

# PEMBANGUNAN APLIKASI GROUND CONTROL STATION PADA UNMANNED AERIAL VEHICLE BERBASIS INTERNET OF THINGS

Fakhri Ramdani<sup>1</sup>, Iskandar Ikbali<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Informatika-Universitas Komputer Indonesia  
Jalan Dipatiukur 112-114 Bandung, Jawa Barat 40132

E-mail : fakhriamrdani4@gmail.com<sup>1</sup>, Iskandar.ikbal@email.unikom.ac.id<sup>2</sup>

## ABSTRAK

*Ground Control Station* (GCS) adalah stasiun pemantauan dimana operator di darat dapat memantau kondisi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) selama penerbangan. saat ini GCS yang tersedia di divisi roket dan *Unmanned System* UNIKOM hanya dapat mencakup area terbatas sehingga pengawas di Laboratorium tidak dapat melihat kondisi UAV secara langsung dan harus menunggu laporan hasil pengujian dari operator di lapangan. Dan GCS hanya dapat memonitoring satu buah UAV, sehingga untuk memonitoring UAV berbeda memerlukan GCS yang berbeda pula dan dirasa kurang efisien karena logging data setiap UAV terpisah. Oleh karena itu sebagai Solusi dalam penelitian ini diusulkan sebuah sistem GCS yang berbasis *Internet of Things* agar memiliki cakupan area yang luas sehingga pengawas dapat melakukan monitoring secara langsung di lokasi yang terpisah dari pengujian terbang dan dapat memonitoring banyak UAV. Hasil pengujian yang dilakukan pada alat dengan mengetes deteksi dari setiap sensor yang digunakan dan memiliki selisih yang tidak terlalu besar dengan nilai aktual atau dari sensor sejenisnya. Dan pengujian terhadap alat saat berada didalam dan luar ruangan didapat keberhasilan sebesar 80% saat diuji didalam ruangan dan 96% saat diuji diluar ruangan. Sehingga dapat memberikan informasi tentang sikap UAV dengan baik.

**Kata kunci** : *Ground Control Station, Unmanned Aerial Vehicle, Internet of Things, monitoring*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat ini di Indonesia teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang awalnya dikembangkan untuk kebutuhan militer kini sudah mulai dikembangkan untuk kebutuhan di bidang lain seperti melakukan penginderaan jarak jauh, melakukan pemetaan wilayah, monitoring lahan pertanian, dan penyisiran di wilayah yang sulit dijangkau manusia.

*Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) adalah istilah yang digunakan untuk merepresentasikan benda terbang dengan supply daya sendiri yang bisa digunakan berulang kali tanpa dioperasikan oleh

manusia secara langsung di dalamnya. Hampir semua UAV memiliki Remot Kontrol untuk mengendalikan UAV agar terhindar dari benturan-benturan akibat kegagalan saat terbang secara otomatis.[1]

Karena lintasan UAV berada di udara maka akan sulit bagi manusia untuk memantau kondisi UAV. Oleh karena itu dikembangkan sebuah sistem *Ground Control Station* (GCS) sebagai stasiun pemantauan, sehingga operator di darat dapat memantau kondisi UAV selama penerbangan.

*Ground Control Station* adalah sebagai stasiun monitoring dan komando dimana operator di darat dapat mengirimkan perintah misi dan mengawasi jalannya misi tersebut dan kondisi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) selama misi.[2]

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Didit Andri Jatmiko, S.Kom., M.T. Selaku ketua dan pembimbing di Divisi Roket *Unmanned System* Universitas Komputer Indonesia mengatakan bahwa Saat ini di Laboratorium Divisi Roket *Unmanned System* Universitas Komputer Indonesia *Ground Control Station* yang tersedia hanya dapat mencakup area terbatas karena menggunakan jaringan radio sehingga ketika pengujian terbang kondisi UAV hanya dapat dilihat oleh operator di lapangan sehingga pengawas di Laboratorium tidak dapat melihat kondisi UAV secara langsung dan harus menunggu laporan hasil pengujian dari operator di lapangan. Kemudian setiap *Ground Control Station* yang saat ini tersedia di Divisi Roket *Unmanned System* Universitas Komputer Indonesia hanya dapat memonitoring satu buah UAV, sehingga untuk memonitoring UAV berbeda memerlukan GCS yang berbeda pula dan dirasa kurang efisien karena logging data setiap UAV terpisah.

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan, sebagai Solusi dalam penelitian ini diusulkan sebuah sistem untuk menghubungkan UAV dengan jaringan internet agar memiliki cakupan area yang luas sehingga pengawas dapat melakukan monitoring secara langsung di lokasi yang terpisah dari pengujian terbang. kemudian membangun aplikasi *Ground Control Station* (GCS) yang mampu memonitoring banyak UAV yang berbasis Web agar mudah diakses di berbagai perangkat komputer tanpa melakukan proses instalasi serta dapat diakses

oleh banyak user sekaligus, yang akan menampilkan data kondisi UAV secara akurat dalam bentuk peta lokasi, teks, grafik, dan visual instrumen penerbangan sebagai informasi untuk operator dalam menentukan keputusan selanjutnya dan acuan untuk pengawas dalam mengevaluasi perkembangan Teknologi UAV di Divisi Raket Unmanned System UNIKOM. Maka dari itu dalam penelitian ini penulis mengambil judul “**Pembangunan Aplikasi Ground Control Station pada Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Berbasis Internet of Things**”.

### 1.2 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah untuk membangun *Aplikasi Ground Control Station Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Berbasis IoT*. Tujuan yang ingin dicapai dalam pembangunan aplikasi *Ground Control Station Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* berbasis IoT.

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini diantaranya :

1. memudahkan Operator atau Pengawas memantau kondisi UAV dari jarak jauh.
2. Memudahkan operator atau pengawas mengevaluasi hasil pengujian terbang dari UAV.

## 2. ISI PENELITIAN

### 2.1 Landasan Teori

Landasan teori merupakan seperangkat pendapat, definisi atau konsep - konsep yang berhubungan dengan ruang lingkup dan hal-hal yang dibahas dalam melakukan penelitian ini. Selain itu, landasan teori memudahkan peneliti untuk menjelaskan dan memprediksi hasil penelitian.

#### 2.1.1 Aplikasi

Aplikasi berasal dari kata *application* yang artinya penerapan, lamaran, penggunaan. Secara istilah aplikasi adalah program siap pakai yang direka untuk melaksanakan suatu fungsi bagi pengguna atau aplikasi yang lain dan dapat digunakan oleh sasaran yang dituju. Perangkat lunak aplikasi adalah suatu subkelas perangkat lunak komputer yang memanfaatkan kemampuan computer langsung untuk melakukan tugas yang diinginkan pengguna.[3]

#### 2.1.2 Unmanned Aerial vehicle

*Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* adalah istilah yang digunakan untuk merepresentasikan benda terbang dengan supply daya sendiri yang bisa digunakan berulang kali tanpa dioperasikan oleh manusia secara langsung di dalamnya. Hampir semua *UAV* memiliki Remot Kontrol untuk mengendalikan *UAV* agar terhindar dari benturan-benturan akibat kegagalan saat terbang secara otomatis.[1]

#### 2.1.3 Ground Control Station

Aplikasi *Ground control stasion (GCS)* yang merupakan sistem monitoring dapat memvisualisasikan gerak ataupun sikap *UAV* pada

saat terbang , data yang didapatkan dari sensor UAV akan diterima oleh sistem monitoring dan diolah ke dalam bentuk visual gerak ataupun sikap UAV pada saat terbang.[2]

### 2.1.4 Internet of Things

*Internet of Things (IOT)* adalah sebuah kemampuan untuk menghubungkan objek-objek cerdas dan memungkinkannya untuk berinteraksi dengan objek lain, lingkungan maupun dengan peralatan komputasi cerdas lainnya melalui jaringan internet. IoT dalam berbagai bentuknya telah mulai diaplikasikan pada banyak aspek kehidupan manusia.[4]

### 2.1.5 Monitoring

Monitoring adalah proses pengumpulan dan analisis informasi berdasarkan indikator yang ditetapkan secara sistematis dan kontinu tentang kegiatan/ program sehingga dapat dilakukan tindakan koreksi untuk penyempurnaan program/ kegiatan itu selanjutnya.[5]

## 2.2 Metodologi Penelitian

Metodologi Penelitian untuk pembangunan aplikasi ini yakni menggunakan metode analisis deskriptif. Metode analisis deskriptif adalah suatu metode yang berfungsi mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah terkumpul sebagaimana adanya. Metode penelitian ini memiliki dua tahap, yakni tahap pengumpulan data dan tahap pembangunan perangkat lunak :

### 2.2.1 Metode Pengumpulan Data

#### 1. Studi Literatur

Pengumpulan data dilakukan adalah dengan cara mempelajari, meneliti, dan menelaah berbagai literatur dari perpustakaan yang bersumber dari buku buku, jurnal ilmiah, situs internet, dan bacaan lainnya yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

#### 2. Wawancara

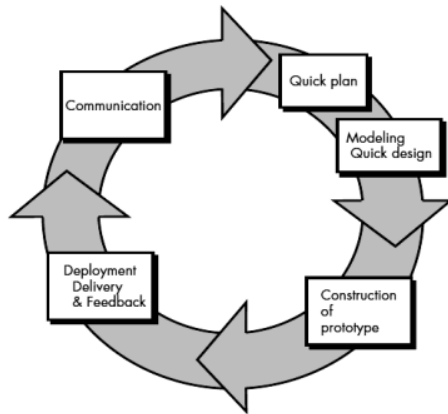
Pada tahap ini bertujuan untuk mencari jawaban tentang hal-hal yang belum diketahui penulis dalam tugas akhir ini kepada pihak yang lebih ahli dalam pengembangan sistem pada UAV.

#### 3. Observasi

Metode ini digunakan untuk melakukan observasi terhadap perangkat yang akan digunakan untuk sistem *Ground Control Station* pada *Unmanned Aerial Vehicle*, berbekal informasi dari studi literatur yang telah dilakukan.

### 2.2.2 Metode Pembangunan Perangkat Lunak

Dalam pembuatan aplikasi ini menggunakan *Prototype model* sebagai tahapan pengembangan perangkat lunaknya Adapun proses tersebut antara lain :



**Gambar 1.** Prototype Model[6]

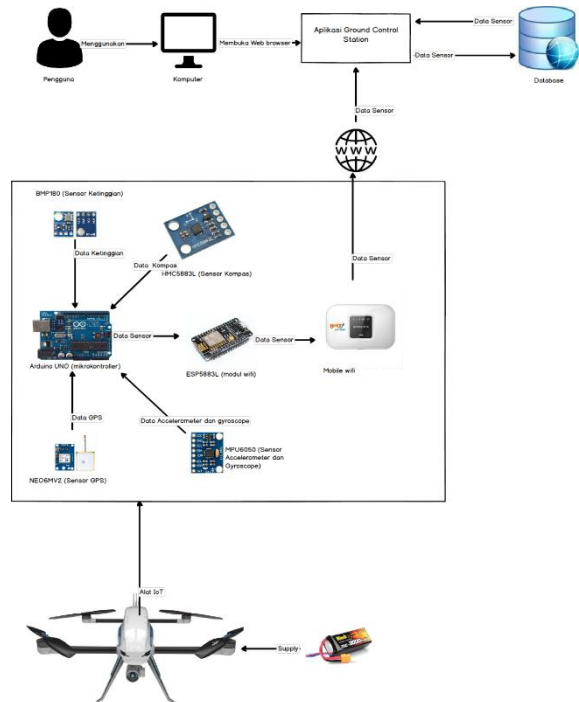
1. *Communication*  
Pada tahap ini dilakukan komunikasi dengan pihak pengguna untuk mendefinisikan secara keseluruhan tujuan dari sistem dan melakukan identifikasi dan analisis kebutuhan.[6]
2. *Quick Plan*  
Perencanaan cepat dengan menganalisis kebutuhan yang diperlukan dalam membangun aplikasi *Ground Control Station Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* berbasis IoT. [6]
3. *Modelling Quick Design*  
Proses membuat desain dengan cepat untuk membuat gambaran alat yang akan dibangun. [6]
4. *Construction of Prototype*  
Pada tahapan ini dilakukan evaluasi sesuai dengan kebutuhan dari hasil modelling yang telah dilakukan. [6]
5. *Deployment Delivery and Feedback*  
Tahapan ini dilakukan pembangunan beserta pengujian sistem dan apabila pengguna merasa kurang sesuai dengan kebutuhan, maka akan diperbaiki sampai pengguna merasa sesuai dengan kebutuhan. [6]

## 2.3 Hasil dan Pembahasan

Berikut ini adalah pembahasan aplikasi *Ground Control Station* yang akan dibangun beserta hasilnya.

### 2.3.1. Analisis Arsitektur Sistem

Analisis arsitektur sistem merupakan tahap mendeskripsikan fisik sistem yang akan dibangun dan juga beberapa komponen pendukungnya.



**Gambar 2.** Arsitektur Sistem

Berikut Penjelasan dari Gambar 2:

1. Alat diletakkan di *Unmanned Aerial Vehicle* yang akan mengumpulkan data dari drone.
2. Sumber tegangan *Unmanned Aerial Vehicle* berasal dari baterai.
3. Sumber tegangan Mikrokontroler berasal dari baterai yang telah melewati Regulator dan diubah tegangannya menjadi 5V.
4. Mikrokontroler yang digunakan berjumlah 1 yaitu Arduino Uno.
5. Arduino Uno berfungsi untuk mengumpulkan data dari sensor dan menghubungkannya dengan modul wifi untuk dikirim ke internet.
6. Mikrokontroler akan menerima data *Attitude* secara *realtime* dari sensor *Attitude*.
7. Mikrokontroler akan menerima data *Longitude dan latitude* secara *realtime* dari sensor GPS.
8. Mikrokontroler akan menerima data *Ketinggian* secara *realtime* dari sensor *Ketinggian*.
9. Mikrokontroler akan menerima data *Heading* secara *realtime* dari sensor *Kompas*.
10. Data yang diolah dan dikirimkan ke internet oleh Arduino diantaranya data *Attitude, Ketinggian, Heading, Longitude dan latitude*.
11. Webserver terdiri dari Apache web server dan MySQL.
12. Data yang telah dikirimkan ke internet kemudian disimpan di *database*.

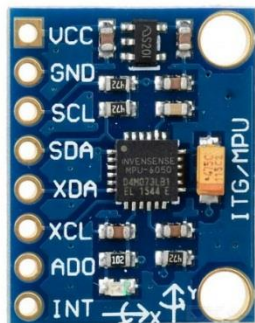
13. Pengguna dapat menggunakan browser di komputer untuk membuka aplikasi *ground control station*.
14. Pengguna melakukan login untuk bisa masuk ke aplikasi *Ground Control Station*.
15. *Ground Control Station* mengambil informasi data sensor yang tersimpan di *database* untuk ditampilkan dalam bentuk visual peta, visual instrument penerbangan, grafik dan teks.

### 2.3.2 Analisis Sensor yang digunakan

Berikut adalah analisis mengenai sensor yang digunakan pada alat IoT.

#### 1. Sensor Attitude

Sensor *Attitude* yang digunakan merupakan sensor GY-521 yang mana sensor ini adalah sebuah modul *Inertial Measurement Unit (IMU)* yang menggunakan chip MPU-6050 dari InvenSense. MPU-6050 sendiri adalah chip dengan *3-axis Accelerometer* (sensor percepatan) dan *3-axis Gyroscope* (pengatur keseimbangan), atau dengan kata lain 6 *degrees of freedom (DOF) IMU*. Selain itu, MPU6050 sendiri sudah memiliki *Digital Motion Processors (DMP)*, yang akan mengolah data mentah dari masing-masing sensor. Sejumlah data tersebut akan diolah menjadi data dalam bentuk quaternions (4 Dimensi). DMP pada MPU6050 juga berfungsi meminimalisasi error yang dihasilkan.[7]

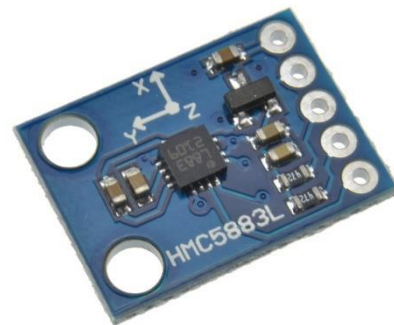


**Gambar 3.** MPU6050

#### 2. Sensor heading

Sensor *Heading* yang digunakan adalah sensor HMC5883L yang mana sensor ini adalah sensor magnet yang terkemas dalam surface mount 3.0x3.0x0.9 mm 16-pin *leadless chip carrier (LCC)*. HMC5883L tersusun atas sensor resistif magnet beresolusi tinggi dengan demagnetisasi otomatis, penghilang offset dan ADC 12-bit untuk pengukuran medan magnet bumi dengan resolusi tinggi. Menggunakan teknologi *anisotropic magneto-resistive (AMR)* Honeywell, HMC5883L menyediakan tingkat presisi lebih pada sensitifitas dan linieritas sumbu dan

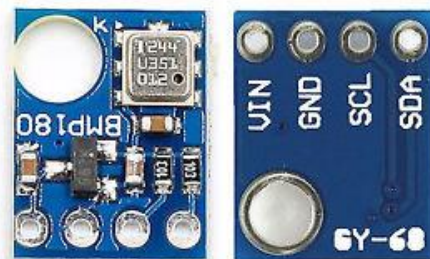
dirancang untuk mengukur kedua arah dan medan magnet bumi.[8]



**Gambar 4.** HMC5883L

#### 3. Sensor Ketinggian

Sensor Ketinggian yang digunakan adalah sensor BMP180 yang mana sensor ini adalah sensor yang dapat mengukur *barometric pressure* menggunakan barometer digital. Tingkat akurasi sensor ini mencapai 1 meter. Sensor ini hanya membutuhkan 0.3 uA sehingga sangat menghemat baterai.[9]

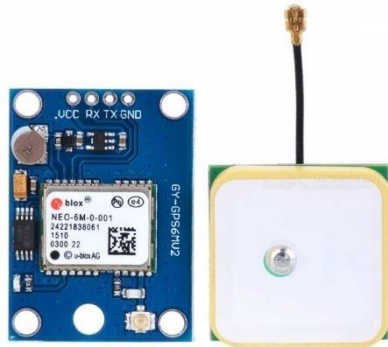


**Gambar 5.** BMP180

#### 4. Sensor GPS

Sensor GPS yang digunakan adalah Modul GPS NEO6MV2 yang mana modul ini merupakan modul GPS yang dapat berkerja dengan mikrokontroller Arduino Uno dan Arduino Mega. Modul GPS ini memiliki fitur sebagai mesin penentu titik lokasi atau posisi. GPS UBLOX NEO6MV2 yaitu berupa GPS *receiver* dengan 50 channel. Time to First Fix dalam kondisi cold start memerlukan waktu 27 detik, dalam kondisi warm start memerlukan waktu 27 detik kondisi, dalam kondisi hot start memerlukan waktu 1 detik, dalam kondisi Aided start memerlukan waktu kurang dari 3 detik. GPS NEO6MV2 memiliki - 130 dBm *tracking sensitivity and Navigation*, 0.25Hz - 10 MHz *frequency of time pulse signal*, dan *Max navigation update rate* 10

Hz. Modul ini menggunakan protokol NMEA yang merupakan protokol yang dikeluarkan oleh GPS receiver. Output data dari modul ini berupa ASCII code yang berisi informasi data koordinat lintang (*latitude*), bujur (*longitude*), ketinggian (*altitude*), waktu standat UTC (UTC time), dan kecepatan (*speed over ground*).[10]



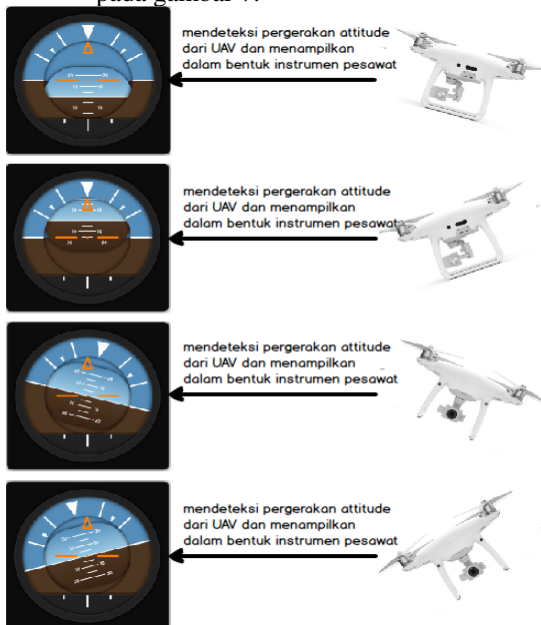
Gambar 6. NEO6MV2

### 2.3.3 Analisis Deteksi Sensor

Berikut adalah analisis mengenai bagaimana aplikasi mengolah data sensor pada alat IoT.

#### 1. Sensor Attitude

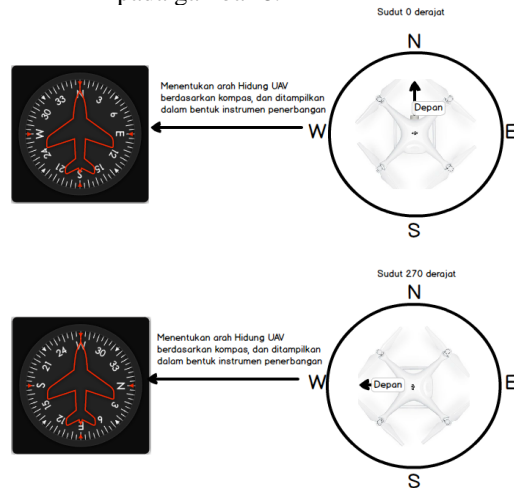
Deteksi *Attitude* menggunakan sensor MPU6050 untuk mengetahui sikap dari *Unmanned Aerial Vehicle*(UAV) saat mengudara. Memanfaatkan *Accelerometer* dan *Gyroscope*, sensor diletakkan sejajar dan menempel pada UAV sehingga bergerak mengikuti pergerakan UAV. Berikut gambaran deteksi *Attitude* dari *Unmanned Aerial Vehicle*, dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Deteksi Sensor Attitude UAV

#### 2. Sensor heading

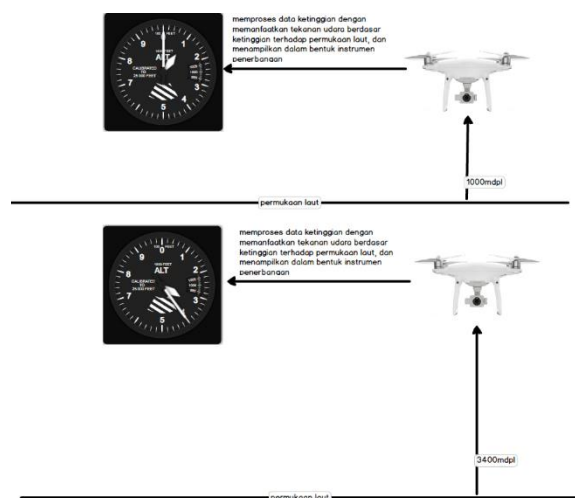
Deteksi *heading* menggunakan sensor HMC5883L untuk mengetahui arah hidung *Unmanned Aerial Vehicle*(UAV) menurut kompas. Cara kerja sensor ini adalah dengan menentukan arah kompas  $0^\circ - 359^\circ$ , yang mana  $0^\circ$  menunjukkan arah utara,  $90^\circ$  menunjukkan arah timur,  $180^\circ$  adalah selatan, dan  $270^\circ$  adalah arah barat. Berikut gambaran deteksi *Heading* dari *Unmanned Aerial Vehicle*, dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Deteksi Sensor heading

#### 3. Sensor Ketinggian

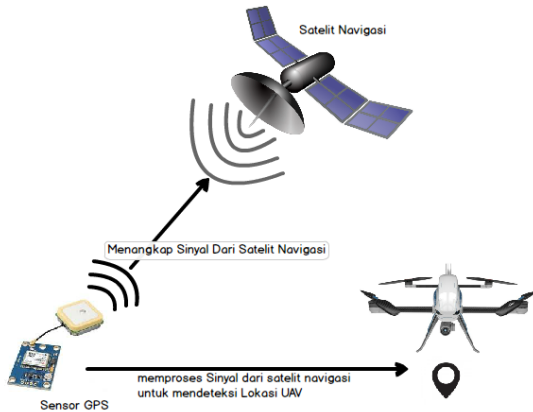
Deteksi ketinggian menggunakan sensor BMP180, untuk mengetahui ketinggian dari *Unmanned Aerial Vehicle*(UAV). Cara kerja sensor dalam memproses data ketinggian adalah dengan memanfaatkan tekanan udara berdasar ketinggian terhadap permukaan laut. Berikut gambaran deteksi Ketinggian dari *Unmanned Aerial Vehicle*, dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Deteksi Sensor Ketinggian

#### 4. Sensor GPS

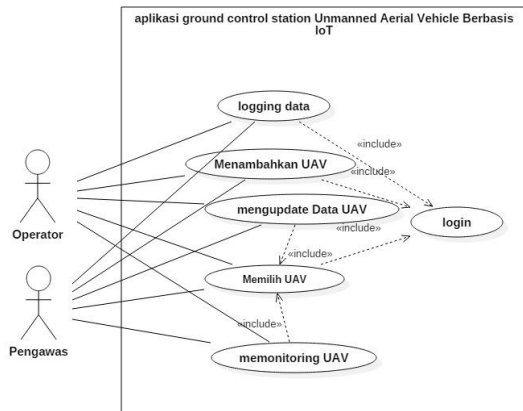
Deteksi lokasi menggunakan sensor NEO6MV2, untuk mengetahui lokasi terkini dari *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Cara kerja sensor ini adalah dengan mendeteksi lokasi dengan menangkap dan memproses sinyal dari satelit navigasi. Berikut gambaran deteksi Lokasi dari *Unmanned Aerial Vehicle*, dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Deteksi Sensor GPS

### 2.3.4 Use Case Diagram

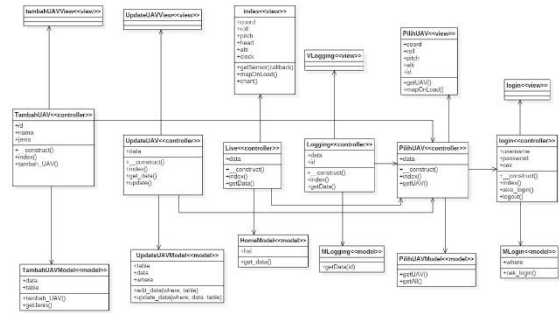
*Use case diagram* merupakan pemodelan untuk kelakuan (*behavior*) sistem informasi yang akan dibuat. *Use case* digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada di dalam sistem informasi dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi tersebut.



Gambar 11. Use Case Diagram

### 2.3.5 Class Diagram

*Class diagram* adalah model statis yang menggambarkan struktur dan deskripsi class serta hubungannya antara class.



Gambar 12. Class Diagram

### 2.3.6 Implementasi Mikrokontroler dan Sensor

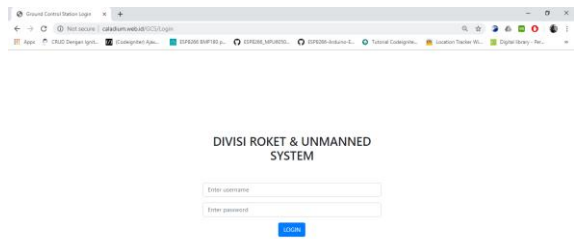
Berikut pada gambar 13 adalah implementasi rangkaian komponen yang digunakan pada sistem.



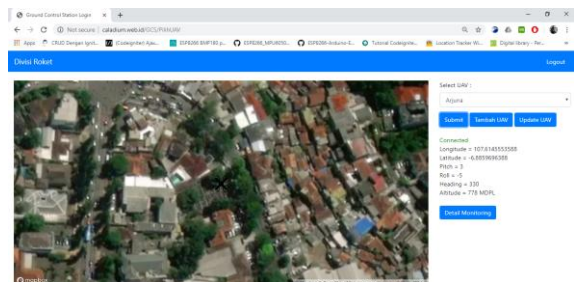
Gambar 13. Implementasi Rangkaian Komponen

### 2.3.7 Implementasi Antarmuka

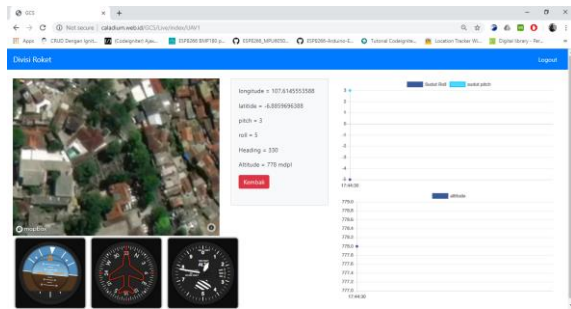
Implementasi antarmuka adalah pembangunan tampilan program pada aplikasi *ground control station*. Berikut merupakan hasil dari perancangan antarmuka dari aplikasi yang sudah dibuat :



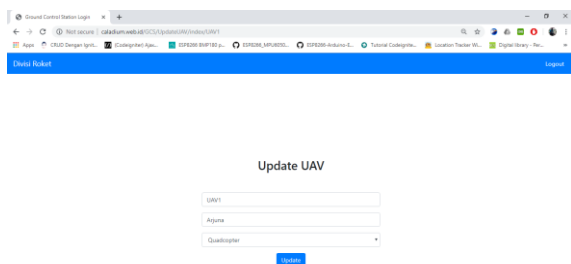
Gambar 14. Login



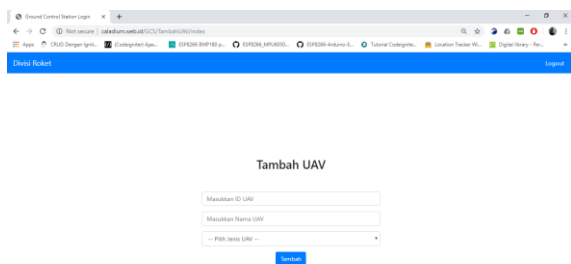
Gambar 15. Pilih UAV



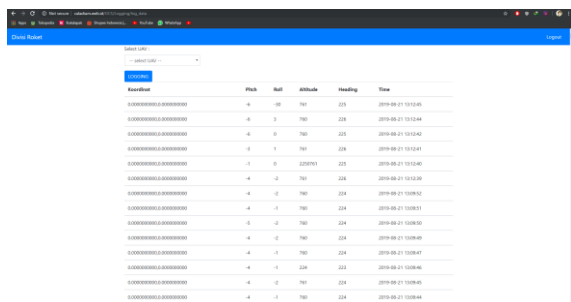
Gambar 16. monitoring



Gambar 17. Update UAV



Gambar 18. Tambah UAV



Gambar 19. Logging

### 2.3.8 Pengujian Struktural

Pada tahap ini dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah struktur setiap komponen sudah dapat terhubung dengan baik, sehingga komponen dapat saling berinteraksi dengan baik. Berikut adalah pengujian struktural dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel Pengujian Struktural

Komponen Sistem	Terhubung dengan	Hasil
Arduino Uno	- Pin SCL dengan SCL - Pin SDA dengan	Terhubung

Sensor Heading	- Pin SCL dengan SCL - Pin SDA dengan SDA	Terhubung
Sensor Altitude	- Pin SCL dengan SCL - Pin SDA dengan SDA	Terhubung
Sensor GPS	- Pin D4 dengan RX - Pin D5 dengan TX	Terhubung
Modul WiFi	- Pin RX dengan D1 - Pin TX dengan D2	Terhubung

### 2.3.9 Pengujian Deteksi

Pengujian deteksi adalah pengujian untuk membandingkan nilai yang didapat oleh sensor dengan nilai aktual atau sensor sejenisnya agar dapat diketahui selisih dari perbandingan nilai yang didapat.

#### 1. Pengujian Sensor Attitude

Pengujian Sensor Attitude dilakukan dengan cara membandingkan nilai sudut yang di dapat dari sensor dengan nilai aktual.

Tabel 2. Pengujian Sudut Pitch

Percobaan	Sudut Aktual	Data Sensor	Selisih
1	0°	0°	0°
2	45°	43°	2°
3	90°	89°	1°
4	-45°	-46°	1°
5	-90°	-87°	3°

Tabel 3. Pengujian Sudut Roll

Percobaan	Sudut Aktual	Data Sensor	Selisih
1	0°	0°	0°
2	45°	46°	1°
3	90°	89°	1°
4	-45°	-42°	3°
5	-90°	-91°	1°

#### 2. Pengujian Sensor Heading

Pengujian sensor Heading dilakukan dengan cara membandingkan nilai sensor dengan nilai kompas.

Tabel 4. Pengujian Sensor Heading

Arah	HMC5883L	Kompas	Selisih
------	----------	--------	---------

Utara	356	0° / 360°	4°
timur	97	90°	7°
Selatan	181	180°	9°
barat	262	270°	8°

3. Pengujian Sensor ketinggian  
 Pengujian sensor Altitude dilakukan dengan cara membandingkan nilai sensor dengan nilai sensor altitude pada smartphone.

**Tabel 5. Pengujian Sensor Altitude**

Percobaan	Lokasi	Nilai Sensor	Nilai Sensor pada Smartphone	Selisi h
1	Jl. Sukaluyu	695 Mdpl	702 Mdpl	7 Mdpl
2	Jl. Pahlawan	686 Mdpl	680 Mdpl	6 Mdpl
3	Gor C-Tra	681 Mdpl	692 Mdpl	11 Mdpl
4	UNIKO M	745 Mdpl	757 Mdpl	12 Mdpl
5	Monumen Perjuangan	721 Mdpl	734 Mdpl	13 Mdpl

4. Pengujian Sensor GPS  
 Pengujian sensor GPS dilakukan dengan cara membandingkan nilai sensor dengan nilai sensor GPS pada smartphone.

**Tabel 6. Pengujian Nilai Longitude Sensor**

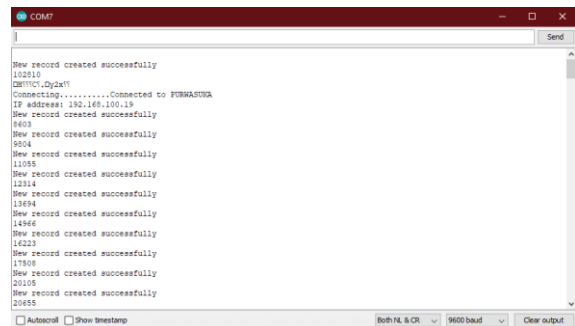
Percobaan	Lokasi	Nilai Sensor	Nilai Sensor pada Smartphone	Selisi h
1	Jl. Sukaluyu	107.630432	107.630542	0.000110
2	Jl. Pahlawan	107.635665	107.635631	0.000106
3	Gor C-Tra	107.640121	107.640227	0.000106
4	UNIKO M	107.615165	107.615223	0.000058
5	Monumen Perjuangan	107.618049	107.618082	0.000033

**Tabel 7. Pengujian Nilai latitude Sensor**

Percobaan	Lokasi	Nilai Sensor	Nilai Sensor pada Smartphone	Selisi h
1	Jl. Sukaluyu	-6.895126	-6.895222	0.000096
2	Jl. Pahlawan	-6.892862	-6.892879	0.000017
3	Gor C-Tra	-6.893804	-6.893965	0.000161
4	UNIKO M	-6.886882	-6.886937	0.000055
5	Monumen Perjuangan	-6.893602	-6.893779	0.000177

### 2.3.10 Pengujian Waktu Pengiriman Data ke Database

Pengujian Waktu pengiriman data ke database dilakukan dengan cara menghitung lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data ke database.



**Gambar 20. Pengujian Waktu Pengiriman data**

Dari hasil pengujian dapat diketahui waktu untuk modul wifi menghubungkan ke internet menghabiskan waktu sekitar 8 detik. Dan dengan sample pengiriman sepuluh data, dimulai dari data pertama yang berhasil dikirim pada detik ke 8 sampai data ke sepuluh yang berhasil terkirim pada detik ke 20 menghabiskan waktu sekitar 12 detik. Maka dalam 1 pengiriman data dibutuhkan waktu sekitar 0,84 detik.

### 2.3.11 Pengujian Pengambilan Data Alat dan Pengiriman Data ke Database

Pengujian pengambilan data alat dan pengiriman data ke database dilakukan dengan dua kondisi. Kondisi pertama didalam ruangan dan kondisi kedua diluar ruangan. Data yang diambil merupakan data sensor *attitude*, Lokasi, *Altitude*,



dan *heading*. Yang akan dikirim ke database menggunakan modul ESP8266.

**Tabel 8.** Pengujian pengambilan dan pengiriman data dalam ruangan

Tahap Pengujian	Hasil Pengujian					Presentase Keberhasilan
	Attitude	Location	Altitude	Heading	Pengiriman data	
1	B	G	B	B	B	80%
2	B	G	B	B	B	80%
3	B	G	B	B	B	80%
4	B	G	B	B	B	80%
5	B	G	B	B	B	80%
Total						400%
Rata - Rata						80%

Keterangan :

B : Berhasil

G : Gagal

**Tabel 9.** Pengujian pengambilan dan pengiriman data luar ruangan

Tahap Pengujian	Hasil Pengujian					Presentase Keberhasilan
	Attitude	Location	Altitude	Heading	Pengiriman data	
1	B	G	B	B	B	80%
2	B	B	B	B	B	100%
3	B	B	B	B	B	100%
4	B	B	B	B	B	100%
5	B	B	B	B	B	100%
Total						480%
Rata - Rata						96%

Keterangan :

B : Berhasil

G : Gagal

### 2.3.12. Pengujian Fungsionalitas

Pengujian tahap Fungsionalitas ini menggunakan pengujian *blackbox* dimana pengujian ini berfokus pada persyaratan fungsional aplikasi.

**Tabel 10.** Pengujian Fungsionalitas

No	Item Uji	Detail Pengujian	Jenis Uji
1	Login	Memasukan username dan password	blackbox
2	Pilih UAV	Memilih UAV yang akan dimonitoring	blackbox
3	Monitoring	Menampilkan informasi monitoring UAV	blackbox
4	Update UAV	Mengisi form Update UAV	blackbox
5	Tambah UAV	Mengisi form	blackbox

		tambah UAV	
6	Logging	Menampilkan data logging UAV	blackbox
7	Keluar aplikasi	Keluar aplikasi	blackbox

Hasil dari pengujian *black box* yang telah dilakukan menunjukkan aplikasi yang dibangun memiliki fungsionalitas yang baik, karena hampir semua pengujian yang dilakukan menghasilkan hasil yang sesuai dengan harapan.

## 3. PENUTUP

### 3.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari yang didapat dari penelitian yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir yang mengacu pada tujuan penelitian, maka dapat disimpulkan.

1. Aplikasi dapat menampilkan informasi dari data sensor pada UAV dalam bentuk *maps*, teks, grafik, dan instrument penerbangan.
2. Aplikasi berbasis *web* dapat memonitoring *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dari Jarak Jauh sehingga dapat memudahkan Pengawas dalam monitoring UAV.
3. Aplikasi dapat menampilkan data log dari banyak UAV sehingga dapat memudahkan pengawas dan pengendali dalam melakukan evaluasi.

### 3.2 Saran

Agar Aplikasi *Ground Control Station Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) ini berjalan dengan baik, maka aplikasi ini masih perlu pengembangan agar aplikasi ini menjadi sempurna dan dapat berjalan dengan sesuai keinginan. Berikut adalah beberapa saran untuk mengembangkan sistem ini :

1. Karena sulitnya sensor GPS menerima sinyal saat dilakukan pengujian. Maka diharapkan untuk penelitian selanjutnya digunakan sensor GPS yang lebih baik lagi.
2. Karena pengiriman data masih memiliki delay yang cukup lama, maka diharapkan dalam penelitian selanjutnya digunakan modul wifi yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Nurdiansyah, "Perancangan dan Implementasi Kontroler PID untuk Tracking Waypoint pada Sistem Navigasi UAV ( Unmanned Aerial Vehicle ) Berbasis GPS ( Global Positioning System )," Seminar, pp. 1–8, 2011.
- [2] A. A. Farghani, R. Sumiharto, and S. B. Wibowo, "Purwarupa Ground Control Station untuk Pengamatan dan Pengendalian Unmanned Aerial Vehicle Bersayap Tetap," Indones. J. Electron. Instrum. Syst., vol. 3,

- no. 1, pp. 1–10, 2013.
- [3] F. A. Sianturi, “Perancangan Aplikasi Pengamanan Data Dengan Kriptografi Advanced Encryption Standard ( AES),” *Pelita Inform. Budi Darma*, vol. 4, no. 1, pp. 42–46, 2013.
  - [4] E. D. Meutia, “Internet of Things – Keamanan dan Privasi,” *Semin. Nas. dan Expo Tek. Elektro 2015*, pp. 85–89, 2015.
  - [5] G. T. Mardiani, “Sistem Monitoring Data Aset dan Inventaris Universitas Komputer Indonesia Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika ( KOMPUTA ),” *J. Ilm. Komput. dan Inform.*, 2013.
  - [6] Pressman and S. Roger, “Software engineering: A practitioner’s approach,” *Adv. Eng. Softw.*, 2008.
  - [7] B. Firman, “Implementasi Sensor IMU MPU6050 Berbasis Serial I2C pada Self-Balancing Robot,” *J. Teknol. Technoscintia*, 2016.
  - [8] S. Sugandi, “Auto Tracking dan Satellite Finder untuk Antena Parabola dengan menggunakan Kompas Hmc58831 dan Bluetooth Hc05 Berbasis Android,” pp. 1–8.
  - [9] D. Kurniawan, A. N. Jati, and A. Mulyana, “Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitor Cuaca Menggunakan Mikrokontroler sebagai Pendukung Sistem Peringatan Dini Banjir,” vol. 3, no. 1, pp. 3–9, 2016.
  - [10] A. Z. Arfianto et al., “Perangkat Informasi Dini Batas Wilayah Perairan Indonesia untuk Nelayan Tradisional Berbasis Arduino dan Modul GPS NEO-6M,” *Joutica*, 2018.