

Rancang Bangun Dan Implementasi Sistem Kendali *Quadcopter* Melalui Jaringan Internet Berbasis Lokasi Menggunakan *Smartphone Android*

¹Aji Kurnia Rahman*, ¹ Hadi Supriyanto, S.T, M.T , ¹ Tika Meizinta, M.Sc

¹ Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur Konsentrasi Teknik Elektromekanik, Politeknik Manufaktur Bandung

ajikurniarahman@gmail.com*

Abstrak

Quadcopter adalah jenis robot drone multirotor yang menggunakan empat buah motor penggerak yang dikendalikan dengan menggunakan *Flight Controller* dimana didalamnya telah memiliki algoritma dan sensor – sensor tertentu. *Quadcopter* banyak digunakan dalam berbagai kebutuhan, seperti pada penelitian, eksplorasi, pengambilan citra, juga pengamatan. Namun dari sisi kendali terdapat kekurangan, yaitu pada umumnya *quadcopter* masih dikendalikan oleh seseorang dengan sebuah *remote control*.

Pada karya tulis ini dijelaskan mengenai penggunaan GPS (Global Positioning System) untuk menentukan lintasan dari pergerakan *quadcopter* yang ditentukan dari aplikasi pada Android yang dikomunikasikan melalui jaringan internet, dimana *quadcopter* akan bergerak tanpa menggunakan *remote control* dan bergerak sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan melalui Android.

Hasil penelitian ini didapatkan berupa sistem kontrol gerak otomatis *quadcopter* menuju tujuan menggunakan antarmuka aplikasi pada *smartphone* berbasis Android dengan kesalahan jarak rata – rata sebesar 4,42 meter dan waktu rata – rata pengiriman data dengan menggunakan internet selama 2,74 sekon untuk setiap pengiriman data. Perbedaan jarak yang terjadi disebabkan karena perbedaan data lokasi dari perangkat *smartphone* berbasis Android dan *quadcopter* dengan lokasi sesungguhnya.

Kata Kunci: *Quadcopter*; Android; GPS; Internet

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) secara umum dapat diartikan sebagai sebuah wahana udara. Dengan kemajuan teknologi, UAV saat ini sudah dilengkapi perangkat pendukung yang memungkinkan dapat sepenuhnya dikendalikan secara *autonomous*. Pada saat ini perkembangan sistem *autonomous* digunakan pada sistem wahana bertipe *rotary-wing*. Salah satu jenis *rotary-wing* yang berkembang saat ini adalah quadrotor atau *quadcopter*.

Teknologi GPS (Global Positioning System) telah digunakan dalam berbagai aplikasi di kehidupan sehari-hari. Informasi dari GPS dapat dimanfaatkan untuk mengetahui posisi geografis yang menunjukkan titik koordinat dari sebuah

objek pada suatu keruangan. GPS banyak dimanfaatkan untuk mengetahui rute perjalanan dari satu tempat ke tempat lain serta jarak tempuh dari rute tersebut.

Sistem otomatis merupakan sistem yang akan mengurangi campur tangan manusia serta dapat meringankan pekerjaan manusia. Pada saat ini terdapat sistem otomatis dari *quadcopter* yang bergerak berdasarkan sistem yang telah terprogram dengan memasukkan data koordinat posisi yang menjadi tujuan dari *quadcopter* tersebut.

Berdasarkan hal – hal tersebut maka pada penelitian ini akan dibuat sistem penentuan lintasan pergerakan *quadcopter* berdasarkan titik koordinat yang dihasilkan GPS pemancar, data dari GPS pemancar dikirim menggunakan jaringan internet ke sebuah sistem *cloud storage*. Kemudian *quadcopter* akan menerima data dari sistem *cloud storage* dan bergerak menuju titik koordinat dari GPS pemancar. *Quadcopter* memiliki GPS untuk mengetahui lokasi dari *quadcopter* itu sendiri yang dijadikan sebuah sensor umpan balik untuk pembandingan dari titik koordinat lokasi pemancar dengan titik koordinat *quadcopter* saat itu. *Quadcopter* akan mengirimkan data lokasi secara berkala agar posisi *quadcopter* dapat terpantau. Perangkat *smartphone* berbasis Android akan digunakan sebagai GPS pemancar dan pada *quadcopter* ditambahkan sebuah pengendali yang dapat menerima data lokasi dari GPS pemancar yang dikirim menggunakan jaringan internet.

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah sistem dapat mengetahui posisi yang didapatkan dari GPS pemancar dan *quadcopter* dapat bergerak menuju titik tujuan yang dihasilkan oleh GPS pemancar dengan menggunakan jaringan internet.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut diperoleh beberapa permasalahan, yaitu:

- Bagaimana mendapatkan informasi posisi di permukaan bumi dengan menggunakan *smartphone* berbasis Android?

- Bagaimana GPS pemancar dan *quadcopter* dapat mengirim maupun mengakses data lokasi dengan menggunakan jaringan internet?
- Bagaimana pergerakan *quadcopter* dapat menuju titik tujuan?

1.3 Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah dalam karya tulis ini:

- Daerah terbang pada area di luar ruangan.
- Jarak antara titik tujuan dengan *quadcopter*.
- Faktor kecepatan angin, tekanan, suhu, dan tingkat gravitasi pada setiap tempat pengambilan data diasumsikan sama.
- Perhitungan estimasi jarak tempuh maksimum *quadcopter* berdasarkan pengukuran lama waktu terbang *quadcopter*.
- Ketinggian maksimum terbang adalah 30 meter karena keterbatasan komponen *quadcopter*.
- Tidak ada *obstacle* ketika *quadcopter* bergerak sampai pada tujuan.
- *Quadcopter* tidak mengalami *crash* ketika melakukan misi penerbangan.
- Pengambilan data GPS pada *smartphone* berbasis Android dilakukan di luar ruangan.
- Pengujian dilakukan di area Rekawanawaluya Polman Bandung.
- Pengujian dilakukan dengan membandingkan lokasi dari GPS pemancar dengan posisi aktual dari *quadcopter*.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sistem mendapatkan sebuah informasi posisi dengan memanfaatkan teknologi GPS dan *quadcopter* dapat bergerak menuju titik tujuan yang dihasilkan oleh GPS pemancar dengan menggunakan jaringan internet.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah penggunaan *quadcopter* yang mempunyai jangkauan terbang yang lebih luas karena keterbatasan jangkauan sinyal *remote control* berbasis gelombang radio dengan menggunakan konsep Internet of Things. Hasil dari penelitian ini bisa digunakan untuk melakukan pengiriman barang dalam kehidupan sehari – hari atau pengiriman bantuan ketika terjadi bencana di tempat yang sulit di jangkau oleh kendaraan darat.

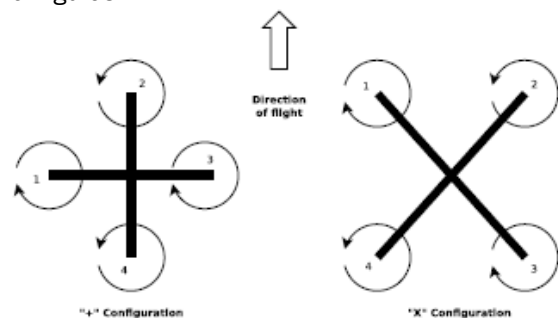
2 Kajian Pustaka

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Quadcopter

Quadcopter adalah salah satu jenis drone multirotor yang menggunakan empat buah motor penggerak untuk menerbangkannya. Dua buah motor berputar searah jarum jam dan dua buah motor lainnya berputar berlawanan arah jarum jam dilengkapi dengan propeller (baling-baling) untuk menghasilkan gaya angkat.

Pada *quadcopter* ada dua kemungkinan konfigurasi yang dipakai yaitu konfigurasi “+” dan konfigurasi “x”.



Gambar 1 Konfigurasi *quadcopter* dan putaran motor.

Pergerakan yang dapat terjadi pada *quadcopter* yaitu *hovering*, *roll rotation*, *pitch rotation*, dan *yaw rotation*. Keempat pergerakan ini dipengaruhi oleh beberapa parameter diantaranya: gaya angkat pada motor beserta arahnya, kecepatan putar motor, dan momen pada sayap *quadcopter*. Berikut merupakan penjelasan gerakan yang dapat terjadi pada *quadcopter* :

- *Hovering* atau *Throttle*

Gerak ini dapat dilakukan dengan menaikkan atau menurunkan kecepatan semua *propeller* dalam jumlah yang sama.

- *Roll*

Gerak ini dapat dilakukan dengan menambah atau mengurangi kecepatan salah satu *propeller* yang kiri atau yang kanan.

- *Pitch*

Gerak ini dapat dilakukan dengan menambah atau mengurangi kecepatan salah satu *propeller*, yang depan atau yang belakang.

- *Yaw*

Gerak ini dapat dilakukan dengan menambah atau mengurangi *propeller* kanan depan dan kiri belakang atau kanan belakang dan kiri depan secara bersamaan.

2.1.2 Komponen Pembangun Quadcopter

- Pixhawk 2.4.8

Didalam Pixhawk 2.4.8 terdapat berbagai sensor yang digunakan agar *quadcopter* dapat terbang dengan baik. Sinyal PWM untuk motor pun dikendalikan dari sini melalui pin I/O. Terdapat berbagai fungsi *port* yang dapat digunakan untuk kebutuhan *interface* dengan perangkat pendukung tambahan. Semua modul sudah terintegrasi didalamnya.



Gambar 2 Pixhawk 2.4.8

- Module GPS uBlox M8N

Module GPS ini terpasang pada modul *quadcopter* yang berfungsi untuk mendeteksi posisi dari *quadcopter* bergerak. Modul ini digunakan sebagai sensor umpan balik *quadcopter* sehingga dapat mengetahui perbandingan antara posisi *quadcopter* dan posisi tujuan.



Gambar 3 GPS uBlox M8N

- Motor DC Brushless A2212/13T 1000 KV

Pada penelitian ini digunakan motor DC *Brushless* dengan kemampuan putaran 1000 RPM tiap voltase nya dan terdapat 13 *pole* pada setiap motornya. Motor ini memiliki *thrust* sebesar 770 gram pada propeller ukuran 10 x 45.



Gambar 4 Motor Brushless A2212/13T 1000KV

- Electronic Speed Controller (ESC) Simonk 30A

ESC bekerja dengan mengkonversi daya dari baterai menjadi sinyal sekuensial yang disalurkan pada tiga buah keluaran kabel pada *brushless* motor. Sekuens tersebut mengendalikan kecepatan putaran dan pengereman pada motor. Kecepatan yang diinginkan pada setiap motor dikirim oleh pengendali melalui tiga sinyal kabel ESC.



Gambar 5 ESC Simonk 30A

- Raspberry Pi 3

Raspberry Pi 3 berfungsi sebagai komputer pengendali dari *flight controller* yang menerima program autopilot dari pengguna sehingga *quadcopter* bisa langsung terbang menuju tujuan tanpa perlu melakukan pengaturan lagi. Raspberry Pi 3 ini akan terhubung dengan internet dengan menggunakan modem internet.



Gambar 6 Raspberry pi 3

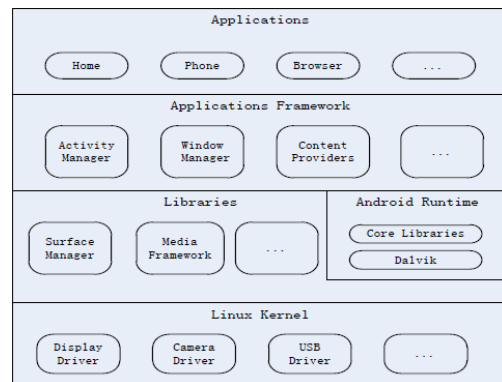
2.1.3 Global Positioning System (GPS)

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 bumi. 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. Alat ini didisain untuk kebutuhan tujuan militer yang kemudian berkembang menjadi alat yang dapat digunakan di kalangan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan yang sesuai dengan fungsi dari GPS. GPS memiliki nama asli, yakni NAVSTAR GPS (*Navigation System With Time and Ranging Global Positioning System*). Sistem ini terdiri dari 32 satelit yang ditempatkan pada bidang orbit dengan ketinggian rata-rata 20.200 km di atas bumi.

Pada dasarnya, penerima GPS membandingkan waktu sinyal yang ditransmisikan oleh satelit dengan waktu yang telah diterima. Perbedaan waktu memberitahu penerima GPS seberapa jauh satelit tersebut. Sekarang, dengan jarak pengukuran dari beberapa satelit, *receiver* dapat menentukan posisi pengguna dan menampilkannya pada peta elektronik.

2.1.4 Sistem Operasi Android

Sistem Operasi Android adalah sistem berbasis Linux, menggunakan arsitektur software Android yang terdiri dari empat lapisan: *Applications*, *Applications Framework*, *Libraries*, *Android Runtime*, *Linux Kernel*. Gambar berikut merupakan lapisan arsitektur sistem operasi Android:



Gambar 7 Arsitektur Sistem Operasi Android

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang memanfaatkan sistem *waypoint* dan GPS sebagai salah satu cara untuk pergerakan sebuah *quadcopter* ialah penelitian yang dilakukan oleh Ghiani Nurraksa yang berjudul “Pemanfaatan GPS untuk Penentuan Pergerakan *Quadcopter*” yang dipublikasikan oleh Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur Polman Bandung pada Januari 2018. Penelitian tersebut memanfaatkan sistem *tracking waypoint* pada sistem navigasi UAV dengan modul GPS. Sistem komunikasi yang digunakan antara modul GPS dan *quadcopter* adalah *Bluetooth*. Hasil yang dicapai dari penelitian ini memiliki nilai kesalahan sebesar 51% pada garis bujur dan 53% pada garis lintang tetapi modul GPS yang dibuat tidak dapat diangkat oleh *quadcopter* karena bebannya terlalu berat dan *quadcopter* tidak mampu mengangkatnya.

Penelitian tentang sistem *path builder* pada *quadcopter* dengan menggunakan Android sebagai salah satu cara untuk pergerakan sebuah *quadcopter* sudah pernah dilakukan oleh Azmi Rasyid dengan judul penelitian “Rancang Bangun dan Implementasi *Path Builder* pada *Quadcopter*” yang dipublikasikan oleh Jurusan Teknik Elektro Universitas Telkom pada Juni 2016. Penelitian tersebut memanfaatkan sistem *path builder* pada sistem navigasi UAV yang diintegrasikan dengan *smartphone* Android. Sistem komunikasi yang digunakan antara modul GPS dan *quadcopter* adalah radio telemetri 433 MHz. Hasil yang dicapai dari penelitian ini memiliki akurasi sebesar 85%, karena masih menggunakan radio telemetri sebagai sistem komunikasi maka jarak antara pengguna dengan *quadcopter* masih terbatas oleh jangkauan dari radio telemetri tersebut.

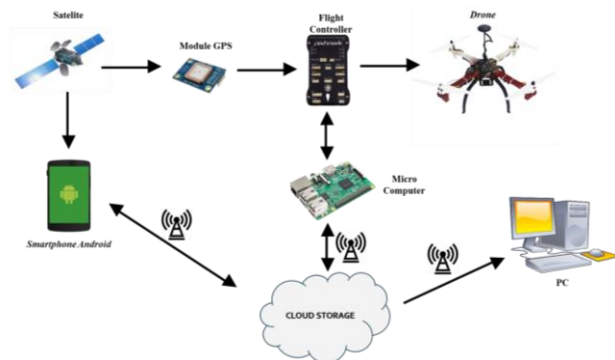
Dari hasil – hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa penelitian ini akan mengambil tema GPS sebagai sensor utamanya untuk mengetahui posisi dari tujuan akhir pergerakan *quadcopter* dan *smartphone* berbasis Android untuk antar mukanya dengan menggunakan internet sebagai sistem komunikasi antara *smartphone* berbasis Android dan *quadcopter*.

3 Perancangan Sistem

3.1 Gambaran Umum Sistem

Pada penelitian ini akan dibuat sistem penentuan lintasan pergerakan *quadcopter* berdasarkan titik koordinat yang dihasilkan GPS pemancar, data dari GPS pemancar dikirim menggunakan jaringan internet ke sebuah sistem *cloud storage*. Kemudian *quadcopter* akan menerima data dari sistem *cloud storage* dan bergerak menuju titik koordinat dari GPS pemancar. *Quadcopter* memiliki GPS untuk mengetahui lokasi dari *quadcopter* itu sendiri yang dijadikan sebuah sensor umpan balik untuk pembandingan dari titik koordinat lokasi pemancar dengan titik koordinat *quadcopter* saat itu. *Quadcopter* akan mengirimkan data lokasi secara berkala agar posisi *quadcopter* dapat terpantau. Perangkat *smartphone* berbasis Android akan digunakan sebagai GPS pemancar dan pada *quadcopter* ditambahkan sebuah pengendali yang dapat menerima data lokasi dari GPS pemancar yang dikirim menggunakan jaringan internet.

3.2 Perencanaan Sistem

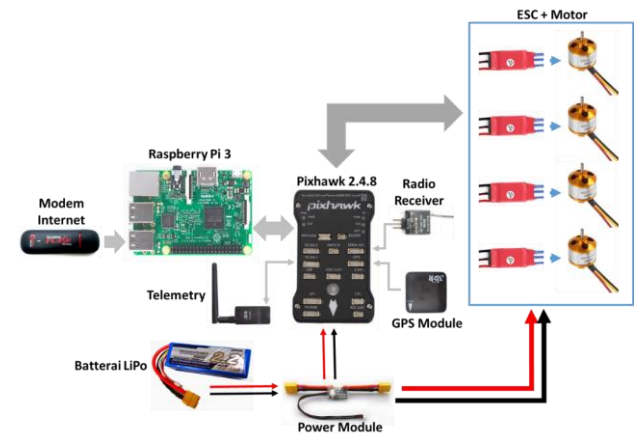


Gambar 8 Perencanaan Sistem

Pengguna menggunakan *smartphone* Android untuk mengendalikan *quadcopter* secara otomatis menuju lokasi dari *smartphone* Android tersebut. Data posisi dari *smartphone* Android akan dikirimkan menuju *cloud storage* melalui jaringan internet, kemudian data tersebut akan diterima oleh *micro computer* pada *quadcopter*, lalu *micro computer* akan mengirimkan program autopilot kepada *flight controller* sehingga *quadcopter* akan terbang menuju *smartphone* Android tersebut. Data posisi pada modul GPS *quadcopter* akan dikirim secara berkala menuju *cloud storage* melalui *micro computer* melewati jaringan internet. Data tersebut kemudian dibaca oleh *smartphone* Android sehingga pengguna mengetahui dimana posisi *quadcopter* berada. Data pada *cloud storage* bisa dibaca melalui Komputer.

3.3 Perancangan Sistem

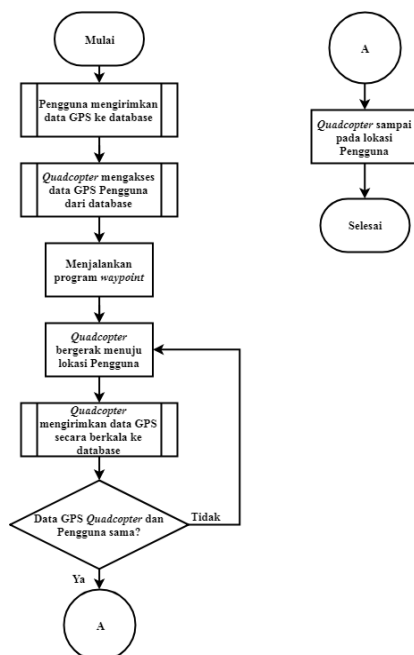
• Pembuatan Perangkat Keras



Gambar 9 Skematik Perangkat Keras Sistem

Pixhawk 2.4.8 digunakan sebagai *flight controller* yang berfungsi mengatur seluruh algoritma terbang dari *quadcopter*. Modul GPS digunakan untuk mengetahui posisi dari *quadcopter*. Telemetri berfungsi sebagai alat komunikasi antara *quadcopter* ketika terbang dengan stasiun pengendali di permukaan. *Radio Receiver* berfungsi untuk penerima perintah dari *remote control*. Raspberry Pi 3 yang terhubung dengan internet menggunakan Modem Internet berfungsi sebagai penghubung antara *flight controller* dengan pengguna *smartphone* sebagai tujuan *quadcopter* ketika melakukan misi terbang, Raspberry Pi 3 juga berfungsi untuk memberi perintah kepada *flight controller* untuk melakukan misi terbang secara otomatis. ESC yang terhubung dengan motor penggerak menerima sinyal dari *flight controller* untuk mengatur kecepatan dari motor tersebut. Semua perangkat diatas terhubung dengan *Power Module* sebagai pendistribusi sumber tegangan utama yang berasal dari baterai LiPo.

• Pembuatan Perangkat Lunak



Gambar 10 Diagram Alir Sistem

Pertama *quadcopter* diaktifkan dan program pada *micro computer* sudah siap digunakan sekaligus terhubung dengan internet, lalu pengguna membuka aplikasi khusus pada *smartphone* Android yang berfungsi untuk mengirim data GPS dari perangkat tersebut menuju database. Ketika data GPS sudah dikirim maka *micro computer* pada *quadcopter* akan membaca data tersebut, kemudian data tersebut dimasukkan kedalam program autopilot waypoint sehingga data GPS dari *smartphone* Android itu dijadikan tujuan akhir dari *quadcopter*. Ketika *quadcopter* terbang menuju tujuannya secara berkala *micro computer* pada *quadcopter* mengirimkan data GPS dari *quadcopter* itu sendiri sehingga pengguna mengetahui dimana posisi *quadcopter* secara real time. Dengan membandingkan antara data GPS *quadcopter* dan *smartphone* Android pengguna maka *quadcopter* dapat mengetahui bahwa *quadcopter* sudah mencapai tujuannya dan *quadcopter* akan mendarat di tujuan.

3.4 Pengujian Sistem

Dalam pengujiannya, semua perangkat baik keras maupun lunak akan diintegrasikan sehingga alat berfungsi sesuai dengan tujuan dari tugas akhi. Untuk mengetahui kemampuan dari GPS baik dari *smartphone* Android ataupun *quadcopter* akan dilakukan pengujian pembacaan data lokasi secara statis selama waktu tertentu. Untuk mengetahui kemampuan lama terbang *quadcopter* maka akan dilakukan pengujian terbang *quadcopter* pada posisi dan ketinggian tertentu sehingga didapatkan waktu maksimum dari *quadcopter* terbang. Untuk mengetahui hasil dari

program autopilot waypoint pengujian dilakukan dengan cara mengukur perbedaan jarak antara tujuan sesungguhnya dengan posisi *quadcopter* mendarat ketika selesai terbang secara autopilot waypoint menuju tujuan akhir yaitu posisi yang dihasilkan dari GPS *smartphone* Android dan waktu penerbangan menuju tujuan tersebut. Keluaran yang diharapkan setelah melakukan beberapa pengujian diatas yaitu *quadcopter* bisa terbang dengan stabil dan dapat mendarat secara akurat sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan oleh pengguna.

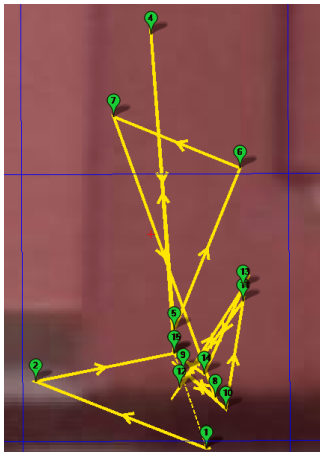
4 Hasil Pengujian Dan Analisa

4.1 Pengujian GPS pada *Smartphone* Android

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil pembacaan koordinat yang dilakukan oleh GPS pada *smartphone* Android. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi kompas pada *smartphone* Android. Kemudian dilakukan pengujian secara statis selama 10 menit lalu diambil 15 data perubahan yang terjadi selama pengujian. Data tersebut kemudian diproyeksikan kedalam peta Google Maps sehingga didapatkan data secara visual dan diketahui perbedaan jarak setiap data. Data ke-1 dijadikan titik acuan untuk mencari perbedaan jarak setiap data sehingga didapatkan nilai rata - rata toleransi GPS pada *smartphone* Android. Perangkat yang digunakan adalah Xiaomi Redmi 4X. Berikut merupakan hasil pengujian statis dari GPS Xiaomi Redmi 4X.

Tabel 1 Data Pengujian GPS pada *Smartphone* Android

Data ke-	Latitude	Longitude	Perbedaan Jarak (m)
1	-6,8773177	107,6205566	0
2	-6,8772949	107,6204988	6,8
3	-6,8772855	107,6205457	3,8
4	-6,8771776	107,6205377	15,7
5	-6,8772773	107,6205457	4,7
6	-6,8772227	107,6205679	10,6
7	-6,8772056	107,6205253	12,8
8	-6,8773004	107,6205595	2
9	-6,8772914	107,6205489	3
10	-6,8773045	107,6205634	1,6
11	-6,8772677	107,6205690	5,7
12	-6,8772972	107,6205475	2,5
13	-6,8772634	107,6205691	6,2
14	-6,8772925	107,6205558	2,8
15	-6,8772855	107,6205457	3,8
Rata - rata			5,47



Gambar 11 Visualisasi Data GPS Android

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa meskipun pengujian dilakukan secara statis, artinya pada satu titik koordinat, namun pembacaan GPS memperoleh hasil yang berbeda-beda. Hasil pembacaan GPS bergantung pada jumlah satelit yang terkunci, cuaca, dan lokasi pengujian.

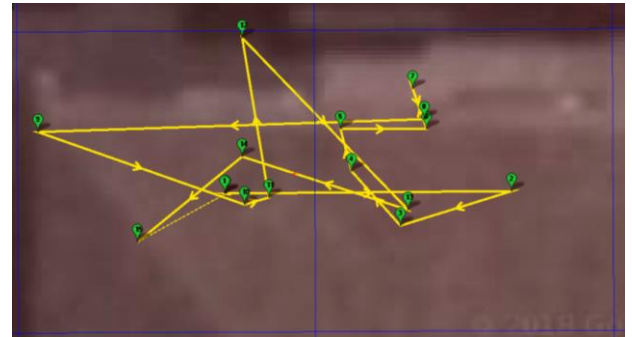
4.2 Pengujian GPS pada Quadcopter

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil pembacaan koordinat yang dilakukan oleh GPS pada *quadcopter*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi Mission Planner pada komputer. Kemudian dilakukan pengujian secara statis selama 10 menit lalu diambil 15 data perubahan yang terjadi selama pengujian. Data tersebut kemudian diproyeksikan kedalam peta Google Maps sehingga didapatkan data secara visual dan diketahui perbedaan jarak setiap data. Data ke-1 dijadikan titik acuan untuk mencari perbedaan jarak setiap data sehingga didapatkan nilai rata - rata toleransi GPS pada *quadcopter*. Berikut merupakan data hasil pengujian statis dari GPS *quadcopter*.

Tabel 2 Data Pengujian GPS pada Quadcopter

Data ke-	Latitude	Longitude	Perbedaan Jarak (m)
1	-6,8773645	107,6203770	0
2	-6,8773640	107,6204639	9,6
3	-6,8773742	107,6204303	6
4	-6,8773580	107,6204155	4,3
5	-6,8773454	107,6204120	4,4
6	-6,8773452	107,6204382	7,1
7	-6,8773334	107,6204339	7,2
8	-6,8773424	107,6204375	7,1
9	-6,8773464	107,6203201	6,6
10	-6,8773681	107,6203828	0,8
11	-6,8773660	107,6203903	1,5
12	-6,8773181	107,6203821	5,2
13	-6,8773696	107,6204326	6,2

14	-6,8773535	107,6203822	1,4
15	-6,8773793	107,6203504	3,4
Rata - rata			4,72



Gambar 12 Visualisasi Data GPS Quadcopter

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa meskipun pengujian dilakukan secara statis, artinya pada satu titik koordinat, namun pembacaan GPS memperoleh hasil yang berbeda-beda. Hasil pembacaan GPS bergantung pada jumlah satelit yang terkunci, cuaca, dan lokasi pengujian.

4.3 Pengujian Lama Terbang Quadcopter

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari baterai 11,1 V dengan kapasitas 5400 mAh yang digunakan sebagai sumber utama dari *quadcopter*. *Quadcopter* akan diterbangkan pada ketinggian 3 meter pada posisi yang sama secara terus menerus hingga alarm baterai berbunyi menandakan baterai sudah habis. Berikut merupakan data hasil pengujian lama terbang *quadcopter*.

Tabel 3 Data Pengujian Waktu Terbang Quadcopter

Waktu Terbang (menit)	Tegangan Baterai (V)	Keterangan
0	12,1	Takeoff
3	11,9	Altitude Hold
6	11,7	Altitude Hold
9	11,6	Altitude Hold
12	11,5	Altitude Hold
15	11,4	Altitude Hold
18	11,3	Altitude Hold
22	11,1	Alarm LowBatt

Dari hasil pengujian didapatkan hasil bahwa *quadcopter* dapat terbang selama 22 menit dalam mode terbang *Altitude Hold* dengan menggunakan baterai LiPo 11,1 V dengan kapasitas 5400 mAh. Untuk mencegah rusaknya baterai LiPo maka pengujian berhenti ketika tegangan baterai mencapai 11,1 V.

4.4 Pengujian Sistem Waypoint Quadcopter

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari pergerakan *quadcopter* bergerak menuju titik tujuan. *Quadcopter* memulai terbang dari posisi yang sama disetiap pengujian. Jarak menuju titik tujuan sudah ditentukan terlebih dahulu kemudian dicari koordinat dari titik tersebut menggunakan GPS *smartphone* berbasis Android dan GPS Garmin 62sc. Data GPS dari *smartphone* berbasis Android akan dibandingkan dengan GPS Garmin 62sc. *Quadcopter* akan mendarat di titik tujuan yaitu posisi dari data GPS *smartphone* berbasis Android. Jarak antara titik tujuan dibandingkan dengan jarak dimana *quadcopter* mendarat untuk mendapatkan nilai kesalahan dari sistem *waypoint*. Berikut merupakan data hasil pengujian sistem *waypoint quadcopter* dengan jarak tujuan 45 meter.

Tabel 4 Data GPS Android dan GPS Garmin 62sc

Pengujian ke-	Jumlah Satelit GPS Android	Data GPS Android		Data GPS Garmin 62sc		Perbedaan Jarak (m)
		Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
1	12	6,8763 6944	107,62 14972	6,8763 1667	107,62 15333	7
2	14	6,8763 6111	107,62 14972	6,8762 9167	107,62 15361	7
3	16	6,8763 6389	107,62 14963	6,8762 4722	107,62 15444	7,5
4	16	6,8763 6667	107,62 15050	6,8762 6389	107,62 15306	8,2
5	11	6,8763 7050	107,62 15129	6,8763 1389	107,62 15556	7,6
Rata - rata						7,46

Tabel 5 Data Pengujian Sistem Waypoint

Pengujian ke-	Jumlah satelit GPS <i>Quadcopter</i>	Perbedaan Jarak dari tujuan akhir (m)	Waktu Tempuh (s)
1	16	5,1	75
2	13	4,6	66
3	14	3,5	63
4	11	4,4	68
5	13	4,5	70
Rata - rata		4,42	68,4

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa terjadi perbedaan antara tujuan seharusnya yaitu posisi data GPS Garmin 62sc dengan posisi data GPS *smartphone* berbasis Android dengan rata -

rata perbedaan sebesar 7,46 meter. Selain itu terjadi perbedaan antara posisi *quadcopter* mendarat dengan tujuan akhir yang sudah ditentukan dengan rata - rata perbedaan sebesar 4,42 meter. Perbedaan ini terjadi karena perbedaan data antara posisi yang sebenarnya di muka bumi dengan data posisi dari GPS yang digunakan oleh sistem, baik ketika pengambilan data GPS dari *smartphone* berbasis Android yang digunakan sebagai tujuan atau data GPS dari *quadcopter* yang digunakan sebagai pembandingan antara posisi *quadcopter* dengan tujuan. Sinyal satelit yang ditangkap oleh modul GPS berjumlah 11 sampai 16 satelit dapat menghasilkan data posisi yang masih dalam batas toleransi yang dibutuhkan. Waktu terbang rata - rata yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan dengan jarak 45 meter adalah 68,4 detik.

4.5 Pengujian Kecepatan Kirim Data Menggunakan Internet

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan pengiriman data antara *micro computer* dan *smartphone* berbasis Android melalui jaringan internet. Pengiriman data dilakukan dari *smartphone* berbasis Android menuju database kemudian data tersebut akan dibaca oleh micro controller, data yang diterima tersebut akan menjalankan program untuk mengirimkan data lain menuju database, data yang dikirim dari micro controller akan dibaca oleh *smartphone* berbasis Android kemudian dihitung waktu yang dibutuhkan dari awal data dikirimkan dari *smartphone* berbasis Android sampai data dari micro controller diterima oleh *smartphone* berbasis Android. Berikut merupakan data hasil pengujian kecepatan kirim data menggunakan Internet pada koneksi internet High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) dan Long-Term Evolution (LTE). Berikut merupakan data hasil pengujian kecepatan kirim data menggunakan internet.

Tabel 6 Data Pengujian Kecepatan Kirim Data Pada Koneksi HSDPA

Pengujian ke-	Waktu yang dibutuhkan (s)
1	3,7
2	2,3
3	2,5
4	2,5
5	2,2
Rata - rata	2,64

Tabel 7 Data Pengujian Kecepatan Kirim Data Pada Koneksi HSDPA

Pengujian ke-	Waktu yang dibutuhkan (s)
1	2,8
2	2,4
3	3,2
4	3,1
5	2,7
Rata - rata	2,84

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa kecepatan kirim data pada koneksi HSDPA dan LTE hampir sama dengan rata – rata waktu 2,64 sekon pada koneksi HSDPA dan 2,84 sekon pada koneksi LTE. Dengan kecepatan kirim data tersebut penggunaan internet untuk komunikasi antara *smartphone* berbasis Android dan *quadcopter* bisa digunakan untuk pengendalian *quadcopter* secara waypoint.

5 Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap sistem yang dibangun selama proses penyusunan karya tulis ini dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

- Nilai akurasi dari sensor GPS pada *smartphone* berbasis Android memiliki rata – rata sebesar 5,47 meter.
- Nilai akurasi dari sensor GPS pada *quadcopter* memiliki rata – rata sebesar 4,72 meter.
- *Quadcopter* dapat terbang selama 22 menit dengan menggunakan baterai LiPo dengan kapasitas 5400 mAh.
- Sistem Waypoint *Quadcopter* berhasil diterapkan pada sistem dengan perbedaan jarak rata – rata antara posisi akhir *quadcopter* dengan posisi tujuan sebenarnya di lapangan sebesar 4,42 meter.
- Pengiriman data dengan menggunakan internet berhasil dilakukan dengan rata – rata waktu 2,74 sekon untuk setiap pengiriman data.
- Aplikasi Drone-IoT pada *smartphone* berbasis Android dapat digunakan untuk menerima informasi posisi dari *quadcopter* dan dapat mengirimkan data posisi tujuan akhir *quadcopter* dengan tampilan yang sederhana.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan:

- Menggunakan modul sensor GPS pada *quadcopter* dengan tingkat akurasi yang lebih baik sehingga dapat memperkecil kesalahan pada sistem.
- Menambah kemampuan mode terbang pada *quadcopter*.

- Aplikasi Drone-IoT dapat dikembangkan lagi dengan menambah fitur – fitur yang berguna bagi pengguna ketika melakukan penerbangan *quadcopter*.

6 Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan laporan teknik ini khususnya kepada:

1. Bapak Hadi Supriyanto, S.T., M.T. selaku pembimbing pertama dan Ibu Tika Meizinta, M.Sc. selaku pembimbing kedua, yang telah membimbing penulis dalam proses penyelesaian penelitian ini,
2. Seluruh dosen dan karyawan jurusan AE yang banyak memberikan ilmunya dalam menyelesaikan penelitian ini,
3. Kedua orang tua penulis yang senantiasa selalu berdo'a dan berikhtiar untuk anak – anaknya,
4. Rekan-rekan mahasiswa khususnya kelas 4AE, yang bersama-sama berjuang dan menyemangati dalam proses penyelesaian penelitian ini,
5. Semua pihak yang telah membantu dalam hal apapun baik secara moral maupun materi.

7 Daftar Pustaka

- [1] Utama Wiguna, Rizky, M. Komarudin dan Agus Trisanto. 2013. *Sistem Kendali Holding Position Pada Quadcopter Berbasis Mikrokontroller ATmega 328P*. Bandar Lampung: Universitas Lampung
- [2] Muhammad Abdu Fatah, Yamato, Agustini Rodiah Machdi. (2016). IMPLEMENTASI MOBILE TRACKING AND SECURITY SYSTEM BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 162 GPS DAN SMS. Bogor: Universitas Pakuan
- [3] Danh, L. V. 2016. Design Of A Quadcopter Autopilot System To Take Aerial Photography For Remote Sensing Applications In Agriculture. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 4602-4608
- [4] Diego Domingos, G. C. F. G., 2016. *Autonomous Fuzzy Control and Navigation of Quadcopters*. IFAC-PaperOnLine, Volume 49(5), pp. 73-78
- [5] Santoro, C. 2014. *Slide Share Quadcopter*. <https://www.slideshare.net/corradosantoro/quadcopter-31045379/1>. Diakses pada tanggal 25 Juli 2018
- [6] Ikhsan, Firman. 2014. *Quadcopter*. <http://firmanikhsan.com/mengenal->

- quadcopter/. Diakses pada tanggal 20 Juli 2018
- [7] Pixhawk. <http://ardupilot.org/copter/docs/common-pixhawk-overview.html>. Diakses pada tanggal 25 Juli 2018
- [8] GPS uBlox M8N. <http://www.u-blox.com/en/product/neo-m8-series>. Diakses pada tanggal 25 Juli 2018
- [9] GPS uBlox M8N. <http://gearbest.com/rc-quadcopters-parts>. Diakses pada tanggal 25 Juli 2018
- [10] Battery Heated Clothing, 2014. A2212/13T Technical Data. <http://www.batteryheatedclothing.com/pages/a2212-13t-technical-data.html>. Diakses pada tanggal 25 Juli 2018
- [11] Simonk 30A ESX. <http://lynxmotion.com/p-916-30a0esc-simonk.aspx>. Diakses pada tanggal 25 Juli 2018
- [12] Raspberry Pi 3. <http://www.raspberrypi.org>. Diakses pada tanggal 25 Juli 2018
- [13] Perdagangan, P. P. 2016, Desember. *Mengenal Lebih Dalam Global Positioning System (GPS)*. <http://pusdiklat.kemendag.go.id/bdpmb/kolom/mengenal-lebih-dalam-global-positioning-system-gps/>. Diakses pada tanggal 20 Juli 2018
- [14] Ma, Li, 2014. *Research and Development of Mobile Application for Android Platform*. Nanjing .University of Information Science & Technology
- [15] Nurraksa, Ghiani. 2018. Pemanfaatan GPS untuk Penentuan Lintasan Pergerakan Quadcopter. Bandung. Politeknik Manufaktur Bandung
- [16] Rasyid, Azmi. 2016. Rancang Bangun dan Implementasi Path Builder pada Quadcopter. Bandung, Universitas Telkom
- [17] MAVLink Team, 2017. *MAVLink Common Message*. <http://mavlink.org/messages/common>. Diakses pada tanggal 25 Juli 2018
- [18] Firebase. <http://www.google.com/firebase/about>. Diakses pada tanggal 25 Juli 2018
- [19] MIT App Inventor. <http://www.appinventor.mit.edu/explore/about-us.html> Diakses pada tanggal 25 Juli 2018