem. Pengiriman jalur penerbangan dilakukan sebelum wahana yang dirancang diterbangkan, nilai-nilai koordinat dikirim melalui komunikasi radio 433 mHz.

Sensor hexacopter yang digunakan pada perancangan ini terdiri dari GPS, Kompas, sensor IMU, *remote control*. Keempat sensor masukan ini digunakan untuk wahana agar dapat bergerak sesuai dengan rencana penerbangan yang telah di buat sebelumnya, diantara sensor

yang digunakan *remote control* adalah pengaman bagi sistem ketika wahana terbang.

Sensor GPS dalam perancangan ini berfungsi sebagai penentuan posisi dari wahana dipermukaan bumi, sensor ini akan menerima sinyal dari satelit yang didapatkannya kemudian merubahnya menjadi lokasi wahana, kompas pada perancangan ini berfungsi untuk mengetahui arah mata angina dari wahana dan menentukan depan belakang suatu wahana, sensor IMU digunakan sebagai data masukan pada wahana untuk mengetahui kemiringan kecepatan pergerakan yang mana ini akan dirubah menjadi balasan berupa dinamika gerak *hexacopter*, *remote control* pada perancangan ini sebenarnya adalah sebagai pengaman bagi sistem apabila terjadi kegagalan wahana mengeksekusi perintah dan terjadi error atau ketika wahana hexacopter telah diluar kendali mana *remote* ini memiliki peran yang penting.

Pada bagian proses terdapat satu buah mikrokontroller yang berfungsi memproses masukan yang diterimadari sensor maupun dari rencana jalur penerbangan yang kemudian merubahnya menjadi suatu keluaran bagi sistem agar wahana tetap dapat bergerak sesuai dengan program yang dijalankan. Pada bagian keluaran sistem adalah kecepatan motor *brushless* yang mana ini adalah daya dorong wahana dan juga sikap wahana atau dinamika gerak wahana ketika memproses nilai yang masuk Adapun blok diagram sistem ini dapat dilihat pad **Gambar 3**.



Gambar 3. Blok Diagram sistem hexacopter

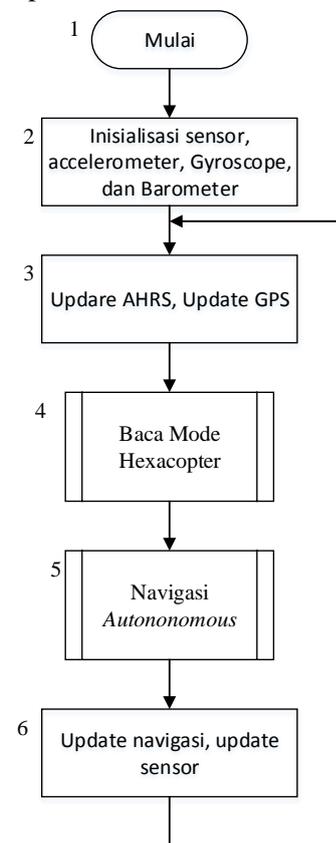
C. Sensor Ublox m8n

Dalam penelitian ini terdapat beberapa sensor yang digunakan pada pembuatan sistem navigasi bagi hexacopter, namun pada bagian ini hanya berfokus pada bagaiman sensor GPS yang akan digunakan, dipasaran terdapat beberapa sensor GPS yang digunakan untuk mengetahui posisi suatu objek, namun pada penelitian ini sensor yang digunakan adalah ublox m8n, alasan dipilih sensor ini karena dirasa sensor ini memiliki beberapa keunggulan yang tepat jika digunakan pada sistem navigasi bagi hexacopter.

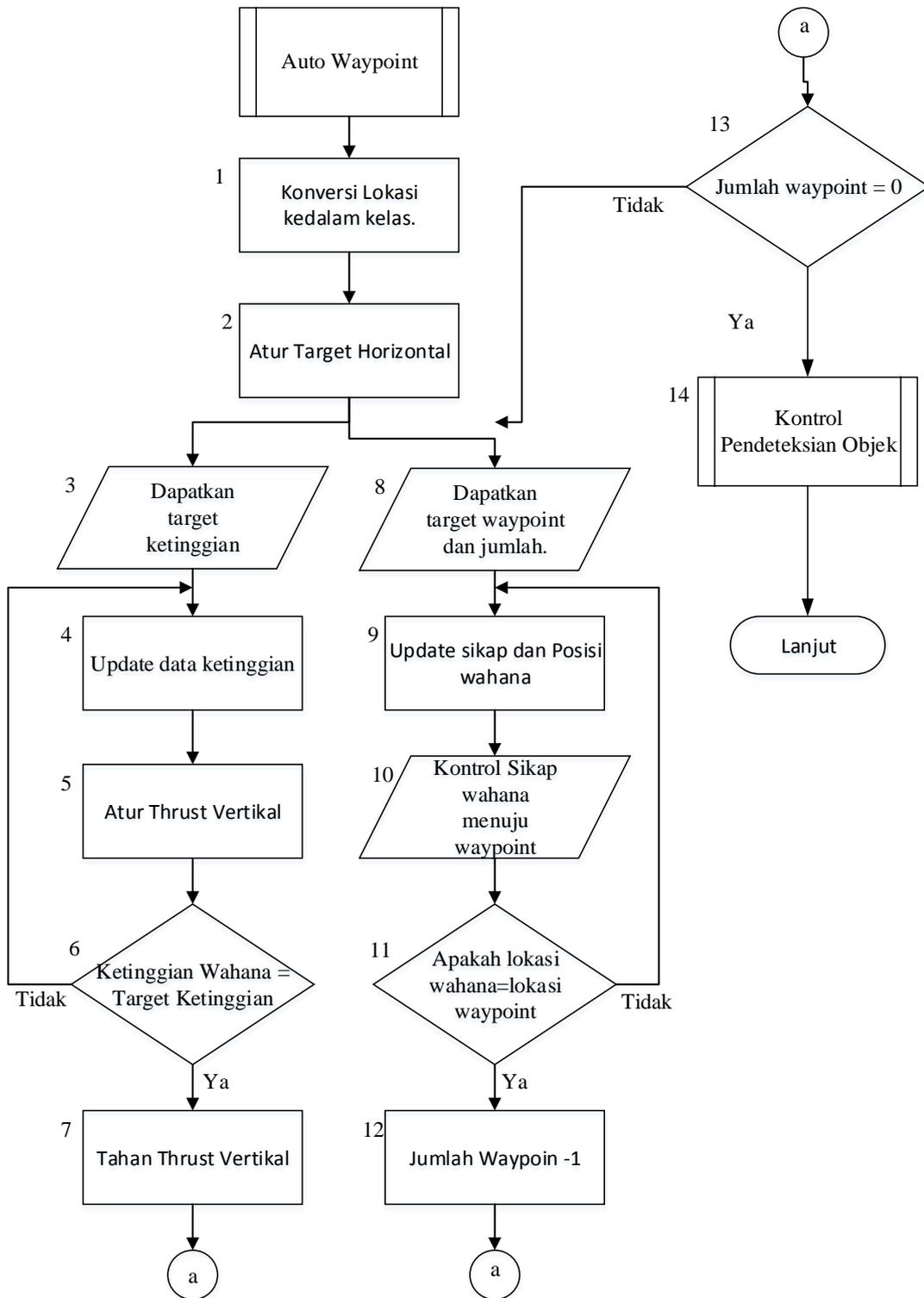
Ublox m8n adalah salah satu perangkat *Global Navigation Sattelite System (GNSS)* perangkat ini lebih sering sebut GPS, ublox m8n merupakan pengembangan dari perangkat GPS yang sebelumnya ublox m6n, Maupun m7n, ublox m8n dapat menerima sinyal referensi dari GPS, GLONAS, GALILEO, ublox m8n memiliki tingkat 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, selain itu jumlah satelit yang diterima sensor ini bisa lebih dari 20 satelit, dengan jumlah satelit yang dapat diterima oleh sensor ini membuat pengujian bagi sistem dapat dilakukan bervariasi untuk mengetahui kepresisian GPS dalam sistem navigasi.

D. Diagram Alir Sistem Navigasi

Diagram alir dari sistem navigasi hexacopter dapat dilihat pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**.



Gambar 4. Algoritma utama sistem



Gambar 5 Algoritma autonomous hexacopter

Gambar 4. Merupakan diagram alir dari sistem navigasi utama bagi hexacopter untuk dapat bernavigasi. Penjelasan diagram alir algoritma pada **Gambar 5** adalah sebagai berikut.

1. Memulai program.

2. Inisialisasi, dalam tahap ini sistem akan menginisialisasi semua data sensor dan masukan (*input*) yang lainnya.
3. *Update* AHRS (Attitude Heading Reference System) Setelah sensor menginisialisasi maka sistem akan mengupdate posisi dan sikap dari

wahana tersebut. *Update* GPS setelah sistem menyala GPS akan mulai mengupdate terus nilai Satelit yang didapatkannya dan terus memberikan *update* posisi pada sistem.

4. Baca mode hexacopter, untuk memastikan sistem mana yang akan dijalankan.
5. Mode *Autonomous*, menjalankan mode auto pada wahana.
6. *Update* navigasi, *update* sensor setelah sistem auto selesai selanjutnya navigasi dan sensor kembali diupdate untuk menjadi data referensi terbaru dari wahana.

Selanjutnya dalam perancangan sistem navigasi juga terdapat diagram alir sistem navigasi *autonomous* sistem ini menunjukan bagaimana cara wahana untuk bergerak ketika diterbangkan secara *autonomous*. Penjelasan dari **Gambar 5** adalah sebagai berikut.

1. Konversi data lokasi kedalam kelas, lokasi sekarang dan lokasi dari *waypoint* data.
2. Atur target horizontal yang akan dituju.
3. Dapatkan target ketinggian dari *waypoint* yang akan dituju.
4. *Update* data ketinggian terkini wahana.
5. Atur thrust vertikal wahana untuk menyesuaikan dengan *input* yang didapat.
6. Ketinggian wahana apakah sama dengan ketinggian yang di tentukan, jika ya lanjut ke nomor 7 jika tidak kembali ke nomor 4.
7. Tahana Thrust vertikal untuk mempertahankan ketinggian.
8. Dapatkan target *longitude* dan *latitude* *waypoint* dan jumlah *waypoint* yang akan dituju.
9. Perbaharui data sikap dan posisi wahana.
10. Kontrol sikap wahana untuk mencapai target yang ditentukan
11. Apakah posisi wahana sama dengan posisi yang ditentukan? Jika ya lanjut ke nomor 12, jika tidak kembali ke nomor 8.
12. Jumlah *waypoint* dikurangi 1.
13. Apakah jumlah *waypoint* sama dengan 0, jika ya lanjut ke nomor 14 berikutnya jika tidak kembali ke nomor 3 dan 7.
14. Menjalankan algoritma navigasi pendeteksian objek.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian akan berfokus pada pengaruh nilai satelit yang didapatkan oleh GPS terhadap navigasi bagi hexacopter, dengan melakukan pengujian ini diharapkan dapat mengetahui jumlah satelit yang paling baik untuk digunakan bagi sistem navigasi hexacopter.

A. Pengujian Komunikasi Wahana

Pengujian Komunikasi wahana bertujuan untuk mengetahui jarak maksimal dari wahana dapat berkomunikasi dengan GCS, hal ini perlu dilakukan karna data visual wahana harus dapat dilihat pada GCS agar mengetahui seberapa besar kemampuan wahana untuk mencapai setiap target yang dimasukan dengan jangkauan radius dari titik yang dimasukan dengan posisi wahana pada keadaan sesungguhnya. Pengujian dilakukan dengan membawa wahana hexacopter menjauh dari GCS dan melihat besar sinyal yang diterima dari GCS, adapun hasilnya dapat dilihat pada **Tabel I**.

Tabel I. Hasil pengujian komunikasi

No	Jarak (meter)	Kekuatan sinyal (%)
1	1 meter	100%
2	2 meter	100%
3	3 meter	100%
4	4 meter	100%
5	5 meter	100%
6	6 meter	100%
7	7 meter	100%
8	8 meter	98%
9	9 meter	98%
10	10 meter	98%
11	11 meter	97%
12	12 meter	97%
13	13 meter	97%
14	14 meter	97%
15	15 meter	97%
16	16 meter	97%
17	17 meter	97%
18	18 meter	85%
19	19 meter	85%
20	20 meter	85%
21	21 meter	85%
22	22 meter	85%
23	23 meter	85%
24	24 meter	85%
25	25 meter	85%
26	26 meter	85%
27	27 meter	85%
28	28 meter	85%
29	29 meter	85%
30	30 meter	85%

Hasil kekuatan sinyal diukur atau dilihat langsung pada GCS, Adapun tampilan visual hasil pergerakan wahana ketika dibawa terlihat pada **Gambar 6**.



Gambar 23. Pergerakan wahana yang terlihat pada GCS

B. Pengujian Sensor GPS Terhadap Sistem Navigasi.

Pengujian dilakukan dengan membuat suatu jalur penerbangan pada *Ground Control Station (GCS)* seperti pada **Gambar 7** dan memberi tanda pada tanah lapang sesuai dengan *waypoint* yang di buat pada *Ground Control Station (GCS)* kemudian menerbangkan wahana hexacopter secara autonomous, dan memperhatikan pergerakan wahana pada *GCS* dan melihat langsung pada wahana apakah bergerak sesuai dengan jalur penerbangan yang dibuat,.

Pengujian dilakukan pada 4 titik *waypoint* dengan jumlah satelit yang yang diterima GPS dimulai dari 19 hingga 24 satelit, pengujian dilakukan dalam keadaan normal dengan kecepatan angin tidak lebih dari 1 m/s, adapun hasil pengujian pada *waypoint*1 pertama dapat dilihat pada **Tabel II**.



Gambar 24. Pembuatan jalur penerbangan

Tabel II. Data pengujian sensor GPS *waypoint* 1

No	Lokasi wahana	Setpoint lokasi	Jumlah satelit
1	long. 107.6312212 lat. -6.8775508	long. 107.6312287 lat. -6.877559	19
2	long. 107.6312363 lat. -6.8775497	long. 107.6312287 lat. -6.877559	19
3	long. 107.6312404 lat. -6.8775569	long. 107.6312287 lat. -6.877559	19
4	long. 107.6312356 lat. -6.8775683	long. 107.6312287 lat. -6.877559	19
5	long. 107.6312285 lat. -6.8775698	long. 107.6312287 lat. -6.877559	19
6	long. 107.6312198 lat. -6.877547	long. 107.6312287 lat. -6.877559	20
7	long. 107.6312237 lat. -6.877555	long. 107.6312287 lat. -6.877559	20
8	long. 107.6312345 lat. -6.877528	long. 107.6312287 lat. -6.877559	20
9	long. 107.6312337 lat. -6.877551	long. 107.6312287 lat. -6.877559	20
10	long. 107.6312239 lat. -6.877559	long. 107.6312287 lat. -6.877559	20
11	long. 107.6312286 lat. -6.877553	long. 107.6312287 lat. -6.877559	21
12	long. 107.6312243 lat. -6.877558	long. 107.6312287 lat. -6.877559	21
13	long. 107.6312267 lat. -6.877560	long. 107.6312287 lat. -6.877559	21
14	long. 107.6312273 lat. -6.877561	long. 107.6312287 lat. -6.877559	21
15	long. 107.6312246 lat. -6.877558	long. 107.6312287 lat. -6.877559	21
16	long. 107.6312243 lat. -6.877558	long. 107.6312287 lat. -6.877559	22
17	long. 107.6312243 lat. -6.877558	long. 107.6312287 lat. -6.877559	22
18	long. 107.6312281 lat. -6.877550	long. 107.6312287 lat. -6.877559	22
19	long. 107.6312286 lat. -6.877551	long. 107.6312287 lat. -6.877559	22
20	long. 107.6312287 lat. -6.877560	long. 107.6312287 lat. -6.877559	22
21	long. 107.6312285 lat. -6.877553	long. 107.6312287 lat. -6.877559	23
22	long. 107.6312286 lat. -6.877564	long. 107.6312287 lat. -6.877559	23
23	long. 107.6312286 lat. -6.877565	long. 107.6312287 lat. -6.877559	23
24	long. 107.6312289 lat. -6.877556	long. 107.6312287 lat. -6.877559	23
25	long. 107.6312287 lat. -6.877559	long. 107.6312287 lat. -6.877559	23
26	long. 107.6312287 lat. -6.877557	long. 107.6312287 lat. -6.877559	24
27	long. 107.6312286 lat. -6.877569	long. 107.6312287 lat. -6.877559	24
28	long. 107.6312289 lat. -6.877558	long. 107.6312287 lat. -6.877559	24
29	long. 107.6312287 lat. -6.877556	long. 107.6312287 lat. -6.877559	24
30	long. 107.6312286 lat. -6.877552	long. 107.6312287 lat. -6.877559	24

Keterangan

- Long = nilai longitude
- Lat = nilai latitude
- Jumlah satelit = Jumlah sinyal satelit yang diterima GPS

Selanjutnya pengujian dilakukan pada *waypoint 2* dapat dilihat pada **Tabel III**.

Tabel III. Data hasil pengujian sensor GPS *waypoint 2*

No	Lokasi wahana	Setpoint lokasi	Jumlah satelit
1	long. 107.6312267 lat. -6.8775843	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	19
2	long. 107.6312277 lat. -6.8775854	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	19
3	long. 107.6312270 lat. -6.8775846	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	19
4	long. 107.6312286 lat. -6.8775843	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	19
5	long. 107.6312257 lat. -6.8775867	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	19
6	long. 107.6312267 lat. -6.8775868	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	20
7	long. 107.6312280 lat. -6.8775869	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	20
8	long. 107.6312290 lat. -6.8775863	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	20
9	long. 107.6312287 lat. -6.877561	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	20
10	long. 107.6312289 lat. -6.8775860	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	20
11	long. 107.6312285 lat. -6.8775860	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	21
12	long. 107.6312277 lat. -6.8775865	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	21
13	long. 107.6312287 lat. -6.8775875	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	21
14	long. 107.6312287 lat. -6.8775876	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	21
15	long. 107.6312276 lat. -6.8775877	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	21
16	long. 107.6312286 lat. -6.8775878	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	22
17	long. 107.6312286 lat. -6.8775869	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	22
18	long. 107.6312283 lat. -6.8775860	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	22
19	long. 107.6312289 lat. -6.8775861	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	22
20	long. 107.6312277 lat. -6.8775862	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	22
21	long. 107.6312287 lat. -6.8775861	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	23
22	long. 107.6312285 lat. -6.8775865	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	23
23	long. 107.6312267 lat. -6.8775867	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	23
24	long. 107.6312287 lat. -6.8775886	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	23
25	long. 107.6312282 lat. -6.8775857	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	23
26	long. 107.6312288 lat. -6.8775865	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	24
27	long. 107.6312286 lat. -6.8775869	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	24
28	long. 107.6312284 lat. -6.8775860	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	24
29	long. 107.6312285 lat. -6.8775861	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	24
30	long. 107.6312287 lat. -6.8775862	long. 107.6312287 lat. -6.8775863	24

Keterangan

- Long = nilai longitude
- Lat = nilai latitude
- Jumlah satelit = Jumlah sinyal satelit yang diterima GPS

Selanjutnya pengujian dilakukan pada *waypoint 3* dapat dilihat pada **Tabel IV** dan **Tabel V**

Tabel IV. Data Hasil pengujian sensor GPS *waypoint 3*

No	Lokasi wahana	Setpoint lokasi	Jumlah satelit
1	long. 107.6313397 lat. -6.8776102	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	19
2	long. 107.6313357 lat. -6.8776099	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	19
3	long. 107.6313399 lat. -6.8776110	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	19
4	long. 107.6313390 lat. -6.8776105	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	19
5	long. 107.6313399 lat. -6.8776098	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	19
6	long. 107.6313447 lat. -6.8776098	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	20
7	long. 107.6313437 lat. -6.8776102	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	20
8	long. 107.6313450 lat. -6.8776099	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	20
9	long. 107.6313438 lat. -6.8776103	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	20
10	long. 107.6313457 lat. -6.8776109	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	20
11	long. 107.6313447 lat. -6.8776110	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	21
12	long. 107.6313439 lat. -6.8776108	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	21
13	long. 107.6313442 lat. -6.8776104	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	21
14	long. 107.6313449 lat. -6.8776119	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	21
15	long. 107.6313451 lat. -6.8776101	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	21
16	long. 107.6313450 lat. -6.8776106	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	22
17	long. 107.6313443 lat. -6.8776108	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	22
18	long. 107.6313444 lat. -6.8776109	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	22
19	long. 107.6313446 lat. -6.8776105	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	22
20	long. 107.6313447 lat. -6.8776104	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	22
21	long. 107.6313445 lat. -6.8776107	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	23
22	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	23
23	long. 107.6313449 lat. -6.8776110	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	23
24	long. 107.6313446 lat. -6.8776109	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	23
25	long. 107.6313447 lat. -6.8776106	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	23
26	long. 107.6313448 lat. -6.8776110	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	24
27	long. 107.6313446 lat. -6.8776108	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	24

Tabel IV. Data hasil pengujian sensor GPS *waypoint 3* (lanjutan)

No	Lokasi wahana	Setpoint lokasi	Jumlah satelit
28	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	24
29	long. 107.6313449 lat. -6.8776107	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	24
30	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	long. 107.6313447 lat. -6.8776109	24

Keterangan

- Long = nilai longitude
- Lat = nilai latitude
- Jumlah satelit = Jumlah sinyal satelit yang diterima GPS

Selanjutnya pengujian dilakukan pada *waypoint 4* dapat dilihat pada **Tabel V.**

Tabel V. Data hasil pengujian GPS *waypoint 4*

No	Lokasi wahana	Setpoint lokasi	Jumlah satelit
1	long. 107.6311562 lat. -6.8775320	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	19
2	long. 107.6311673 lat. -6.8775325	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	19
3	long. 107.6311694 lat. -6.8775350	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	19
4	long. 107.6311683 lat. -6.8775378	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	19
5	long. 107.6311693 lat. -6.8775369	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	19
6	long. 107.6311703 lat. -6.8775370	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	20
7	long. 107.6311724 lat. -6.8775360	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	20
8	long. 107.6311723 lat. -6.8775363	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	20
9	long. 107.6311731 lat. -6.8775380	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	20
10	long. 107.6311733 lat. -6.8775370	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	20
11	long. 107.6311743 lat. -6.8775370	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	21
12	long. 107.6311751 lat. -6.8775373	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	21
13	long. 107.6311745 lat. -6.8775372	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	21
14	long. 107.6311744 lat. -6.8775371	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	21
15	long. 107.6311743 lat. -6.8775379	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	21
16	long. 107.6311753 lat. -6.8775370	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	22
17	long. 107.6311752 lat. -6.8775375	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	22
18	long. 107.6311751 lat. -6.8775377	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	22
19	long. 107.6311765 lat. -6.8775380	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	22
20	long. 107.6311759 lat. -6.8775370	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	22
21	long. 107.6311752 lat. -6.8775371	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	23

Tabel V. Data hasil pengujian GPS *waypoint 4* (lanjutan)

No	Lokasi wahana	Setpoint lokasi	Jumlah satelit
22	long. 107.6311759 lat. -6.8775372	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	23
23	long. 107.6311761 lat. -6.8775372	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	23
24	long. 107.6311758 lat. -6.8775377	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	23
25	long. 107.6311753 lat. -6.8775370	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	23
26	long. 107.6311764 lat. -6.8775377	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	24
27	long. 107.6311762 lat. -6.8775380	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	24
28	long. 107.6311760 lat. -6.8775377	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	24
29	long. 107.6311763 lat. -6.8775378	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	24
30	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	long. 107.6311763 lat. -6.8775379	24

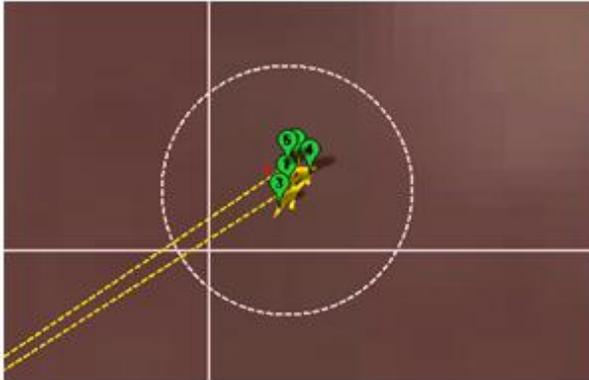
Keterangan

- Long = nilai longitude
- Lat = nilai latitude
- Jumlah satelit = Jumlah sinyal satelit yang diterima GPS

Tabel I sampai **Tabel V** adalah data hasil pengujian bacaan sensor GPS ketika digunakan bernavigasi menuju setiap *waypoint*, ujicoba dilakukan dalam 4 kondisi satelit yang diterima oleh GPS, jumlah satelit yang didapat oleh sensor GPS berpengaruh pada ketepatan wahana drone mencapai titik yang diinginkan. Dari hasil data yang didapat wahana terbang kesetiap *waypoint* dengan ketepatan yang paling tinggi adalah pada saat satelit yang didapat berjumlah 24 dan ketepatan paling rendah adalah saat satelit yang diterima 19. Jika dilihat langsung pada pergerakan wahana yang dipantau pada GPS jarak wahana dengan titik target pada saat satelit bernilai 19 diluar radius 1 meter sedangkan saat 24 posisi wahana tepat pada target atau masih dalam radius 1 meter adapun data visual dari GCS adalah seperti pada **Gambar 8** dan **Gambar 9**.



Gambar 8. Posisi wahana dari GCS saat satelit 19



Gambar 9. Posisi wahana dari GCS saat satelit 24

Selain posisi yang terlihat pada GCS untuk menguatkan hasil posisi langsung wahana yang terlihat secara visual dapat memperkuat hasil yang diteliti. Adapun tampilan langsung dari wahana dapat dilihat pada **Gambar 10** dan **Gambar 11**.



Gambar 10. Posisi wahana saat satelit 19



Gambar 11. Posisi wahana saat satelit 24

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dengan menerbangkan wahana menuju 4 titik waypoint yang didesain sebelumnya pada *flight plane* kemudian menerbangkan wahana pada saat nilai satelit yang didapatkan berbeda-beda guna mengetahui ketepatan GPS terhadap sistem navigasi yang dirancang, setiap keadaan satelit

diuji sebanyak 5 kali dalam 4 posisi *waypoint* yang berbeda. Dapat disimpulkan bahwa wahana dapat mencapai titik koordinat didalam radius 1 meter saat nilai satelit berjumlah 20-24, dan akan keluar dari radius 1 meter saat nilai satelit berjumlah 19. Sehingga disimpulkan nilai satelit yang didapatkan oleh GPS akan berpengaruh terhadap ketepatan wahana ketika mendekati lokasi yang akan dicapai, sehingga jika membutuhkan ketepatan wahana untuk mencapai lokasi, sistem harus menunggu hingga GPS dapat menerima sinyal lebih dari 20 agar wahana tidak melenceng lebih dari 1 meter .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Zhang, "Review of Vertical Take-Off and Landing Aircraft," 2017 Second International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE), Harbin, pp. 53-56, 2017.
- [2] I. de Boisblanc et al., "Designing a hexacopter for the collection of atmospheric flow data," 2014 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS), Charlottesville, VA, pp. 147-152, 2014.
- [3] Zhuoning Dong, Wenbin Li and Yanxing Zhou, "An autonomous navigation scheme for UAV in approach phase," 2016 IEEE Chinese Guidance, Navigation and Control Conference (CGNCC), Nanjing, pp. 982-987, 2016.
- [4] A. A. Zhilenkov and I. R. Epifantsev, "System of autonomous navigation of the drone in difficult conditions of the forest trails," 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIcon Rus), Moscow, pp. 1036-1039, 2018.
- [5] S. Bao, J. Lai, Z. Chen, P. Lyu and W. Chen, "Aerodynamic model/INS/GPS failure-tolerant navigation method for multirotor UAVs based on federated Kalman Filter," 2017 Chinese Automation Congress (CAC), Jinan, pp. 1121-1125, 2017.
- [6] A. Muhammad, S. H. Iqbal, G. Rizqi, J. Ichsan, " Navigation System based on Waypoint for Electric Ducted Fan Rocket," TELEKONTRAN, vol.7, No.1, pp. 42-53, April, 2019.
- [7] S. Sugeng, P. A. Ramadhan, M. Refinda, S. Yogi, " Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for maaping plation area ," TELEKONTRAN, vol.7, No.1, pp. 79-89, April, 2019
- [8] P. T. Dewi, G. S. Hadi, M. R. Kusnaedi, A. Budiarto, and A. Budiyo., "Design of Separate Lift and Thrust Hybrid UAV," J. Instrumentation, Autom. Syst., vol. 2, no. 2, pp. 45-51, 2018.
- [9] Hadi, Ghazali S., Rivaldy Varianto, B. Trilaksono, and Agus Budiyo. "Autonomous UAV system development for payload dropping mission." *The Journal of Instrumentation, Automation and Systems* 1, no. 2, pp. 72-22, 2017.
- [10] S. Veena, D. K. Rahul, G. M. Chandan, H. Loksha, P. Lakshmi and V. B. Durdi, "Designing a Speech Interface for Voice activated MAV Ground Control Station," 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT), Bangalore, India, pp. 1734-1737, 2018.
- [11] J. C. del Arco, D. Alejo, B. C. Arrue, J. A. Cobano, G. Heredia and A. Ollero, "Multi-UAV ground control station for gliding aircraft," 23rd Mediterranean Conference on Control and Automation (MED), Torremolinos, pp. 36-43, 2015
- [12] P. M. Meshram, and R. J. Kanojiya, "Tuning of PID controller using Ziegler-Nichols method for speed control of DC motor.," international conference on advances in engineering, science and management (ICAESM-2012), Nagapattinam, Tamil Nadu, pp. 117-122, 2012.