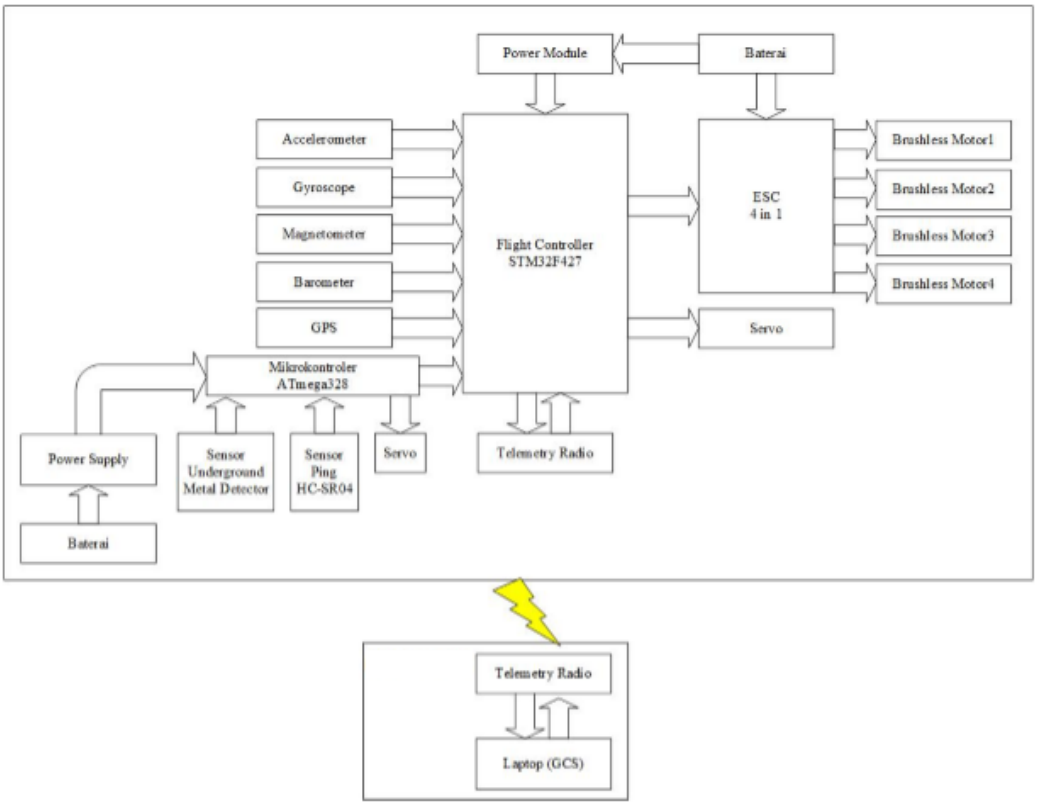
BAB III
PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan menerangkan tentang perancangan sistem *autonomous* quadcopter penedeteksi logam dalam tanah, adapun subbab perancangan yang akan dipaparkan yakni: Perancangan Mekanik, Perancangan Perangkat Keras dan Perancangan Perangkat Lunak. Blok diagram utama dari sistem autonomous quadcopter terdiri dari dua bagian, yaitu bagian quadcopter dan bagian. Berikut ini adalah diagram blok sistem secara keseluruhan..

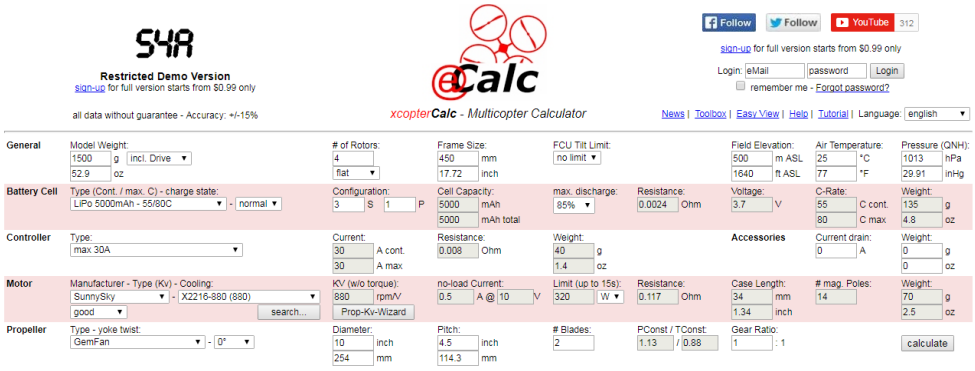
.



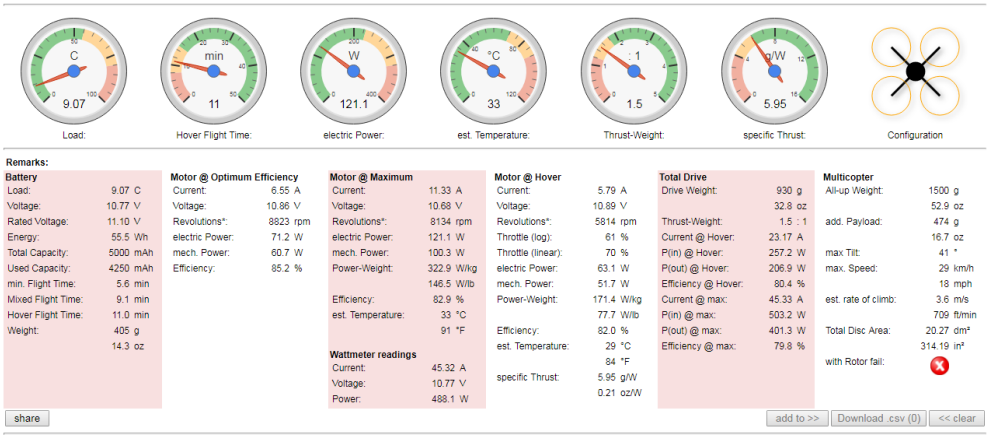
Gambar III-1 Diagram Blok Keseluruhan Sistem

3.1 Perancangan Mekanik

Pada penelitian ini karakteristik quadcopter di uji coba terlebih dahulu dengan *software* simulasi perhitungan, dimana dengan *software* simulasi perhitungan ini dapat diketahui karakteristik quadcopter yang mendekati keadaan aslinya kurang lebih 15%, sehingga meningkatkan persentase keberhasilan dalam pembuatan quadcopter ini. *Software* simulasi perhitungan yang digunakan adalah *software* Ecalc, dimana *software* ini mampu memperhitungkan jumlah daya yang terpakai sehingga dapat mengetahui lama waktu terbang, perbandingan *thrust* motor dengan berat wahana dan juga kecepatan maksimal yang mampu ditempuh oleh wahana. Berikut adalah hasil dari perhitungan *software* simulasi Ecalc untuk wahana quadcopter yang akan digunakan dalam penelitian ini.



Gambar III-2 Tampilan Input Software Simulasi Perhitungan Ecalc



Gambar III-3 Tampilan Hasil Perhitungan Software Simulasi Perhitungan Ecalc

Tabel III-1 Input Simulasi Di Ecalc

No	Jenis Simulasi	Input User
1	Berat Wahana	1800 g
2	Ukuran Frame	500 mm
3	Kapasitas Baterai	5000 mAh
4	Jumlah Sel Baterai	3 Sel
5	ESC	20 A
6	Motor	T-Motor 900 KV
7	Jenis Propeller	Plastik Gemfan
8	Ukuran Propeller	10x45 inch

Tabel III-2 Output Simulasi Di Ecalc

No	Jenis Simulasi	Output Software
1	Lama Hover	8.0 menit
2	Temperatur Motor	33 ºC
3	Perbandingan Thrust	1.2 : 1 kg
4	Throttle Linear	80 %
5	Kecepatan Maks.	13 km/h

3.1.1 Frame Quadcopter

Frame quadcopter yang digunakan adalah frame quadcopter TBS Discovery yang mempunyai *base plate* yang terbuat dari bahan PCB yang sudah terintegrasi dengan *power distribution* yang ringan dan kuat serta, memiliki panjang *arm* 500 mm agar ringkas dibawa tapi memenuhi kebutuhan *propeller* yang digunakan. Berikut adalah gambar frame TBS Discovery lengkap dengan sistem pendeteksi logam.



Gambar III-4 Tampilan Fisik Autonomous Quadcopter Pendeteksi Logam Dalam Tanah

3.1.2 Mekanik Sistem Pendeteksi Logam

Pada subbab ini akan dijelaskan bagaimana mekanik pendeteksi logam bekerja. Mekanik pendeteksi ini akan teridiri dari dua bagian, yaitu:

3.1.2.1 Roller

Roller disini berfungsi sebagai mekanik untuk menggerakan lengan naik dan turun. Berbentuk seperti *reel* pancing, roller ini akan menyimpan senar untuk menarik lengan, roller ini dilengkapi servo *continuous rotation* agar bisa dikendalikan oleh mikrokontroler,. Berikut ini adalah gambar mekanik roller:



Gambar III-5 Roller Tampak Depan dan Tampak Samping

3.1.2.2 Lengan

Lengan disini berfungsi sebagai penghubung antara roller dengan sensor *underground metal detector*. Berbentuk seperti *corn* yang dapat dipanjang atau dipendekkan, nantinya lengan ini akan digerakan oleh roller yang sudah terhubung

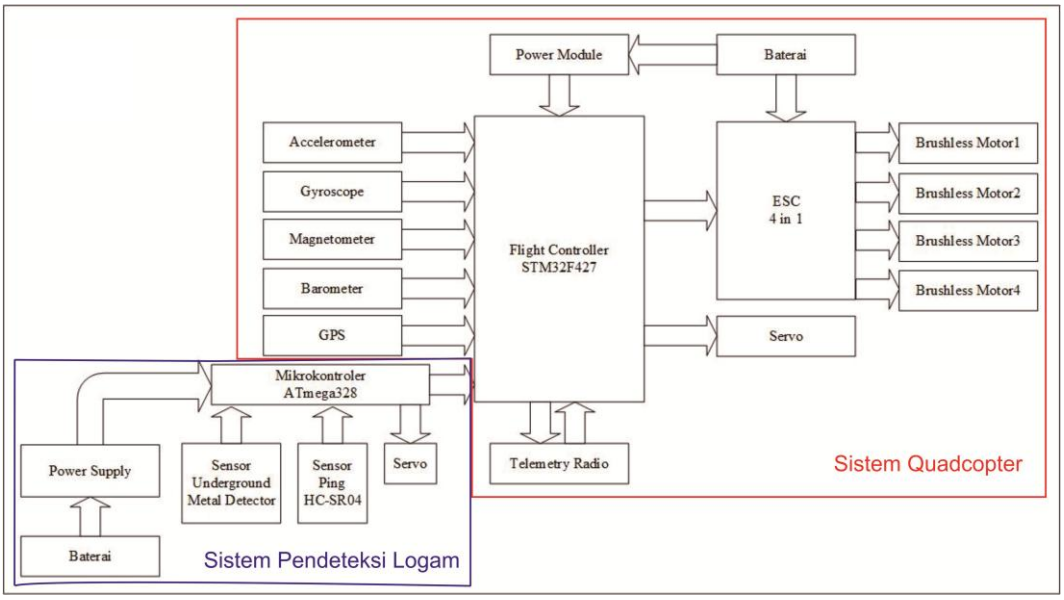
senar ke sensor *underground metal detector*. Lengan ini akan membantu sensor *underground metal detector* agar tidak menabrak gundukan tanah dan agar sensor *underground metal detector* pada ketinggian yang tetap 6 cm diatas permukaan tanah. Berikut ini adalah gambar mekanik lengan:



Gambar III-6 Lengan Dapat dipanjang dan dipendekkan

3.2 Perancangan Perangkat Keras

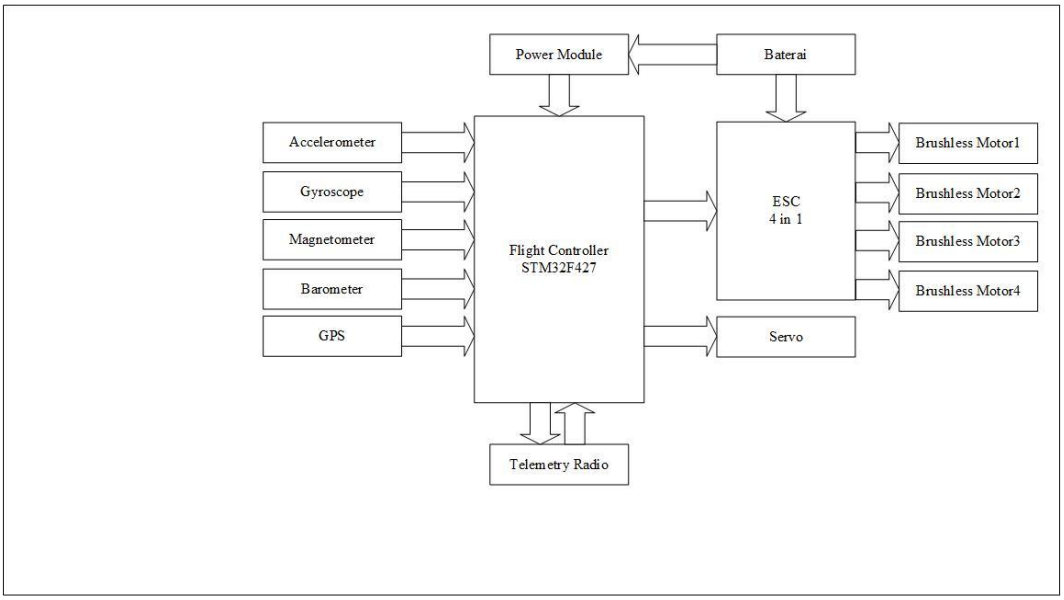
Bagian selanjutnya setelah perancangan mekanik adalah bagian elektronik quadcopter yang terdiri dari bagian sistem quadcopter dan bagian sistem pendeteksi logam. Berikut ini gambar diagram blok elektronik quadcopter.



Gambar III-7 Diagram Blok Elektronik Quadcopter

3.2.1 Sistem Quadcopter

Pada perancangan Sistem ini berisi tentang perancangan untuk membangun *autonomous* quadcopter, Berikut ini gambar diagram blok sistem quadcopter.



Gambar III-8 Diagram Sistem Quadcopter

Berikut ini penjelasan dari blok-blok diagram pada Gambar III-8:

Flightcontroller STM32F427 yang berfungsi sebagai otak dari quadcopter, digunakan untuk menanamkan algoritma kontrol untuk memenuhi tujuan dari topik ini. Selain berisikan algoritma kontrol, mikrokontroler ini akan digunakan untuk melakukan beberapa tugas lain seperti menerima data dari remot kontrol, mengolah data sensor dari sensor IMU, mengirimkan data sensor kepada *Ground Control Station* (GCS) dan mengatur kecepatan aktuator.

Sensor IMU (Accelerometer, Gyroscope dan Magnetometer) Pada sistem yang dirancang, sensor IMU akan memberikan hasil pengukuran sensor yang diolah menjadi data perilaku quadcopter kepada perangkat *flight controller*. Sensor yang digunakan dalam perancangan ini yakni sensor MPU6000, L3GD20H dan LSM303D.

Sensor Barometer digunakan untuk mengukur tekanan udara dengan nilai output berupa satuan Pa (pascal). Dengan memanfaatkan tekanan udara berdasar ketinggian terhadap permukaan laut, maka sensor ini juga dapat mengukur ketinggian yang dapat dimanfaatkan sebagai masukan proses kendali quadcopter. Sensor barometer yang digunakan adalah Sensor MS5611.

Sensor GPS disini berfungsi sebagai penerima untuk mengetahui posisi quadcopter, yang nantinya dijadikan sebagai bahan acuan untuk mengatur *waypoint* agar quadcopter dapat terbang secara *autonomous.* Sensor GPS yang digunakan adalah Ublox Neo-M8N.

***Electronic Speed Controller* (ESC)** digunakan untuk membantu peran *flight controller* dalam mengatur kecepatan putaran dari motor *brushless*. Oleh karena itu,

ESC juga bisa dikatakan sebagai *driver* untuk mengendalikan motor *brushless* tanpa membebani kerja dari *flight controller*.

Brushless Motor pada quadcopter ini berperan sebagai aktuator yang menghasilkan daya angkat. Agar quadcopter dapat *hover* dengan stabil, maka diperlukan brushless motor yang mempunyai *thrust* minimal 1:1 dengan berat wahana quadcopter. Maka digunakanlah *Brushless Motor* T-Motor MT-2216 1100 Kv, dengan *propeller* 1045.

Servo pada perancangan sistem quadcopter ini berfungsi sebagai aktuator penanda posisi logam dalam tanah yang berhasil ditemukan oleh sensor *underground metal detector*. Dengan adanya servo ini maka aktuator akan lebih mudah untuk menjatuhkan benda dari quadcopter untuk menandakan posisi logam di atas tanah.

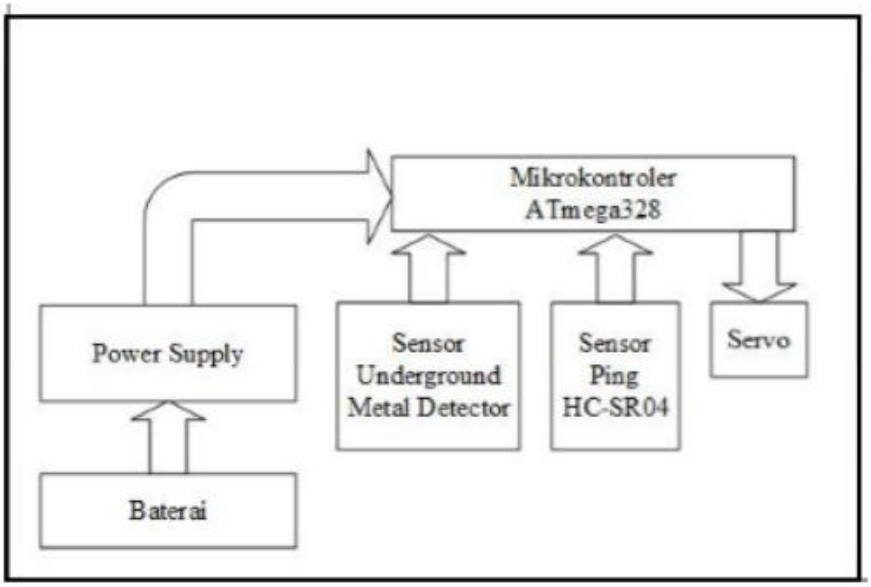
Power Module digunakan untuk merubah voltase baterai yang tinggi menjadi sesuai yang dibutuhkan oleh *flight contoller* yaitu 5 Volt. *Flight controller* termasuk peralatan elektronik yang sensitif, sehingga dibutuhkan sumber daya yang stabil. *Power module* ini juga berguna untuk mengukur kondisi baterai, hal ini penting sehingga ketika baterai sudah lemah, *flight controller* bisa memberikan informasi kepada GCS.

Radio Telemetri pada sistem ini berfungsi sebagai media perantara pengiriman data perilaku quadcopter, antara quadcopter dan GCS. Radio komunikasi yang akan digunakan bersifat *full-duplex*. Pemilihan komunikasi *full-duplex* dikarenakan adanya proses permintaan dan pengiriman data yang akan dilakukan secara bersamaan. Radio Telemtri yang digunakan adalah 3DR 915 MHz.

Baterai disini berfungsi sebagai catu daya sistem quadcopter, baterai yang digunakan adalah baterai jenis *Lithium Polymer* (LiPo) berkapasitas 5200 mAh 15c 3s.

3.2.2 Sistem Pendeteksi Logam

Pada perancangan sistem pendeteksi logam ini akan dijelaskan blok diagram sistem pendeteksi logam beserta komponen yang dipakai. Berikut ini gambar diagram blok sistem pendeteksi logam.



Gambar III-9 Diagram Sistem Pendeteksi Logam

Berikut ini penjelasan dari blok-blok diagram pada Gambar III-9:

Mikrokontroler disini berfungsi seabagai otak dari sistem pendeteksi logam yang akan menerima masukan dari sensor *underground metal detector* yang kemudian diolah datanya dan dikirimkan berupa sinyal PWM ke *flight controller* untuk memerintahkan wahana quadcopter *hover* tepat diatas posisi logam. Mikrokontroler ini juga berfungsi sebagai otak dari mekanik sistem pendeteksi logam yang nantinya akan memerintahkan roller dan lengan untuk bergerak sesuai jarak yang diterima oleh sensor Ping. Mikrokontroler yang digunakan pada alat ini adalah Arduino tipe nano.

Sensor *Underground Metal Detector* ini digunakan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi logam yang ada di dalam / di bawah permukaan tanah. *Underground Metal Detector* adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi semua jenis metal. Keluaran dari sensor ini berupa tegangan 0-5 Volt yang dimana 0 Volt mengindikasikan tidak ada logam yang terbaca. Tegangan ini yang kemudian akan dikirimkan ke mikrokontroler. Sensor *Underground Metal Detector* yang digunakan adalah MD-4030.

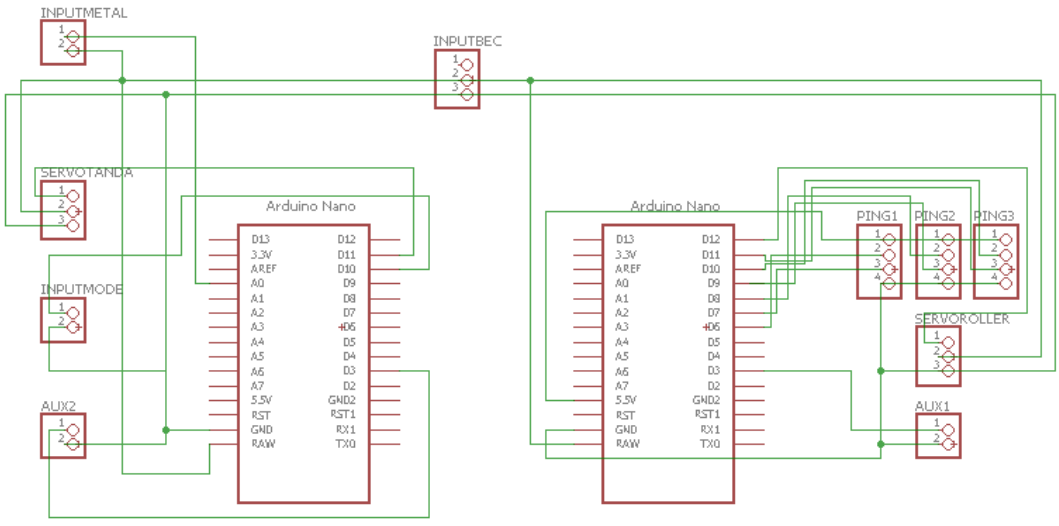
Sensor Ping HC-SR04 pada perancangan sisem pendeteksi logam ini adalah untuk memberikan data jarak ketinggian agar mekanik lengan sensor dapat menyesuaikan tingginya.

Servo pada sistem pendeteksi logam ini berfungsi sebagai aktuator *roller* yang menarik senar agar lengan sensor *underground metal detector* bisa bergerak naik dan turun, maka digunakan lah servo *continuous rotation* untuk memutar mekanik *roller* tersebut.

Power Supply disini sebagai pembagi tegangan untuk mikrokontroler dan aktuator agar sesui kebutuhannya masing masing, power supply disini menggunakan Battery Eliminator Circuit (BEC) dari ESC yang keluarannya 5 Volt agar stabil.

Baterai yang digunakan untuk sensor *underground metal detector* adalah NiMH 9 V 200 mAh, dua buah dan untuk mikrokontroler dan aktuator servo menggunakan lipo 3s 1450mAh 10c.

Skematik Sistem Pendeteksi Logam ini dirancang agar semua komponen pendukung sistem pendeteksi logam menjadi satu kesatuan, fungsinya memudahkan penempatan fisik di quadcopter dan juga memudahkan catu dayanya. Skematik ini ditunjukan pada Gambar 2.8.



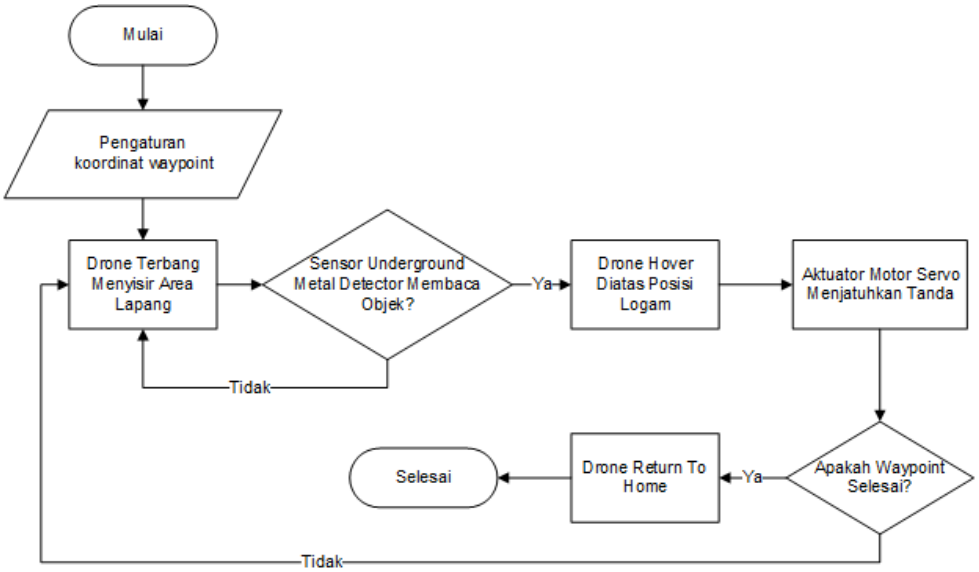
Gambar III-10 Skematik Sistem Pendeteksi Logam

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak merupakan bagian utama dari pokok pembahasan topik ini. Dibagian perancangan ini akan dilakukan implementasi algoritma kontrol yang dibuat kedalam perangkat mikrokontroler.

3.3.1 Algoritma Program Utama

Berikut ini adalah diagram alir program utama yang dieksekusi oleh Flight controller dan mikrokontroler.

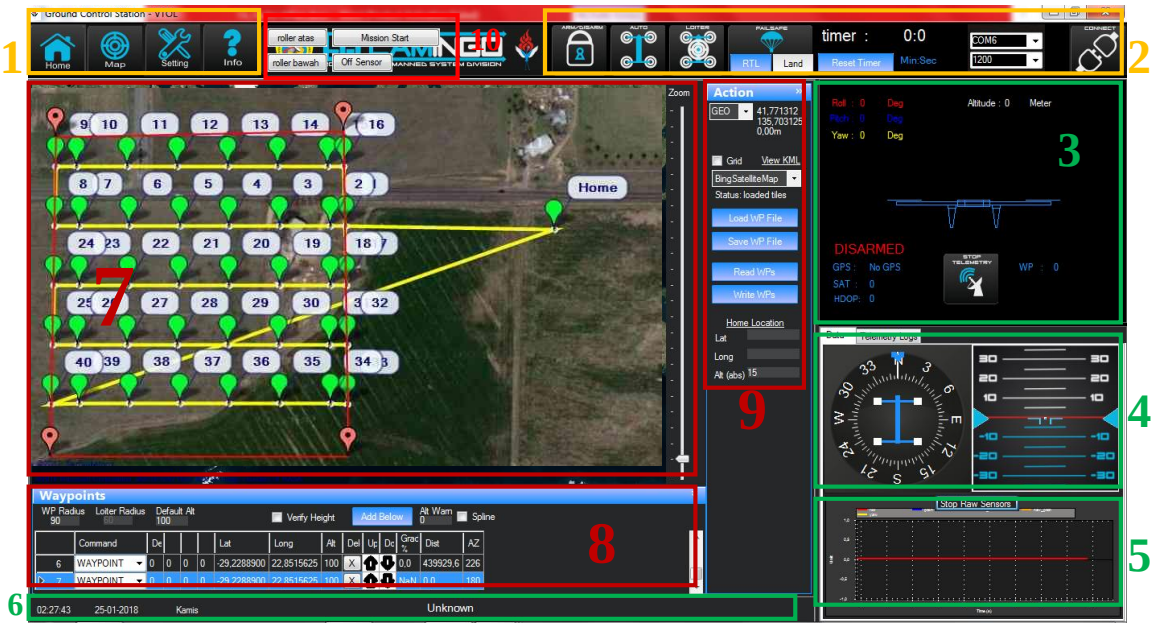


Gambar III-11 Flowchart Sistem Utama

Pertama, pengaturan koordinat *waypoint* di GCS untuk diunggah ke quadcopter, setelah selsesai pengaturan *waypoint*, kemudian quadcopter diperintahkan untuk melaksanakan misi *autonomous* dengan perintah melalui GCS. Saat pelaksanaan misi apakah sensor logam menemukan objek logam? Jika "Tidak", quadcopter akan terus terbang melaksanakan misinya. Jika "Ya", maka quadcopter akan *hover* diatas posisi logam dan aktuator menggerakan tanda menjatuhkan benda. Lalu melanjutkan misi sampai *waypoint* selesai dan setelah itu akan kembali pulang ke titik *takeoff*.

3.3.2 Ground Control Station (GCS)

Untuk mengontrol quadcopter dan menerima data perilaku dari quadcopter maka dibutuhkan suatu media penerima yang disebut *Ground Control Station*. Perangkat *Ground Control Station* yang akan digunakan berupa perangkat komputer yang berisikan perangkat lunak penerima data.



Gambar III-12 Tampilan GCS

Berikut adalah penjelasan dari bagian pada antarmuka GCS yang ditunjukan pada Gambar III-12:

1. Panel yang berfungsi sebagai pengubah mode pengamatan diantaranya adalah.
   - *"Home"* untuk menampilkan keseluruhan data.
   - *"Maps*" untuk menampilkan posisi quadcopter serta trajektori pada peta *google maps.*

- *"Setting"* untuk menampilkan pengaturan pada *flight controller* seperti parameter PID, kecepatan saat *Autonomous*, maksimal *bank angle*, dll.
- *"Info"* untuk menampilkan informasi pembuat GCS.

2. Bagian ini disediakan beberapa pengaturan komunikasi dan tombol-tombol untuk mengendalikan quadcopter diantaranya.
   - Pengaturan *baudrate* dan *port* komunikasi untuk radio telemetri data.
   - Tombol pengendali quadcopter seperti *Arm/Disarm* untuk memulai mengaktifkankan aktuator motor quadcopter, *Auto* untuk menerbangkan quadcopter secara autonomous, *Loiter* untuk *hover* quadcopter dan *Failsafe* untuk melakukan tindakan pengamanan apabila quadcopter diluar kendali.
   - Tersedia juga tampilan perhitungan waktu quadcopter menjalankan misi.
3. Bagian ini untuk menampilkan sikap quadcopter secara 3D, disekitanya terdapat juga tombol untuk memulai menerima data, status banyaknya satelit GPS, nilai sikap quadcopter, status *arming* dan tersedia tombol start dan stop komunikasi dengan radio telemetri.
4. *Avionic panel* disediakan untuk melihat kondisi quadcopter seperti arah luncur quadcopter (kompas), orientasi quadcopter secara *realtime*.
5. Grafik yang menampilkan seluruh data sensor IMU terhadap waktu.
6. Tempat untuk menampilkan pemberitahuan kondisi quadcopter saat ini.
7. Untuk melihat posisi quadcopter ada di wilayah mana dan memberikan waypoint untuk quadcopter menuju sasaran dengan GPS. Disinilah

quadcopter dikendalikan secara *autonomous* dengan cara membuat *waypoint* terlebih dahulu seperti gambar berikut ini:



Gambar III-13 Tampilan Waypoint

8. Untuk mengatur koordinat lokasi yang akan dijadikan target misi.
9. Tombol untuk *save, load* data *flight plan* atau misi di memori komputer dan *read, write* data di memori *flight controller*.
10. Tombol untuk melipat dan membentangkan mekanik sistem pendeteksi logam dan juga untuk memulai misi pencarian logam secara autonomous