

PENERAPAN DRONE BERBASIS *INTERNET OF THINGS* UNTUK
PENGANTARAN BARANG SECARA OTOMATIS



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan Diploma Empat (D-4) Program Studi D-4 Teknik Mekatronika
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

| | |
|-----------------------------|----------|
| KADEK PANJI DWIYANTARA YASA | 44421211 |
| ANDI AJENG FADILAH B. | 44421212 |

PROGRAM STUDI S1 TERAPAN TEKNIK MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2022



HALAMAN PEGESAHAN

Skripsi dengan judul “Penerapan Drone Berbasis *Internet of Things* untuk Pengantaran Barang Secara Otomatis” oleh Kadek Panji Dwiyantara Yasa NIM 444 21 211 dan Andi Ajeng Fadilah B. NIM 444 21 212 dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, 22 September 2022

Pembimbing I

Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T

NIP. 19760413 200812 1 003

Pembimbing II

Imran Habriansyah, S.ST., M.T

NIP. 19881005 201903 1 009

Mengetahui

Koordinator Program Studi Teknik Mekatronika,




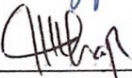


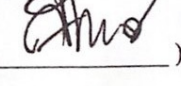

Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.

19590913 198803 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, hari tanggal 22 September 2022, tim penguji skripsi telah menerima hasil skripsi oleh mahasiswa Kadek Panji Dwiyantara Yasa 44421211 dan Andi Ajeng Fadilah B. 44421212 dengan judul "Penerapan Drone Berbasis *Internet of Things* untuk Pengantaran Barang Secara Otomatis".

Makassar, 22 September 2022

| | | |
|--|---------------|---|
| 1. Ir. Remigius Tandioga, M.Eng.Sc. | Ketua | () |
| 2. Mukhtar, S.PD., M.Eng. | Skretaris | () |
| 3. Ir. Lewi, M.T. | Anggota | () |
| 4. Ahmad Zubair Sultan, S.T., M.T., Ph.D | Anggota | () |
| 5. Dr.Eng Akhmad Taufik, S.T., M.T | Pembimbing I | () |
| 6. Imran Habriansyah, S.ST., M.T. | Pembimbing II | () |

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “Penerapan Drone Berbasis *Internet of Things* untuk Pengantaran Barang Secara Otomatis” dapat diselesaikan dengan

baik. Terlaksana dan tersusunnya skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan dan kerjasama dari semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Seluruh keluarga penulis terutama kedua Orang Tua tercinta yang senantiasa selalu memberikan dukungan baik moril maupun materiil untuk tercapainya skripsi ini.
2. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, Ph.D., selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Rusdi Nur S.ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T., selaku Koordinator Program Studi D4 Teknik Mekatronika Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Dr.Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Bapak Imran Habriansyah, S.ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan perhatian dan kesempatannya untuk Penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
7. Dosen dan Staf Politeknik Negeri Ujung Pandang yang tidak disebutkan namanya satu persatu atas torehan ilmunya kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan RPL 4B D4 Teknik Mekatronika Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, yang telah banyak memberikan masukan dan bantuan kepada penulis selama proses pembuatan Skripsi.
9. Serta semua pihak yang telah banyak membantu dan memberikan masukan dalam penyelesaian Skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

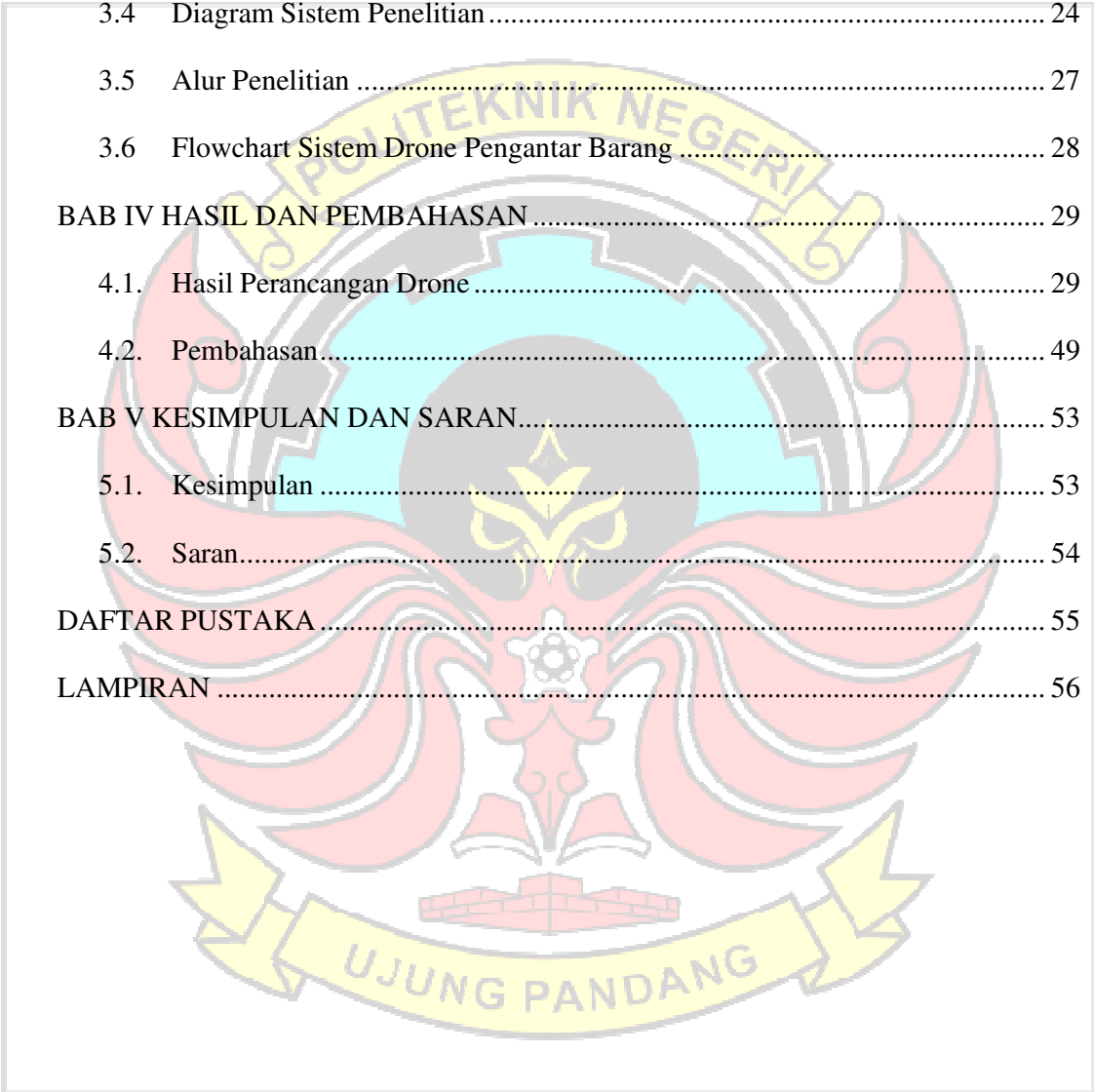
Selama penyusunan skripsi tugas akhir ini, penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam menyempurnakan penulisan ini. Namun sebagai manusia biasa, penulis tidak luput dari kesalahan dan kekhilafan baik dari segi keterbatasan ilmu, teknik penulisan maupun tata bahasa. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini dan demi perbaikan pada masa mendatang.

Makassar, 22 September 2022

DAFTAR ISI

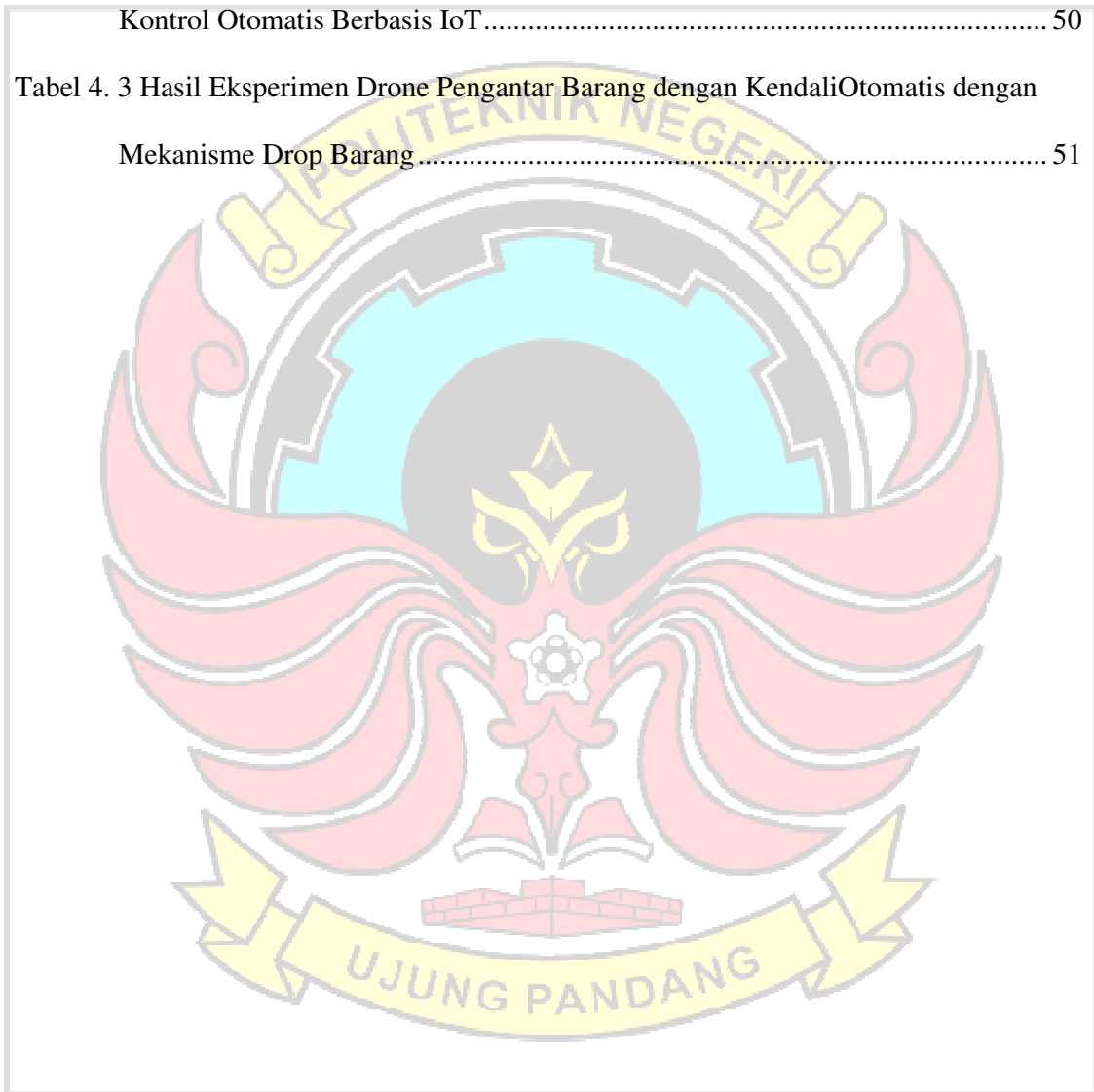
| | |
|---|------|
| HALAMAN SAMPUL..... | i |
| HALAMAN PEGESAHAN | ii |
| HALAMAN PENERIMAAN..... | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR TABEL..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | ix |
| SURAT PERNYATAAN | xi |
| SURAT PERNYATAAN..... | xii |
| RINGKASAN..... | xiii |
| SUMMARY..... | xiv |
| BAB 1 PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Ruang Lingkup Penelitian..... | 3 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Unmanned Aerial Vehicles (UAV) atau Drone..... | 5 |
| 2.2. Jenis-Jenis Drone..... | 7 |
| 2.3. Prinsip Kerja pada Drone | 9 |
| 2.6. Internet of Things (IoT)..... | 17 |

| | |
|---|-----------|
| 2.7. Penelitian Sebelumnya | 19 |
| BAB III METEDOLOGI PENELITIAN..... | 20 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian | 20 |
| 3.2 Peralatan dan Bahan | 20 |
| 3.3 Langkah Pengujian..... | 21 |
| 3.4 Diagram Sistem Penelitian..... | 24 |
| 3.5 Alur Penelitian | 27 |
| 3.6 Flowchart Sistem Drone Pengantar Barang | 28 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 29 |
| 4.1. Hasil Perancangan Drone..... | 29 |
| 4.2. Pembahasan..... | 49 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 53 |
| 5.1. Kesimpulan | 53 |
| 5.2. Saran..... | 54 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 55 |
| LAMPIRAN | 56 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 4. 1 Hasil Uji Terbang Drone Pengantar Barang dengan Kontrol Otomatis Menggunakan Mission Planner. | 42 |
| Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Nilai error Uji Terbang Drone PengantarBarang dengan Kontrol Otomatis Berbasis IoT..... | 50 |
| Tabel 4. 3 Hasil Eksperimen Drone Pengantar Barang dengan KendaliOtomatis dengan Mekanisme Drop Barang..... | 51 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Wiring Diagram Quadcopter..... | 6 |
| Gambar 2. 2 Drone Pengantar Barang | 7 |
| Gambar 2. 3 Mekanisme Drone Pengangkut Barang..... | 7 |
| Gambar 2. 4 Fixed-Wing Drone | 8 |
| Gambar 2. 5 Rotary Wing Drone..... | 9 |
| Gambar 2. 6 Konfigurasi Kerangka Drone | 9 |
| Gambar 2. 7 Pixhawk 2.4.8..... | 13 |
| Gambar 2. 8 GPS Module UBLOX Neo 6M GPS..... | 14 |
| Gambar 2. 9 Motor DC Brushless..... | 14 |
| Gambar 2. 10 <i>Electronic Speed Controller (ESC)</i> | 15 |
| Gambar 2. 11 ESP 8266..... | 16 |
| Gambar 3. 1 Diagram Sistem Hardware | 21 |
| Gambar 3. 2 Sistem Elektronik Drone Pengantar Barang | 26 |
| Gambar 3. 3 Sistem IoT <i>Drone</i> Pengantar Barang | 26 |
| Gambar 3. 4 Diagram Alur Metode Penelitian | 27 |
| Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> Sistem <i>Drone</i> Pengantar Barang | 28 |
| Gambar 4. 1 Tampak depan Drone Pengantar Barang berbasis <i>IoT</i> | 29 |
| Gambar 4. 2 Tampak Atas dan dimensi Drone Pengantar Barang..... | 30 |
| Gambar 4. 3 Dimensi Drone Pengantar Barang..... | 30 |
| Gambar 4. 4 Mekanisme Penjepit Paket Pada Drone Pengantar Barang..... | 31 |
| Gambar 4. 5 Perakitan Sistem Elektronik Drone Pengantar Barang | 31 |
| Gambar 4. 6 Gambar Rangkaian elektronik Drone Pengantar Barang..... | 32 |
| Gambar 4. 7 Pengaturan data <i>waypoint</i> | 33 |
| Gambar 4. 8 Jumlah dan lokasi <i>waypoint</i> | 34 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4. 9 Data Ketinggian/Altitude <i>Drone</i> pada Tiap <i>Command</i> | 34 |
| Gambar 4. 10 Perintah Lama Terbang <i>Drone</i> | 34 |
| Gambar 4. 11 Perintah Pergerakan <i>Servo</i> Mg996r..... | 35 |
| Gambar 4. 12 Perintah WP-Navigation (cm's)..... | 35 |
| Gambar 4. 13 Pengaturan Flight Mode pada channel RC..... | 36 |
| Gambar 4. 14 Pengaturan <i>Failsafe</i> | 36 |
| Gambar 4. 15 Pengaturan Letak Pin <i>Servo</i> Mg996r | 37 |
| Gambar 4. 16 Hasil Uji Terbang <i>Drone</i> Pengantar Barang dengan Kontrol Manual | 38 |
| Gambar 4. 17 Hasil Uji Terbang <i>Drone</i> Pengantar Barang dengan Kontrol Otomatis | 40 |
| Gambar 4. 18 Data Hasil Uji Terbang <i>Drone</i> Pengantar Barang dengan Kontrol Otomatis | 41 |
| Gambar 4. 19 Pengujian Terbang <i>Drone</i> Menggunakan Mekanisme Pengantaran Barang | 43 |
| Gambar 4. 20 Pengaturan Mekanisme Pengangkat Barang Pada <i>Drone</i> | 44 |
| Gambar 4. 21 Pengiriman Titik Lokasi Menggunakan Aplikasi Chat dari User ke Penyedia Jasa <i>Drone</i> Pengantar Barang | 45 |
| Gambar 4. 22 Penginputan data latitude dan longitude pada mission planner..... | 46 |
| Gambar 4. 23 Jalur Uji Terbang <i>Drone</i> Pengantar Barang | 46 |
| Gambar 4. 24 Sistem IoT <i>Drone</i> Pengantar Barang..... | 47 |
| Gambar 4. 25 Pin <i>Servo</i> Mekanisme | 48 |
| Gambar 4. 26 Data <i>Servo</i> Mekanisme Pengangkat Barang | 48 |

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kadek Panji Dwiyantara Yasa

NIM : 44421211

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Penerapan Drone Berbasis *Internet of Things* untuk Pengantaran Barang Secara Otomatis” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 22 September 2022



Kadek Panji Dwiyantara Yasa
44421211

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Ajeng Fadilah B.

NIM : 44421212

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Penerapan Drone Berbasis *Internet of Things* untuk Pengantaran Barang Secara Otomatis” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 22 September 2022



Andi Ajeng Fadilah B.
44421212

PENERAPAN DRONE BERBASIS INTERNET OF THINGS UNTUK PENGANTARAN BARANG SECARA OTOMATIS

RINGKASAN

Perkembangan teknologi pada industri pengiriman barang mengalami kemajuan yang sangat pesat. Hal ini didasari oleh perkembangan teknologi yang tersedia, peningkatan sistem transportasi, serta peningkatan signifikan terhadap kebutuhan aneka macam barang di setiap daerah. Untuk menunjang hal tersebut maka dilakukan penelitian pengembangan pada fungsi *drone*.

Penelitian dilakukan bertujuan untuk meningkatkan pelayanan dalam dunia jasa kirim terkhusus kepada daerah-daerah dengan titik lokasi kriteria tertentu. Pengembangan modifikasi *drone* juga dilakukan pada penambahan mekanisme pengiriman barang.

Penelitian ini melalui beberapa tahapan, yakni *study literature*, perancangan mekanik dan elektronik drone, perancangan dan pembuatan mekanisme pengangkat dan *drop* barang, pembuatan sistem IoT pada proses pengiriman, pengujian terbang *drone*, pengambilan data terbang *drone*, pengolahan data serta penyusunan laporan akhir. Komponen utama yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu rancangan sistem mekanik, sistem elektronik, penerapan mekanisme tambahan, serta sistem pemesanan berbasis IoT. Sistem mekanik terdiri dari *frame drone*, *brushless motor DC*, *propeller*, mekanisme pengangkat barang, *landing gear*, platudukan penyangga komponen elektronik serta beban/paket. Adapun untuk sistem elektronik terdiri dari *pixhawk*, baterai, modul penurun tegangan, *servo*, modul GPS, *transmitter* dan *receiver*, *remote control*, ESC, *node MCU* dan *safety switch*.

Data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa drone melakukan misi terbang dengan teliti, baik terbang dengan kendali manual maupun otomatis. Drone mampu terbang dengan mengangkat beban seberat 175 gr serta mampu melepaskan paket dengan mekanisme yang dipasang. Drone mampu mengikuti perintah terbang sesuai *waypoint* yang diberikan dengan lama terbang 2 menit dengan tingkat *error longitude* dan *latitude* berkisar 0%. Drone terbang pada ketinggian ± 7 meter sebelum menurunkan ketinggian menjadi ± 2 meter saat tiba pada titik pelepasan paket/barang. Sistem penentuan titik tujuan serta pelacakan pengiriman barang dilakukan berbasis IoT. *User/customer* dapat melakukan pelacakan posisi drone saat proses pengiriman barang menggunakan aplikasi PNUP *drone tracker*.

Kata Kunci: Drone pengantar barang, IoT, *Mission Planner*, *Drone IoT*.

IMPLEMENTATION OF DRONE BASED ON THE INTERNET OF THINGS FOR AUTOMATIC DELIVERY OF GOODS

SUMMARY

Technological developments in the freight forwarding industry are progressing rapidly. This is based on the development of available technology, the improvement of the transportation system, as well as a significant increase in the need for various goods in each region. To support this, research on the development of drone functions was carried out.

The research was conducted aiming to improve services in the world of shipping services, especially to areas with certain criteria location points. The development of drone modifications is also carried out on the expansion of the delivery mechanism.

This research went through several stages, namely literature study, mechanical and electronic design of drones, design and manufacture of lifting and dropping mechanisms, IoT systems in the delivery process, drone flight testing, drone flight data retrieval, data processing and final report preparation. The main components needed in this research are the design of a mechanical system, an electronic system, the application of additional mechanisms, and an IoT-based ordering system. The mechanical system consists of the drone frame, brushless DC motor, propeller, lifting mechanism, landing gear, mounting plate supporting electronic components and loads/packages. As for the electronic system, it consists of pixhawk, battery, voltage reducer module, servo, GPS module, transmitter and receiver, remote control, ESC, MCU node and safety switch.

The data from the research can be said that drones carry out flying missions carefully, both flying with manual and automatic controls. The drone is able to fly by lifting a load of 175 grams and is able to release the package with the mechanism installed. The drone is able to follow flight orders according to the given waypoint with a flight time of 2 minutes with a longitude and latitude error rate of around 0%. The drone flies at an altitude of ± 7 meters before lowering the altitude suddenly ± 2 meters when the point is set. The point destination system and delivery of goods are carried out based on IoT. Users/customers can find the position of the drone during the delivery process using the PNUP drone tracker application.

Keywords: Delivery drone, *IoT*, *Mission Planner*, *IoT Drone*.

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini, perkembangan teknologi pada industri pengiriman barang mengalami kemajuan yang sangat pesat. Hal ini didasari oleh perkembangan teknologi yang tersedia, peningkatan sistem transportasi, serta peningkatan signifikan terhadap kebutuhan akan aneka macam barang di setiap daerah. Berdasarkan hal tersebut, beberapa sektor *e-commerce* bahkan terus melakukan inovasi untuk menyempurnakan pelayanannya terhadap pelanggan. Peningkatan pelayanan dilakukan dengan memperhatikan parameter jarak, medan, lokasi, serta waktu tempuh yang dibutuhkan untuk menjangkau pelanggan. Salah satu bentuk peningkatan pelayanan yang terbaru adalah dengan memanfaatkan *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* atau lebih dikenal dengan drone sebagai penunjang dalam penyaluran logistiknya untuk menjangkau daerah tujuan dengan kriteria tertentu.

Pada awalnya, penggunaan drone dirancang untuk keperluan dunia militer, namun kini pemanfaatan drone berkembang dari semua versi sehingga pemanfaatannya juga semakin meluas dan menyentuh berbagai bidang seperti pendidikan, pemetaan, fotografi, pertanian, keamanan serta layanan pemindahan barang. Drone memiliki kemampuan dasar mengangkat dirinya sendiri menggunakan ketentuan aerodinamika mutlak baik dengan muatan tambahan maupun tanpa adanya muatan tambahan. Kemampuan drone mengangkat dirinya sendiri dengan tambahan beban muatan membuatnya bisa dimanfaatkan dalam bidang jasa pemindahan barang dengan sedikit modifikasi

pada desain dan mekanisme yang digunakan (misalnya penambahan sistem drop barang). *Drone* atau UAV pada dasarnya merupakan *device* yang mampu dioperasikan melalui dua cara. Pengendalian yang pertama secara manual menggunakan *remote control* dengan sistem sinyal radio. Pengendalian yang kedua secara *autonomous* menggunakan program yang telah dirancang dengan bantuan beberapa perangkat lunak.

Pengendalian *drone* secara *autonomous* bisa dilakukan dengan menggunakan sebuah *software* penentu misi/jalur perjalanan sehingga membuat *drone* mampu melaksanakan misi tanpa dikendalikan menggunakan *remote control*. Penentuan sebuah misi perjalanan *drone* dari titik pengantaran sampai ke tujuan pengantaran dapat dilakukan dengan menentukan titik-titik koordinat (*way point*) sebagai jalur *tracking* yang nantinya dilalui oleh *drone*. Maka dari penelitian ini ditambahkan sebuah aplikasi yang mana selain bisa menentukan *waypoint* nya lewat *Smartphone*, komunikasi antar data pada *drone* ke aplikasinya menggunakan *Internet of Things* (IoT) agar dapat di pantau kapanpun dan dimanapun. Dalam menentukan *way point* dibutuhkan parameter-parameter yang nantinya mendukung pelaksanaan misinya, seperti menggunakan GPS satelit sebagai salah satu parameter penentuan titik koordinat (*way point*). Sistem pemantauan ini menggunakan jaringan wifi sebagai penghubung antara wahana UAV dengan GCS (*Ground Control Station*).

Beberapa modifikasi pada *drone* telah banyak dilakukan. Modifikasi sudah dimulai dengan menambahkan beberapa sistem otomatisasi serta

penambahan mekanisme dan *hardware*. Penambahan mekanisme serta *hardware* disesuaikan berdasarkan misi yang dilakukan oleh *drone*, dalam hal ini adalah fungsi pemindahan barang dari satu titik ke titik lain. Modifikasi ini kemudian diharapkan membantu manusia dalam proses pendistribusian berbagai macam barang di masa yang akan datang khususnya di Indonesia.

Oleh karena itu, kami mengangkat **“Penerapan Drone Berbasis Internet of Things untuk Pengantaran Barang Secara Otomatis”** sebagai judul Tugas Akhir kami.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan maka rumusan masalah penelitian ini adalah Bagaimana membuat mekanisme *drone* yang dapat mengantarkan barang secara otomatis ke pemesan barang (*user*) menggunakan *system IoT*?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian meliputi:

- a. Pemesanan barang oleh *user* dilakukan menggunakan aplikasi pengirim pesan.
- b. Pengiriman barang dari lokasi awal *drone* menuju lokasi *user* menggunakan wahana *quadcopter* dengan memanfaatkan teknologi

GPS dan IoT

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk membuat mekanisme drone yang dapat mengantarkan barang secara otomatis ke pemesan barang (*user*) menggunakan *system IoT*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini ialah:

- a. Mempermudah mekanisme pengantaran barang dengan menggunakan drone berbasis teknologi sinyal GPS dan *IoT*.
- b. Sebagai sarana referensi bagi industri maupun mahasiswa khususnya teknik mesin.
- c. Menambah wawasan dan keterampilan penulis di bidang Teknologi, terkhusus dalam perkembangan iptek di bidang otomatisasi *Unmanned Aerial Vehicles (UAV)*.
- d. Sebagai sarana referensi bagi industri serta peneliti selanjutnya terkait dengan penerapan *quadcopter* dalam kehidupan bermasyarakat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Unmanned Aerial Vehicles (UAV) atau Drone

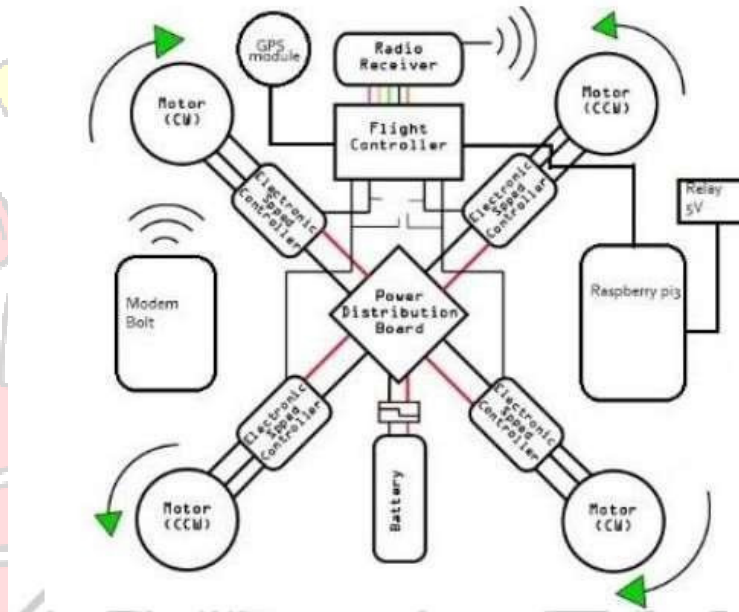
Kecanggihan perkembangan teknologi telah memasuki era revolusi 4.0 yang menggabungkan teknologi otomatisasi dengan teknologi *cyber*. Peralatan teknologi canggih telah menyentuh hampir seluruh kehidupan manusia, baik dari sisi pendidikan, kesehatan, industri, maupun dalam bidang riset saintek. Salah satu peralatan teknologi yang banyak membantu pekerjaan manusia adalah *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV).

Unmanned Aerial Vehicles (UAV) ini merupakan wahana tanpa awak yang dapat dikendalikan dan bertujuan untuk membantu manusia untuk menjalani tugas yang sulit atau berbahaya. UAV dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu *fixed-wing* dan *rotary-wing*. *Fixed-wing* merupakan UAV yang bentuk sayapnya sudah tetap dan merupakan komponen gerak dari pesawat tersebut, untuk jenis *Rotary-wing* merupakan UAV yang komponen geraknya berupa baling-baling yang berputar (*rotor/multirotor*) (Budi, 2017).

Unmanned Aerial Vehicles (UAV) atau drone merupakan pesawat tanpa awak yang pada awalnya dikendalikan dari jarak jauh menggunakan remot kontrol, namun pada masa ini sistem otomatisasi sudah banyak diterapkan dalam pemanfaatannya. Pada mulanya, penggunaan drone dirancang untuk keperluan dunia militer, namun kini pemanfaatan drone telah berkembang dari semua versi

sehingga pemanfaatannya juga semakin meluas dan menyentuh berbagai bidang seperti pendidikan, fotografi, serta keamanan. Perkembangan teknologi membuat drone juga mulai banyak diterapkan untuk kebutuhan sipil, terutama di bidang

bisnis, industri dan logistik. Di dunia industri bisnis, drone telah diterapkan dalam berbagai layanan seperti pengawasan Infrastruktur, pengiriman paket barang, pemadam kebakaran hutan, eksplorasi bahan tambang, pemetaan daerah pertanian, dan pemetaan daerah industri. Drone memiliki kemampuan dasar mengangkat dirinya sendiri menggunakan ketentuan aerodinamika mutlak baik dengan muatan tambahan maupun tanpa adanya muatan tambahan.



Gambar 2. 1 Wiring Diagram Quadcopter

Sumber: <http://eprints.umm.ac.id/74124/4/BAB%203.pdf>

Desain mekanik dan penggunaan hardware pada tiap drone juga berbeda-beda berdasarkan tujuan masing-masing drone. Tak hanya itu sistem kendali pada drone juga dirancang berbeda sesuai kebutuhan, mulai dari sistem kendali sederhana hanya dengan pengontrolan manual menggunakan remot kontrol dengan

sinyal gelombang radio hingga pengoperasian berbasis otomatis dengan kendali IoT dengan tambahan konfigurasi lainnya.



Gambar 2. 2 Drone Pengantar Barang

Sumber: <https://bit.ly/3pLFE0g>

Sumber: <https://bit.ly/3sR4UnN>



Gambar 2. 3 Mekanisme Drone Pengangkut Barang

2.2. Jenis-Jenis Drone

Berdasarkan jenis sayapnya, drone dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

- a. *Fixed Wing Drone* (Drone Sayap Tunggal), Pesawat model *fixed-wing* adalah pesawat yang memiliki bentuk sayap tetap atau tidak bergerak. Pesawat mendapatkan *thrust* dari gaya dorong motor yang menerpa bagian sayap yang memiliki bentuk airfoil tertentu dari depan sampai belakang sehingga menghasilkan gaya angkat.



Gambar 2. 4 *Fixed-Wing Drone*

Sumber: <https://bit.ly/3II5Y7G>

- b. *Rotary Wing* (Drone Sayap Bergerak), Pesawat model *rotary wing* memiliki sayap yang bergerak atau berputar atau baling-baling sehingga menghasilkan gaya angkat. Pergerakan pesawat diatur melalui perubahan sudut serang posisi baling-baling. Drone jenis ini memanfaatkan putaran baling-baling untuk terbang. Drone dengan *rotor* dibagi lagi menjadi dua yaitu single-rotor dan multi-rotor (Aprilian, E. (2017).



Gambar 2. 5 Rotary Wing Drone

Sumber: <https://bit.ly/3u43Jkh>

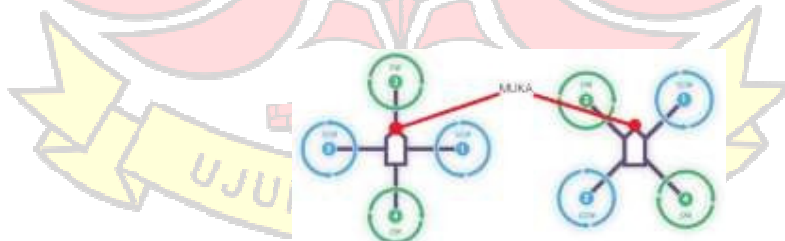
Perbedaan Jenis Baling-Baling:

- 3 baling baling (*Tri-Copter*)
- 4 baling baling (*Quad-Copter*)
- 6 baling baling (*Hexa-Copter*)
- 8 baling baling (*Octa-Copter*)

2.3. Prinsip Kerja pada Drone

2.3.1. Cara Kerja Komponen Utama Drone

Drone 4-motor atau quadcopter ini merupakan role model drone secara umum. Gambar komponen-komponen utama drone seperti terlihat berikut ini.



Gambar 2. 6 Konfigurasi Kerangka Drone

Sumber: <https://bit.ly/3CRgX7L>

Kerangka/*Frame/Rig* pada drone adalah komponen utamanya. Khususnya quadcopter (drone 4-motor) punya desain seperti huruf "X" dan "+" pada ujung kerangka, yang akan menentukan kemana arah muka pengendalinya atau *flight controller* menghadap. Ukuran drone sendiri harus menyesuaikan panjang diagonal kerangkanya. Itu sebabnya *drone quadcopter* lebih kecil ukurannya dibandingkan *drone octacopter*, karena desain kerangka *quadcopter* umumnya 450mm, 330mm, 250mm dan lebih kecil lagi sementara octacore panjang diagonal kerangkanya 550mm atau lebih (Tekno Plug. 2019).

2.3.2. Cara Kerja Komponen Pendukung Drone

a. Motor dan Baling-Baling

Agar drone bisa terbang maka komponen berikutnya yang paling dibutuhkan adalah motor dan baling-baling. Pada drone quadcopter terdapat 2 motor yang menggerakkan baling-baling searah jarum jam sementara 2 motor lainnya menggerakkan baling-baling berlawanan arah jarum jam. Hal ini sesuai dengan hukum torsi pada ilmu fisika, dimana motor yang menggerakkan baling-baling searah jarum jam menghilangkan torsi yang ditimbulkan oleh pergerakan baling-baling yang berlawanan arah jam. Demikian pula sebaliknya torsi yang ditimbulkan oleh pergerakan baling-baling searah jarum jam dihilangkan oleh pergerakan baling-baling yang berlawanan arah jarum jam.

b. *Flight Controller* (Pengendali Utama)

Pengendali utama atau flight controller ini berbentuk seperti komputer mini yang dipasang pada drone. Pengendali ini berfungsi untuk mengumpulkan informasi arah, kecepatan, ketinggian, kemiringan dan sebagainya sehingga drone tetap pada kondisi stabil. Semakin banyak sensor yang ditanam, semakin banyak informasi yang bisa diolah. Misalnya Accelerometer, Magnetometer, Gyroscope, Barometer, dan GPS.

c. Pengendali Kecepatan Elektronik

Pengendali kecepatan elektronik atau sering disingkat ESC (*Electronic Speed Controller*) berfungsi untuk menerjemahkan perintah dari Flight Controller, sehingga ketika pengendali utama memerintahkan agar 2 motor menggerakkan baling-baling lebih cepat dari yang lainnya maka ESC akan menerjemahkannya kemudian mengubah daya listrik.

d. Baterai

Baterai merupakan komponen penting, khususnya agar drone dapat terbang dan juga sebagai daya pada radio controller. Bila sebuah drone membutuhkan daya yang besar karena motor-motornya yang berdaya besar atau karena berat total drone besar, tentu saja diperlukan baterai dengan daya yang besar pula.

e. Radio Controller, Transmitter dan Receiver

Untuk mengendalikan drone maka dibutuhkan sebuah pengendali jarak jauh menggunakan frekuensi radio (Radio Controller). Pengendali ini membutuhkan alat pemancar (transmitter) serta penerima (receiver).

Pemancar selalu berada di tangan kita, sementara penerima terletak pada drone yang terhubung langsung dengan flight controller.

2.4. Pergerakan Pada *Quad-Copter*

2.4.1. Hovering atau Throttle

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

2.4.2. Roll

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

2.4.3. Pitch

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

2.4.4. Yaw

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

2.5. Komponen-Komponen Pembangun pada *Quadcopter*

2.5.1. Pixhawk 2.4.8.

Pixhawk 2.4.8 memiliki 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 di dalamnya.



Gambar 2. 7 Pixhawk 2.4.8

Sumber: <https://bit.ly/37uuH1>

2.5.2. Module GPS

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 2. 8 GPS Module UBLOX Neo 6M GPS

Sumber: <https://bit.ly/3KTp3Q3>

2.5.3. Motor DC Brushless

BLDC motor sangat cocok untuk diaplikasikan pada produk yang menuntut reliabilitas dan efisiensi yang tinggi. Secara umum, dapat dikatakan bahwa BLDC motor dapat menghasilkan torsi yang besar dan mempunyai range RPM yang tinggi. 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 proppler ukuran 10 x 45 (Akan ditinjau kembali).



Gambar 2. 9 Motor DC Brushless

2.5.4. Electronic Speed Controller (ESC)

ESC (*Electronic Speed Control*) yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan motor, selain itu juga berfungsi untuk menaikkan jumlah arus yang diperlukan oleh motor. ESC dapat dikatakan juga sebagai Drive motor dengan mengeluarkan pulsa untuk brushless motor yang berasal dari mikrokontroler. 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.



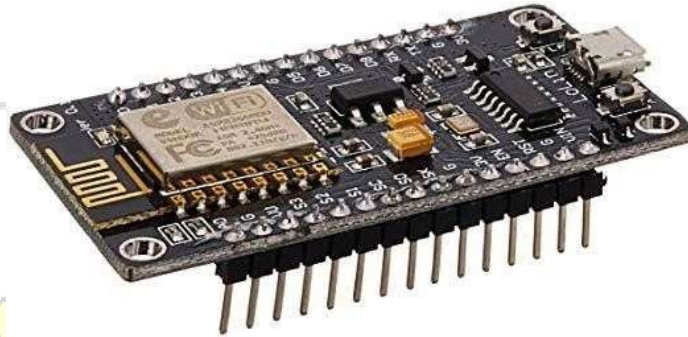
Gambar 2. 10 *Electronic Speed Controller* (ESC)

Sumber: <https://bit.ly/3JtXBly>

2.5.5. ESP 8266

ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Selain itu modul ini berbasis SOC (Single on Circuit) yang menjadikan perangkat ini dapat juga digunakan tanpa bantuan mikrokontroler lain. Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3V dan memiliki tiga

mode wifi yaitu Station, Access Point dan Both (Keduanya). Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO dimana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang kita gunakan.



Gambar 2. 11 ESP 8266

Sumber: <https://bit.ly/3iker0s>

2.5.6. Global Positioning System (GPS)

GPS merupakan sistem yang digunakan untuk menentukan letak objek di permukaan bumi dengan bantuan penyalarsan sinyal satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro yang diterima oleh *receiver* 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. Pada awalnya alat ini dirancang 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 (Aji, Hadi dan Tika, 2018).

2.6. Internet of Things (IoT)

IoT adalah teknologi yang memungkinkan sebuah objek untuk bisa saling berkirim data melalui koneksi buatan dengan sedikit atau bahkan tanpa bantuan komputer dan manusia (secara otomatis) melalui data perintah yang sebelumnya telah dimasukkan ke dalam objek tersebut. Jika menilik sejarahnya, istilah IoT pertama kali dicetus oleh ahli teknologi asal Inggris bernama Kevin Ashton, yang mana dia deskripsikan teknologi ini sebagai “mata” dan “telinga” dari komputer. Menariknya, jauh sebelum istilah IoT dicetuskan Kevin, ahli teknologi lulusan Massachusetts Institute of Technology (MIT) bernama John Romkey telah menciptakan perangkat pintar IoT pertama di dunia pada tahun 1990. Perangkat IoT tersebut adalah alat pemanggang roti yang dikendalikan lewat komputer milik Romkey (Blue Power Technology, 2020).

Internet of Things mengacu pada pengidentifikasian suatu objek nyata yang direpresentasikan secara *virtual* di dunia maya atau *Internet*. Secara sederhana, system kerja IoT sebenarnya dengan memanfaatkan instruksi pemrograman yang tiap data perintahnya bisa menghasilkan interaksi di antara tiap perangkat yang saling berhubungan secara otomatis tanpa adanya campur tangan lanjutan oleh manusia dalam pelaksanaan misi perintahnya, dalam jarak jauh sekalipun. Adapun

pengaruh paling vital terhadap kelancaran kinerja perangkat IoT adalah jaringan internet yang merupakan penghubung utama tiap perangkat yang digunakan. Sementara itu, peran manusia dalam tahapan ini yaitu sebagai penginput data perintah sekaligus menjadi pengawas untuk setiap gerakan perangkat dalam proses pelaksanaan misinya (Yudha Yudhanto, 2015).

Dengan semakin berkembangnya infrastruktur internet, maka kita menuju babak berikutnya, di mana bukan hanya *smartphone* atau komputer saja yang dapat terkoneksi dengan internet. Namun berbagai macam benda nyata akan terkoneksi dengan internet. Sebagai contohnya dapat berupa: mesin produksi, mobil, peralatan elektronik, peralatan yang dapat dikenakan manusia (*wearables*), dan termasuk benda nyata apa saja yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global menggunakan sensor dan atau aktuator yang tertanam (Yudha Yudhanto, 2015).

Arsitektur *Internet Of Things* terdiri atas beberapa jaringan dan sistem yang kompleks serta sekuriti yang sangat ketat, jika ketiga unsur tersebut dapat dicapai, maka control otomatisasi di dalam *Internet of Things* dapat berjalan dengan baik dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama sehinggamendapatkan *profit* yang banyak bagi suatu perusahaan, namun dalam membangun ketiga arsitektur itu banyak sekali perusahaan pengembang IoT yang gagal, karena dalam membangun arsitektur itu membutuhkan waktu yang lama serta biaya yang tidak sedikit (Adani F, 2019).

2.7. Penelitian Sebelumnya

Pada Penelitian yang dilakukan oleh Aji Kurnia, Hadi Supriyanto dan Tika Meizinta (2018) menunjukkan hasil pembacaan GPS dengan nilai yang berbeda-beda bergantung pada jumlah satelit terkunci, cuaca serta lokasi pengujian.

Pengujian terbang juga dipengaruhi oleh spesifikasi baterai yang digunakan. Serta dari hasil pengujian juga didapatkan bahwa terjadi perbedaan antara jarak tujuan koordinat seharusnya dengan posisi data GPS yang mencapai 7,46 meter. Perbedaan ini terjadi karena perbedaan data antara posisi yang sebenarnya di muka bumi dengan data posisi dari GPS yang digunakan oleh sistem. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini, dilakukan beberapa pengembangan diantaranya dengan meningkatkan spesifikasi module GPS yang digunakan dengan memperhatikan tingkat akurasi pembacaan koordinat, melakukan pemilihan komponen berdasarkan spesifikasi yang sesuai dengan misi terbang guna meningkatkan kemampuan terbang pada drone serta memilih perangkat lunak sistem IoT dengan fitur yang berguna bagi pelaksanaan misi pengantaran barang.

BAB III METEDOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

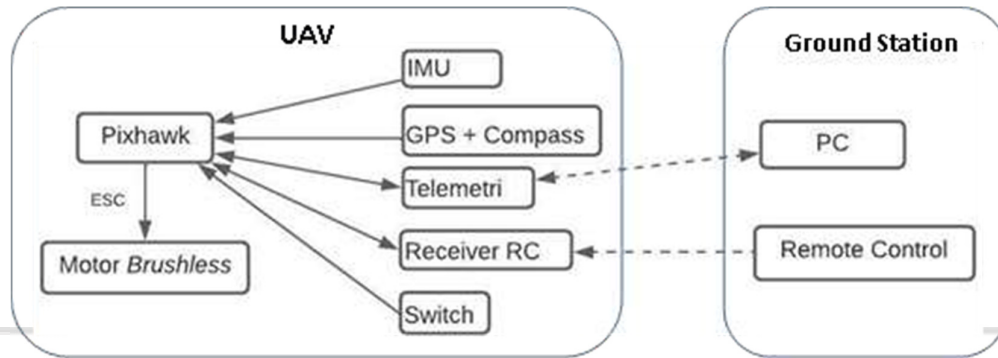
Penelitian ini dilaksanakan di lapangan Olahraga Perumnas Antang, Kel. Manggala, Kota Makassar. Adapun waktu pelaksanaan dimulai bulan Mei sampai bulan September 2022.

3.2 Peralatan dan Bahan

Penelitian ini membutuhkan alat dan bahan sebagai berikut :

3.2.1 Alat

- *Quadcopter* (Drone dengan 4 baling-baling), sebagai komponen/wahana utama yang akan digunakan dalam proses pemindahan barang
- *Pixhawk*, Sebagai pengendali *interface* keseluruhan komponen
- *Telemetry*, Sebagai pengirim data antara UAV
- *Remote Control*, Sebagai alat kendali manual drone
- *Receiver*, Sebagai penangkap sinyal perintah antara program dan UAV
- *Node MCU*, MENjalankan fungsi IoT pada drone
- *Personal Computer*, Komponen pendukung pemasangan beberapa *software* dalam pelaksanaan misi, terutama dalam penentuan *tracking way point*.
- Modul GPS (*Global Positioning System*), Alat yang digunakan sebagai parameter penentuan titik koordinat jalur drone (*way point*).



Gambar 3. 1 Diagram Sistem Hardware

3.2.2 Bahan dan Software

Bahan dan *software* merupakan komponen pendukung yang akan digunakan selama proses pelaksanaan pengujian *drone* pengantar barang

- Beban/Muatan Tambahan, paket/barang seberat 175 gr dijadikan sebagai bahan uji coba kemampuan angkat UAV.
- *Mission Planner* dan *Smartphone*, berfungsi sebagai *Ground Control Station* pada ArduPilot. *Mission Planner* ini berfungsi sebagai pusat kontrol rangkaian misi pada UAV.
- *PNUP Drone Tracker*, merupakan aplikasi android yang dirancang untuk menjalankan fungsi pelacakan lokasi suatu alat yang sebelumnya sudah dilengkapi oleh GPS. Dalam penelitian ini alat yang dimaksud adalah drone pengantar barang sehingga dapat membantu *customer* untuk mengetahui lokasi drone selama proses pengiriman barang.

3.3 Langkah Pengujian

3.3.1 Persiapan

Dalam proses persiapan ini, kami mempersiapkan segala keperluan alat dan bahan serta *software* yang akan kami gunakan selama proses penelitian baik dalam segala yang menyangkut teknis pelaksanaan maupun yang tidak.

3.3.2 Pelaksanaan penelitian

Adapun kegiatan selama penelitian antara lain:

1. Perancangan sistem mekanik

Pada tahap ini, kami mempersiapkan segala keperluan sistem mekanik dan elektronik yang dirancang pada *software* sesuai dengan mekanisme yang telah ditentukan pada *quadcopter*.

2. Penentuan *Waypoint*

Pada tahapan ini, kami melakukan pembacaan koordinat jalur terbang menggunakan *mission planner*. Titik lokasi didapatkan dari *user* yang mengirim langsung lokasinya menggunakan aplikasi *chat* dalam bentuk *link*.

3. Uji Terbang Drone dengan Mekanisme Drop Barang

Tahapan ini kemudian menjadi salah satu langkah awal pengambilan data berupa data-data awal perubahan karakteristik terbang drone sesaat setelah mekanisme tambahan berhasil dipasang.

4. Uji Terbang Drone dengan Kendali Manual

Tujuan utama dalam pelaksanaan ini untuk mengetahui hasil perancangan mekanik pada drone sudah tepat posisi atau masih diperlukan revisi. Tujuan lain juga untuk melihat apakah komponen pada drone sudah berjalan sesuai dengan fungsi masing-masing. Indikator utama yang dapat dilihat dalam pengujian ini adalah tingkat kestabilan drone pada saat di udara serta kemampuan drone menangkap perintah yang diberikan melalui RC. Pengujian terbang manual juga

ditujukan untuk menganalisa kemampuan angkat drone sebelum penambahan beban di dalamnya.

5. Uji Terbang Drone dengan Kendali Otomatis

Pada tahapan ini, drone mulai di pasang dengan perangkat *mission*

planner sebagai pengendali otomatisnya. Dalam perangkat ini, data-data berupa nilai yang menjadi perintah terhadap segala pergerakan drone. Data-data tersebut dapat berupa titik koordinat tujuan terbang drone, kecepatan putaran motor, ketinggian terbang serta perintah-perintah lain yang semuanya dijalankan secara otomatis.

6. Uji Terbang Drone dengan Kendali Otomatis dengan Mekanisme Drop Barang

Tahapan ini memiliki alur yang sama dengan rangkaian tahapan nomor 5 di atas, hanya saja diberikan tambahan mekanisme pengangkat paket/barang dengan sistem pengujian melakukan drop barang pada titik *waypoint* terakhir dengan menurunkan ketinggian menjadi 2 meter sebelum melakukan pelepasan barang/paket.

7. Uji Terbang Drone Berbasis IoT dengan Kendali Otomatis dengan Mekanisme Drop Barang

Dalam tahapan ini dilakukan pengujian terbang secara otomatis lengkap dengan pengangkatan beban berupa paket/barang. Sistem penerimaan titik lokasi tujuan pengiriman dilakukan dengan melalui pengiriman link koordinat melalui aplikasi pesan yang dikirimkan oleh *user* kepada operator. Penerimaan lokasi berupa *link* kemudian diinterpretasikan menggunakan *mission planner* kemudian dilanjutkan dengan pembacaan *waypoint* serta misi drop barang.

8. Pengujian dan Pengambilan Data Lanjutan

Tahapan ini merupakan tahapan inti dalam rangkaian penelitian kami. Pada proses ini, system pemetaan yang telah dipersiapkan kemudian diluncurkan secara terangkai. Pengujian terbang drone pada proses ini harus sudah dipastikan terbang tanpa kendala. Selanjutnya, beberapa perangkat harus dipastikan fungsinya masing-masing, mulai dari ketangkasan gambar/video

yang diambil sampai dengan pelaksanaan segala mekanisme system mekaniknya. Selanjutnya lalu dilakukan pengujian implementasi kemampuan drone melaksanakan misinya dengan system otomasi yang telah diatur. Pelaksanaan misi dilakukan dengan menetapkan jalur penerbangan pada *mission planner*. Point tersebut sebelumnya diambil data yang diperoleh dari *user*. Misi dinyatakan selesai jika drone mampu terbang dan melepaskan paket/barang sesuai pada titik yang dituju dengan tepat.

3.4 Diagram Sistem Penelitian

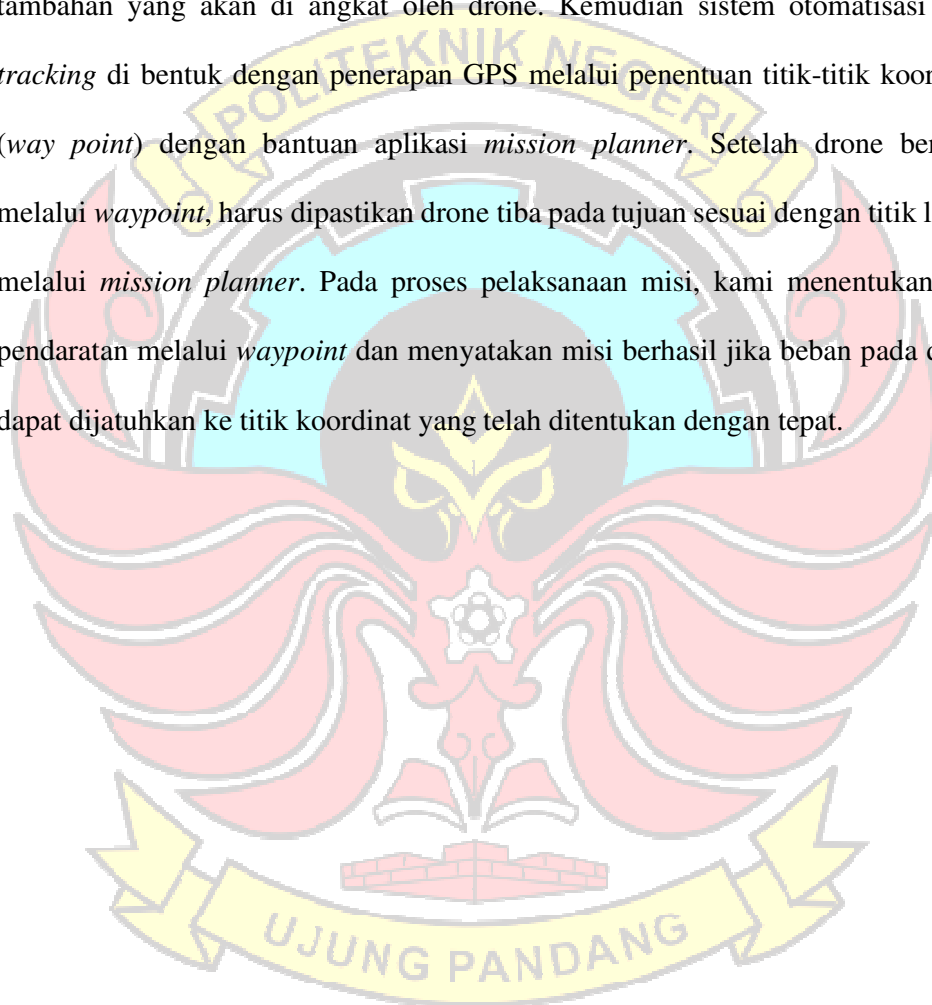
Dalam penelitian ini, mekanisme sistem IoT berada pada saat proses pemesanan barang dimana customer mengirimkan link titik lokasi pemesanan kepada operator penyedia jasa melalui aplikasi pesan baik *whatsapp* maupun *instagram*. Setelah menerima titik lokasi, operator kemudian melakukan pembacaan titik dengan mengklik *link* yang dikirimkan *user*. Setelah melakukan pembacaan titik lokasi menggunakan *mission planner*, drone lalu memulai misi dengan melakukan *take off*, *hovering* dan melaju sesuai titik *waypoint* dalam ketinggian 7 meter dan melakukan mekanisme drop barang dengan menurunkan drone pada ketinggian ± 2 meter, mempertahankan ketinggian, lalu drone melepas barang/paket melalui mekanisme *servo*. Adapun jalur koneksi antara drone dan system IoT dimana menggunakan *Node MCU ESP 8266* yang diintegrasikan dengan *GPS Neo 6M* dengan cara dihubungkan melalui komunikasi serial. Selanjutnya *Node MCU ESP 8266* dan *GPS Neo 6M* ditempatkan pada drone. Padapemasangan

Node MCU dan *GPS* pada drone, ditempatkan juga sebuah Router yang berfungsi sebagai penyedia akses internet agar node *MCU* dapat mengirim data Latitude dan Longitude ke database. Data yang diterima oleh database disimpan dan diteruskan ke aplikasi *drone tracker* yang di *install* oleh *user/customer* melalui *link* yang

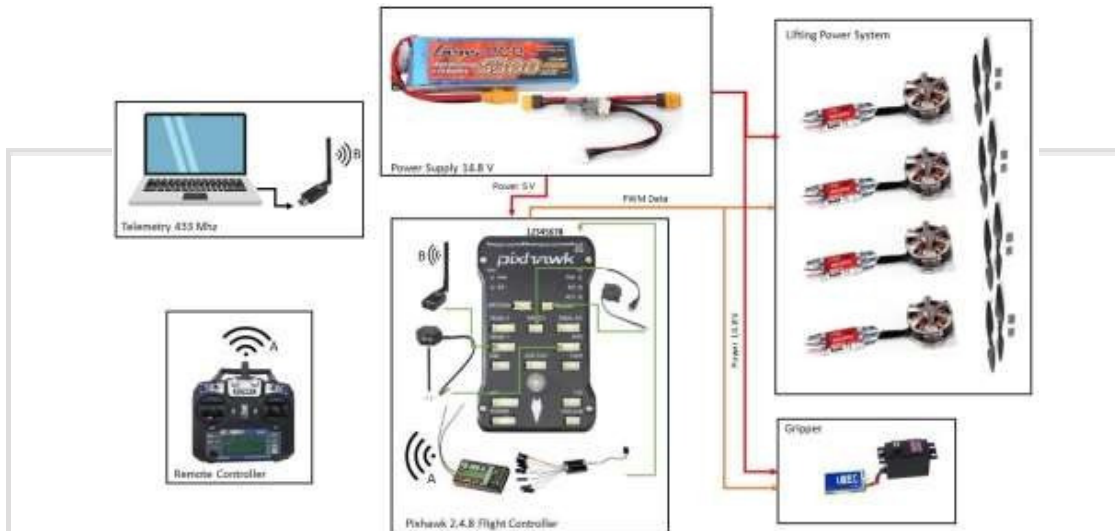
dikirimkan oleh *operator*.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, penggabungan penerapan *drone* pengantar barang dengan system *IoT* terbilang cukup baru dan kompleks. Pada penelitian kali ini, memulai melakukan perancangan desain sistem penyimpanan barang dan juga sistem drop barang sesuai dengan berat beba

tambahan yang akan di angkat oleh drone. Kemudian sistem otomatisasi jalur *tracking* di bentuk dengan penerapan GPS melalui penentuan titik-titik koordinat (*way point*) dengan bantuan aplikasi *mission planner*. Setelah drone berhasil melalui *waypoint*, harus dipastikan drone tiba pada tujuan sesuai dengan titik lokasi melalui *mission planner*. Pada proses pelaksanaan misi, kami menentukan titik pendaratan melalui *waypoint* dan menyatakan misi berhasil jika beban pada drone dapat dijatuhkan ke titik koordinat yang telah ditentukan dengan tepat.



Berikut merupakan gambar dari rangkaian sistem penelitian secara keseluruhan:



Gambar 3. 2 Sistem Elektronik *Drone* Pengantar Barang

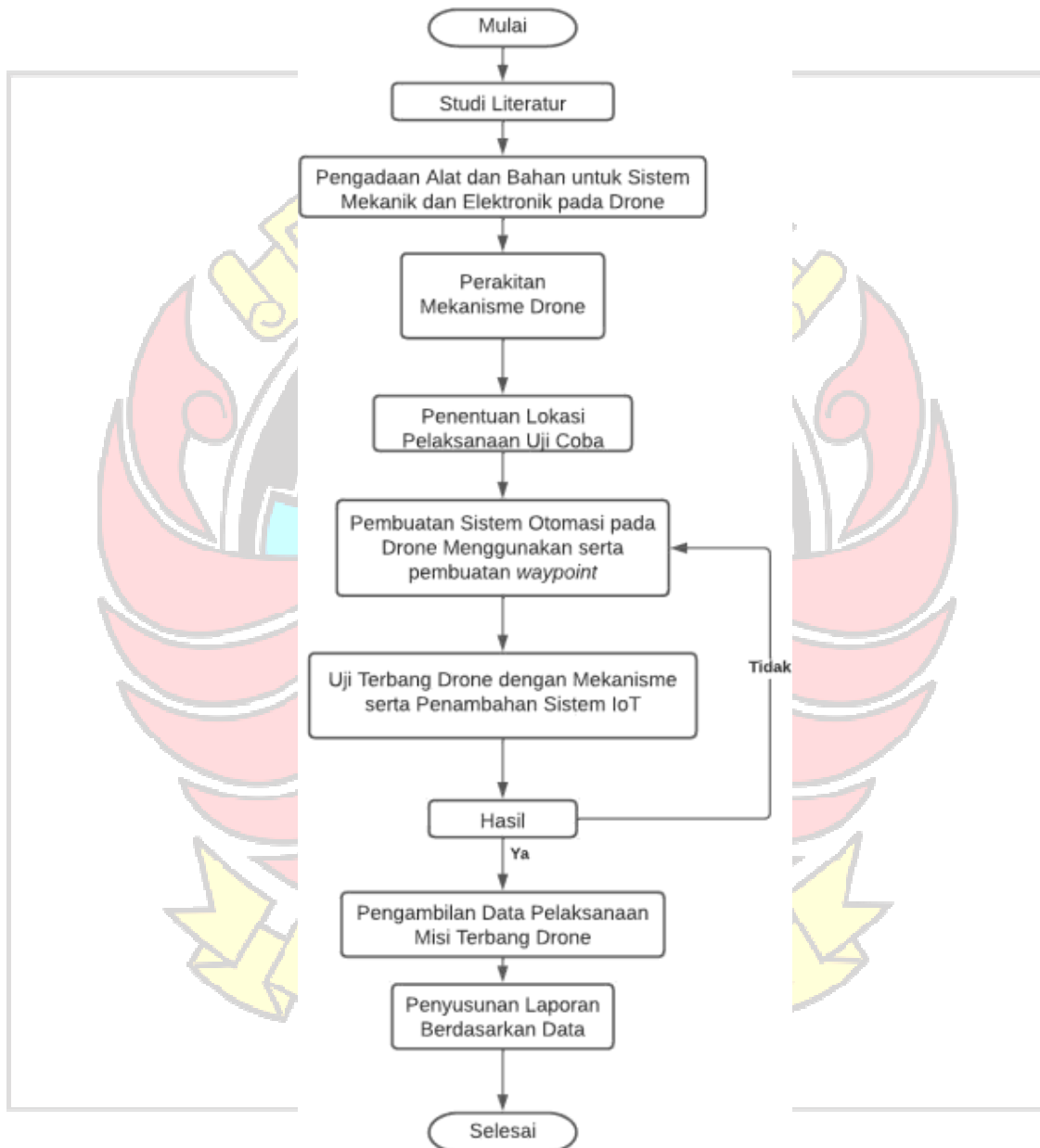
Gambar 3. 3 Sistem Elektronik *Drone* Pengantar Barang



Gambar 3. 4 Sistem IoT *Drone* Pengantar Barang

3.5 Alur Penelitian

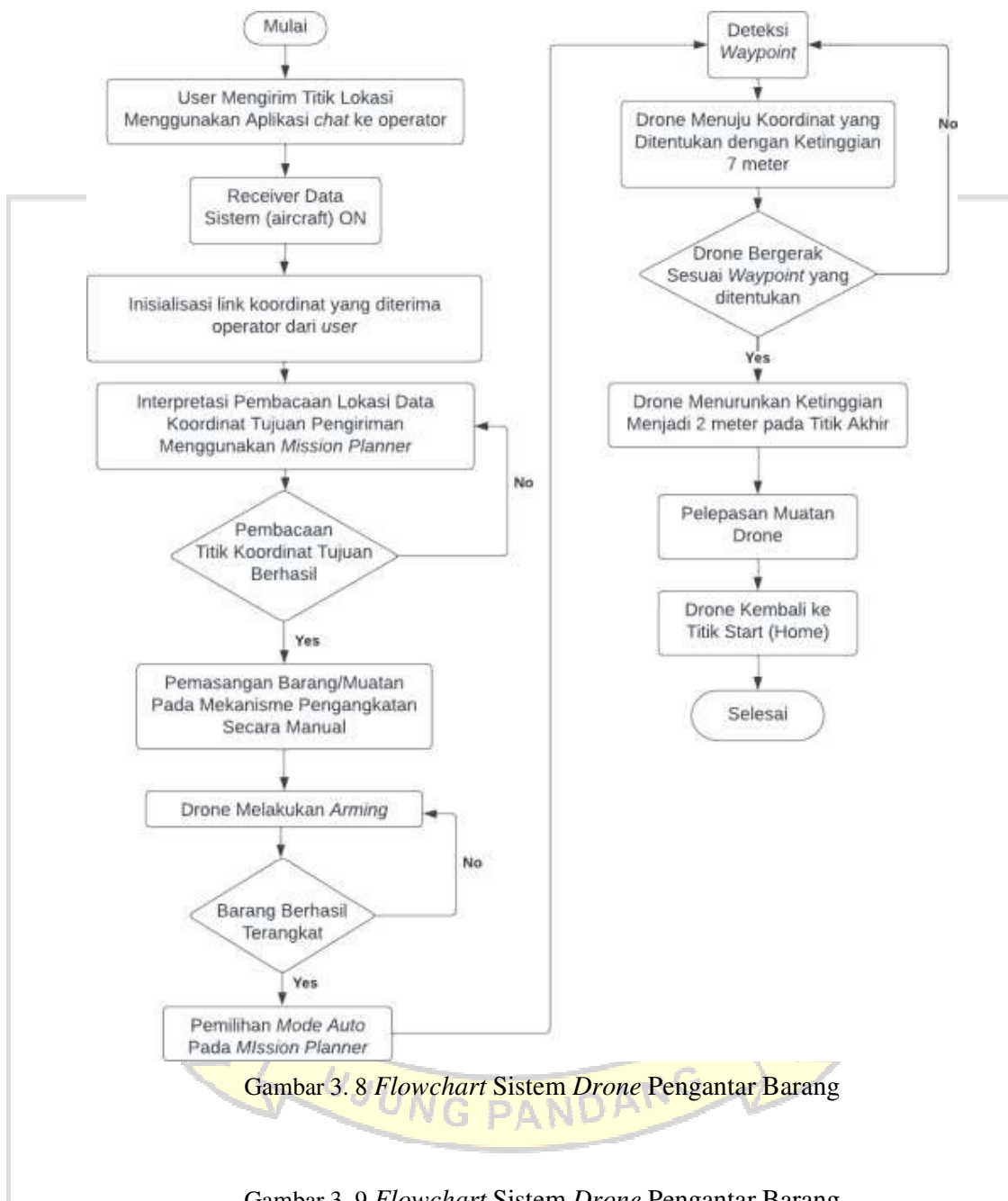
Berikut merupakan diagram alir metode perancangan dan percobaan dalam penelitian ini, yang ditunjukkan pada gambar 3.4 di bawah ini:



Gambar 3. 5 Diagram Alur Metode Penelitian

Gambar 3. 6 *Flowchart* Sistem Drone Pengantar Barang
Gambar 3. 7 Diagram Alur Metode Penelitian

3.6 Flowchart Sistem Drone Pengantar Barang



Gambar 3. 8 *Flowchart Sistem Drone Pengantar Barang*

Gambar 3. 9 *Flowchart Sistem Drone Pengantar Barang*

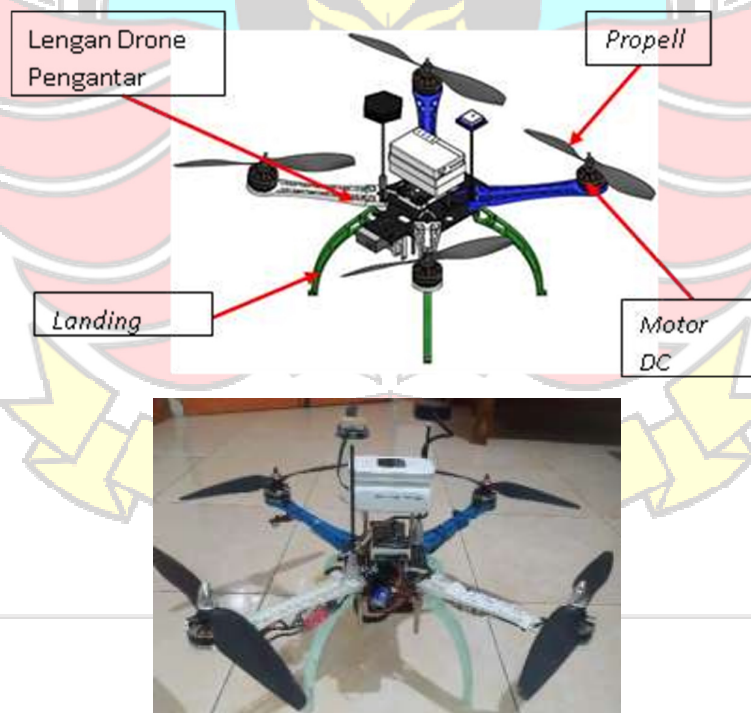
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan drone serta pembahasan pada bab ini dipetakan menjadi tiga bagian yaitu a) Hasil perancangan/perakitan struktur mekanik, elektronik dan program, b) Hasil pengujian terbang drone secara manual, c) Hasil pengujian terbang drone secara otomatis, d) Hasil pengujian terbang drone pengantar barang secara otomatis dengan mekanisme drop barang, e) Hasil pengujian terbang drone pengantar barang secara otomatis dengan mekanisme drop barang berbasis IoT.

4.1. Hasil Perancangan Drone

4.1.1. Hasil Perancangan Mekanik Drone

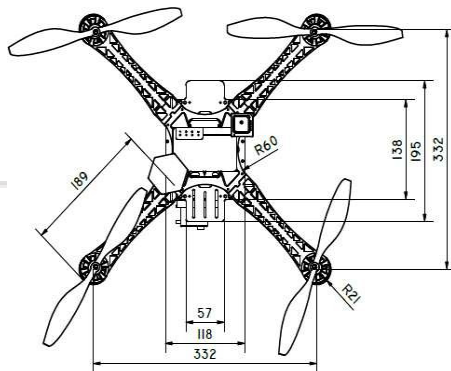
Setelah melakukan semua tahapan penelitian rancang bangun drone pengantar barang diperoleh sebuah drone seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Tampak depan Drone Pengantar Barang berbasis *IoT*

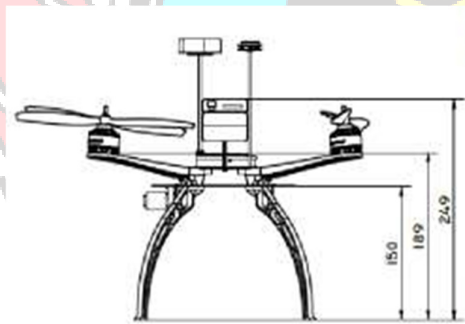
Gambar 4. 2 Tampak Atas dan dimensi Drone Pengantar Barang
Gambar 4. 3 Tampak depan Drone Pengantar Barang berbasis *IoT*

Adapun tampak drone dari sisi lain dapat dilihat pada gambar 4.2 dan Gambar 4.3



Gambar 4. 4 Tampak Atas dan dimensi *Drone* Pengantar Barang

Gambar 4. 5 Dimensi *Drone* Pengantar Barang Gambar 4. 6 Tampak Atas dan dimensi *Drone* Pengantar Barang

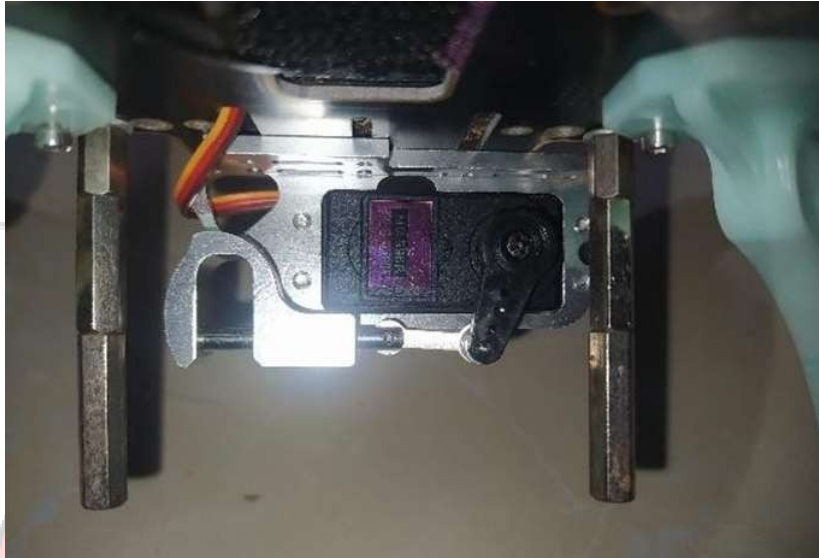


Gambar 4. 7 Dimensi *Drone* Pengantar Barang

Gambar 4. 8 Dimensi *Drone* Pengantar Barang

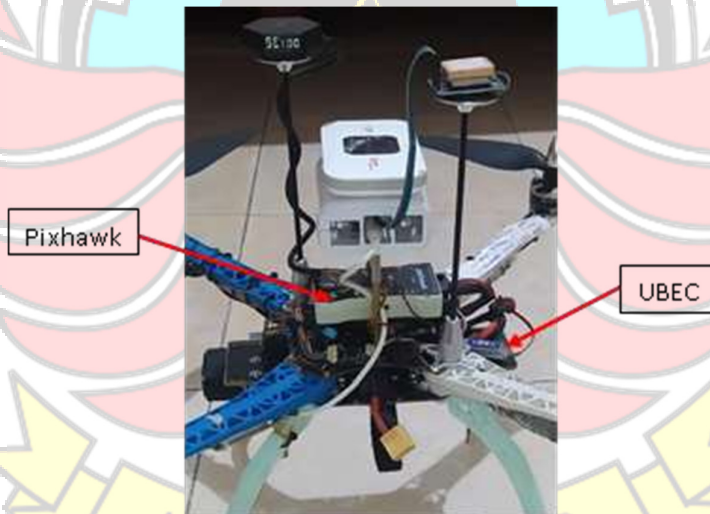
Rangka utama pada drone menggunakan jenis frame S500 yang yang terbuat dari serat karbon yang difungsikan sebagai penopang utama pada komponen-komponen lainnya. Jenis drone ini adalah tipe *Quadcopter* dimana memiliki 4 motor dan 4 *propeller* sebagai penggerakannya. Pada bagian bawah drone terdapat mekanisme pengangkat barang dengan model capit yang digerakkan menggunakan servo jenis *mg996r* dimana dimensi pada mekanisme ini bergantung pada ukuran luas dan tinggi *landing gear* yang digunakan. Dimensi pada mekanisme ini juga menjadi acuan

pada ukuran serta berat beban yang diangkat oleh drone.



Gambar 4. 9 Mekanisme Penjepit Paket Pada *Drone* Pengantar Barang

4.1.2. Hasil Perancangan Elektronik Drone



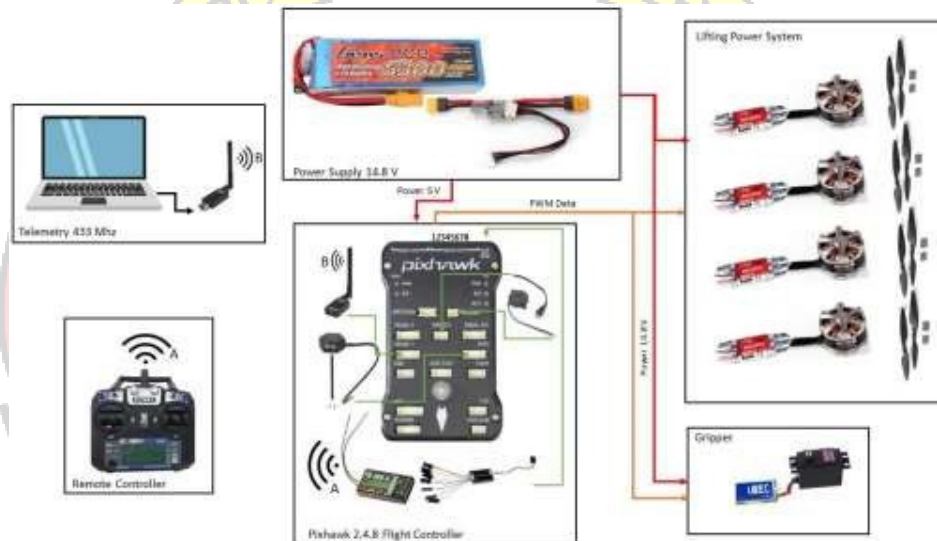
Gambar 4. 10 Perakitan Sistem Elektronik *Drone* Pengantar Barang

Pada perancangan elektronik, *Flight Controller* yang digunakan adalah *Pixhawk* yang difungsikan sebagai pengontrol komponen-komponen yang terpasang pada drone. *Pixhawk* merupakan perangkat yang sebelumnya sudah terintegrasi dengan komponen lain seperti ESC, GPS, Motor *brushless*, Servo serta software *mission planner* yang digunakan dalam penentuan *waypoint*. Pemanfaatan *Pixhawk* ini memegang peran utama dalam menjaga keseimbangan terbang drone

seiring dengan penentuan titik lokasi menggunakan GPS.

Drone dilengkapi dengan satu tombol *safety-switch button* untuk mengaktifkan ESC. ESC sendiri difungsikan sebagai alat yang akan mengatur masuknya tegangan pada motor yang nantinya akan digunakan untuk mengontrol kecepatan putaran pada motor.

Adapun hubungan elektronik yang diaplikasikan pada robot dapat dijabarkan sebagai berikut:



Gambar 4. 11 Gambar Rangkaian elektronik Drone Pengantar Barang mendapatkan *supply* daya yang bersumber dari baterai *Gens Lipo 45C 500 mAh* yang kemudian dihubungkan pada *power modul pixhawk* yang ditujukan untuk menurunkan tegangan yang selanjutnya diteruskan menuju *Pixhawk* serta komponen pendukung lain seperti *safety switch*, *buzzer*, *transmitter* serta GPS. Tegangan dari baterai juga diteruskan melalui *power modul* menuju ESC yang juga menyuplai tegangan ke 4 motor brushless *T-Motor 650 KV* sebagai penggerak *propeller* untuk menghasilkan daya angkat pada drone. Selanjutnya, *power modul* juga meneruskan tegangan menuju UBEC yang juga diteruskan kembali menuju *servo Mg996r* sebagai penggerak pada mekanisme pengangkat barang. Adapun *Remote Control* yang digunakan pada drone ini yaitu Fly Sky 6 CH 2.4GHz yang

kemudian disederhanakan dari 6 Channel PWM menjadi 1 Channel PPM menggunakan PPM encoder yang kemudian dihubungkan ke *pixhawk*.

4.1.3. Hasil Perancangan Pemrograman Drone

Pada drone ini dilakukan system pengontrolan terpusat menggunakan *mission planner* yang sudah terintegrasi secara langsung dengan Pixhawk yang digunakan. Data data yang diperlukan kemudian bisa secara *direct* di atur dalam *mission planner*. Data-data yang dimaksud diantaranya yaitu penentuan angka-angka pengaturan *waypoint*, penentuan data pengatur keseimbangan/kestabilan drone, penentuan mode channel, penentuan data failsafe serta penentuan data perintah pada actuator tambahan (mekanisme pengangkat barang).

1) Pengaturan Data Waypoint



Gambar 4. 12 Pengaturan data *waypoint*

Pada proses pengaturan data pada *waypoint*, kita memilih *Home Location* (Titik awal terbang) secara langsung melalui tampilan peta yang ditangkap menggunakan GPS pada tampilan *Plan* pada aplikasi *mission planner*. Lokasi tujuan kemudian akan didapatkan melalui *link* peta yang dikirimkan user/pelanggan melalui aplikasi *chat* (whatsapp atau instagram) yang kemudian akan terbaca oleh system GPS dan masuk sebagai titik 2 dan

3 (Lihat Gambar 4.7). Pada proses ini, kita atur ketinggian (*altitude*) terbang drone pada tiap titik.

| Command | Delay | Lat | Long | Alt | Frame | Delete | Grad | Angle | Dst | AZ |
|--------------------|-------|------------|------------|-----|----------|----------|------|-------|------|----|
| 2 WAYPOINT | 0 | -5.168172 | 119.492109 | 7 | Relative | X | 21.7 | 12.3 | 33.0 | 78 |
| 3 WAYPOINT | 0 | -5.1681723 | 119.49211 | 2 | Relative | X | -43 | -77.1 | 5.1 | 92 |
| 4 DELAY | 5 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 DO_SET_SERVO | 3 | 1300 | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | Relative | X | 0 | 0 | 0 |
| 7 RETURN_TO_LAUNCH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 |

Gambar 4. 14 Jumlah dan lokasi *waypoint*

| Command | Delay | Lat | Long | Alt | Frame | Delete | Grad | Angle | Dst | AZ |
|--------------------|-------|------------|------------|-----|----------|--------|------|-------|------|----|
| 1 TAKEOFF | 0 | 0 | 0 | 7 | Relative | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 WAYPOINT | 0 | -5.168172 | 119.492109 | 7 | Relative | X | 21.7 | 12.3 | 33.0 | 78 |
| 3 WAYPOINT | 0 | -5.1681723 | 119.49211 | 2 | Relative | X | -43 | -77.1 | 5.1 | 92 |
| 4 DELAY | 5 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 DO_SET_SERVO | 3 | 1300 | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | 7 | Relative | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 RETURN_TO_LAUNCH | 0 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | 0 | 0 | 0 | 0 |

Gambar 4. 15 Data Ketinggian/Altitude *Drone* pada Tiap *Command*

Pada bagian ini juga dapat diatur lama terbang drone pada satu titik lokasi menggunakan fungsi *delay* pada *command*.

| Command | Delay | Lat | Long | Alt |
|--------------------|-------|------------|------------|-----|
| 1 TAKEOFF | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 2 WAYPOINT | 0 | -5.168172 | 119.492109 | 7 |
| 3 WAYPOINT | 0 | -5.1681723 | 119.49211 | 2 |
| 4 DELAY | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 5 DO_SET_SERVO | 3 | 1300 | 0 | 0 |
| 6 WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 7 RETURN_TO_LAUNCH | 0 | 0 | 0 | 0 |

Gambar 4. 16 Perintah Lama Terbang *Drone*

Pengaturan gerakan servo mg996r juga di atur pada lembar *Plan* ini. Aturan pergerakan serta lokasi pin pada *flight controller* merupakan data yang harus dimasukkan.

| WP Radius | Loiter Radius | Default Alt | Relative | Verify Height | Add Below | Alt Warn | |
|--------------------|---------------|-------------|----------|--------------------------|--|------------|-----|
| 1.00 | 15 | 15 | Relative | <input type="checkbox"/> | <input type="button" value="Add Below"/> | 0 | |
| Command | Delay | | | | Lat | Long | Alt |
| 1 TAKEOFF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 2 WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | 0 | -5.168172 | 119.492109 | 7 |
| 3 WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | 0 | -5.1681723 | 119.49211 | 2 |
| 4 DELAY | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 DO_SET_SERVO | 9 | 1900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 7 RETURN_TO_LAUNCH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Gambar 4. 17 Perintah Pergerakan *Servo* Mg996r

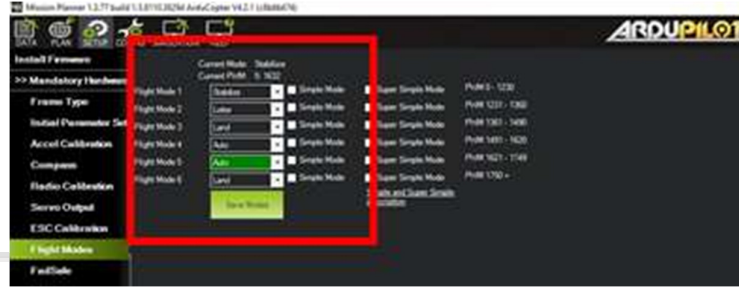
2) Pengaturan Kestabilan dan Kecepatan Pergerakan Drone



Gambar 4. 18 Perintah WP-Navigation (cm's)

Pada menu *configuration-Extended Tuning* yang dapat di atur adalah kecepatan putaran motor, Radius penerimaan *command* pada drone, kecepatan terbang naik drone, kecepatan terbang turun drone serta kecepatan terbang drone kembali pada jalur saat terbang keluar dari jalur yang sebenarnya. Angka –angka yang dimasukkan merupakan rentang nilai yang sebelumnya sudah disesuaikan dengan spesifikasi komponen yang digunakan serta batasan yang telah disediakan pada *software mission planner*.

3) Mode Pengaturan Channel Remote Control



Gambar 4. 19 Pengaturan *Flight Mode* pada *channel RC*

Flight Mode merupakan data pengaturan pada *Remote Control* sesuai dengan jumlah *channel* yang akan digunakan. System terbang pada drone akan diatur melalui *setup* ini sehingga pilot pada drone dapat dengan mudah melakukan *switch* sesuai dengan posisi terbang drone saat itu

4) Pengaturan *Failsafe*

Pengaturan *Failsafe* merupakan pengaturan antisipasi agar drone terbang aman yang dilakukan jikalau ada distorsi dari luar yang menyebabkan drone terbang tidak sesuai pada *command* yang telah ditentukan. Pengaturan ini menyediakan pilihan apakah drone akan mendarat atau melanjutkan misi saat mengalami kendala distorsi yang dimaksud.



Gambar 4. 20 Pengaturan *Failsafe*

Pada gambar 4.14, dipilih pengaturan *Enabled Continue with Mission in Autonomous*. Perintah tersebut akan membuat drone tetap terbang melanjutkan misi awal ketika pengaturan *fail safe* mendapatkan distorsi pada sinyalnya.

5) Pengaturan Pin tambahan

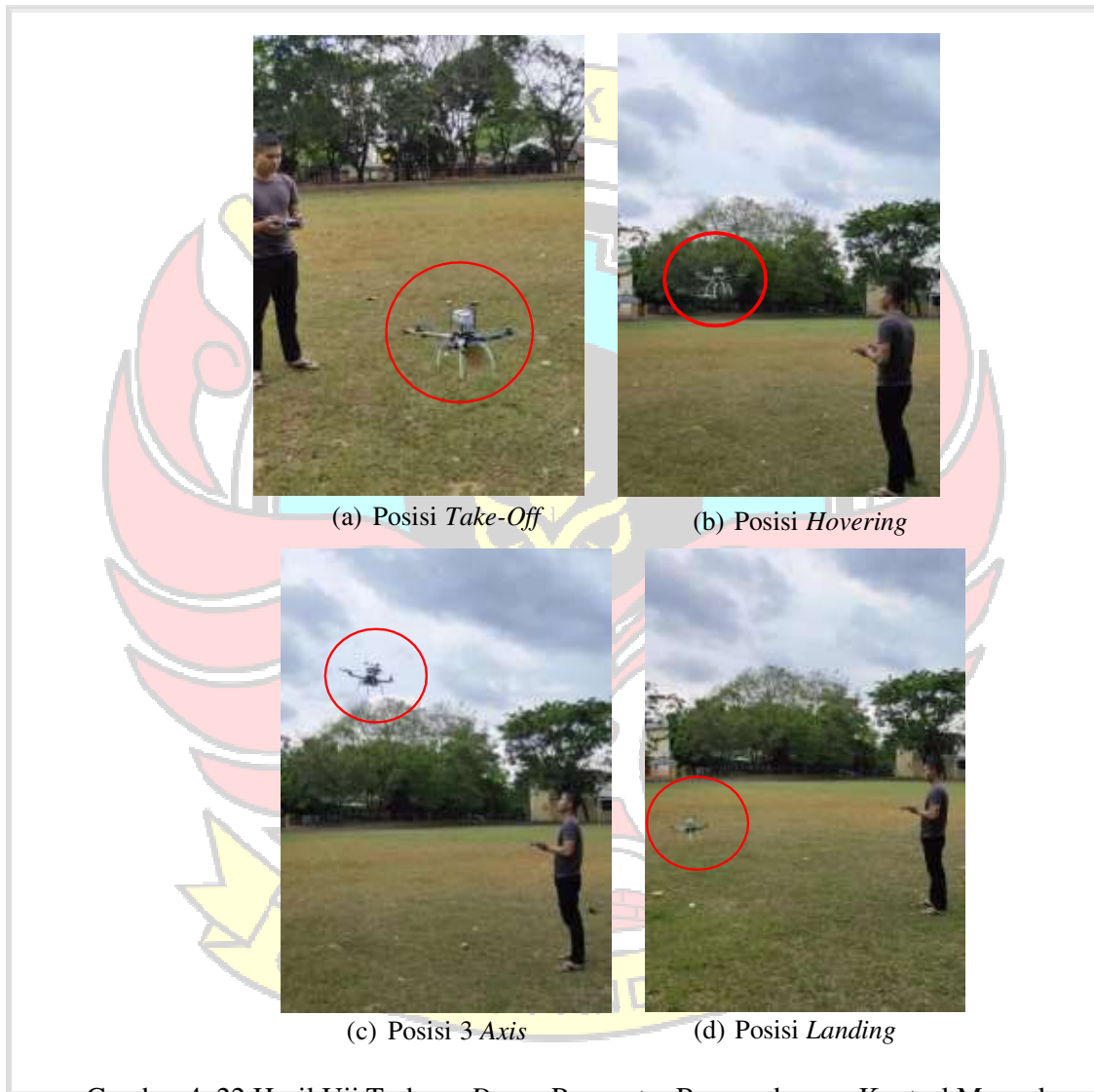


Gambar 4. 21 Pengaturan Letak Pin Servo Mg996r

Pengaturan letak pin servo disesuaikan posisi pemasangan pada *hardware*. Penentuan gerak *servo/relay* disesuaikan dengan nilai terkait dengan spesifikasi *servo* yang digunakan.

4.1.4. Hasil Pengujian Terbang Drone Kontrol Manual

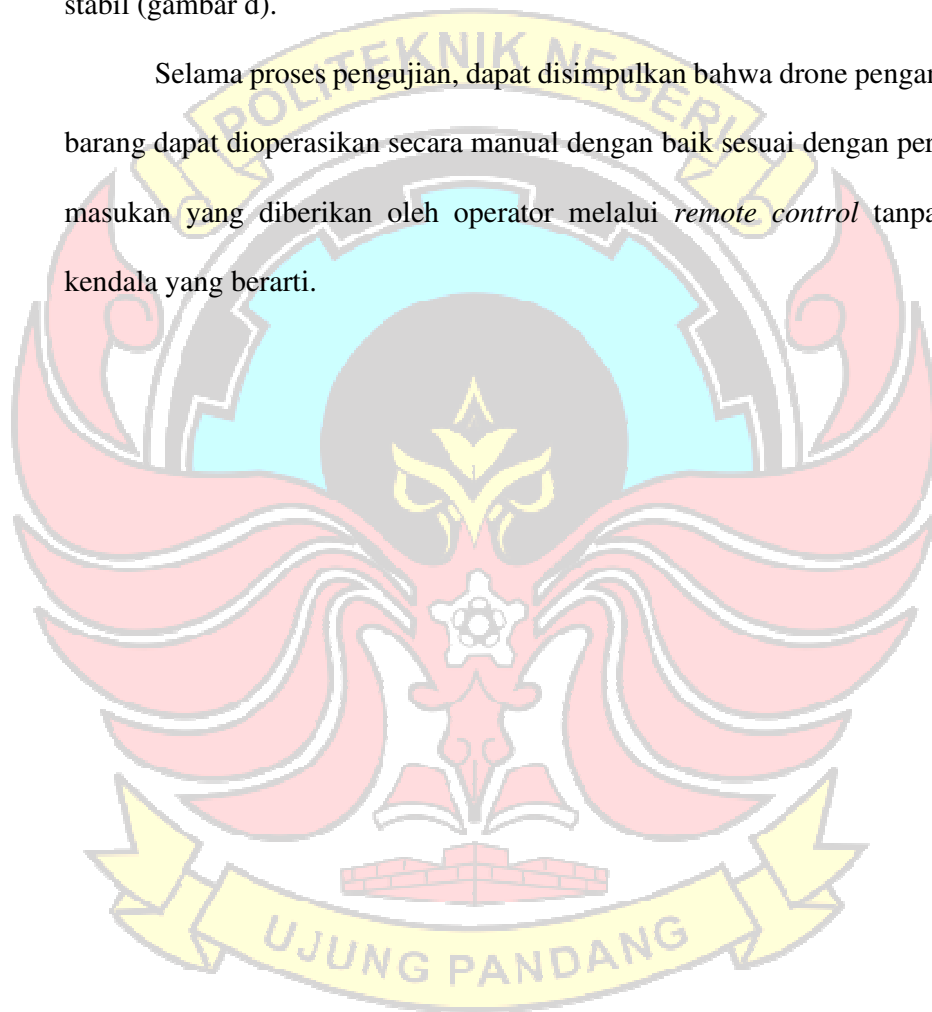
Pengujian terbang pada drone pengantar barang ini dilakukan dengan beberapa tahap, salah satunya yaitu dengan melakukan uji terbang kontrol manual. Pada proses ini dilakukan uji terbang drone hanya menggunakan *remot control* sebagai satu-satunya pengendali pada drone.



Gambar 4. 22 Hasil Uji Terbang *Drone* Pengantar Barang dengan Kontrol Manual

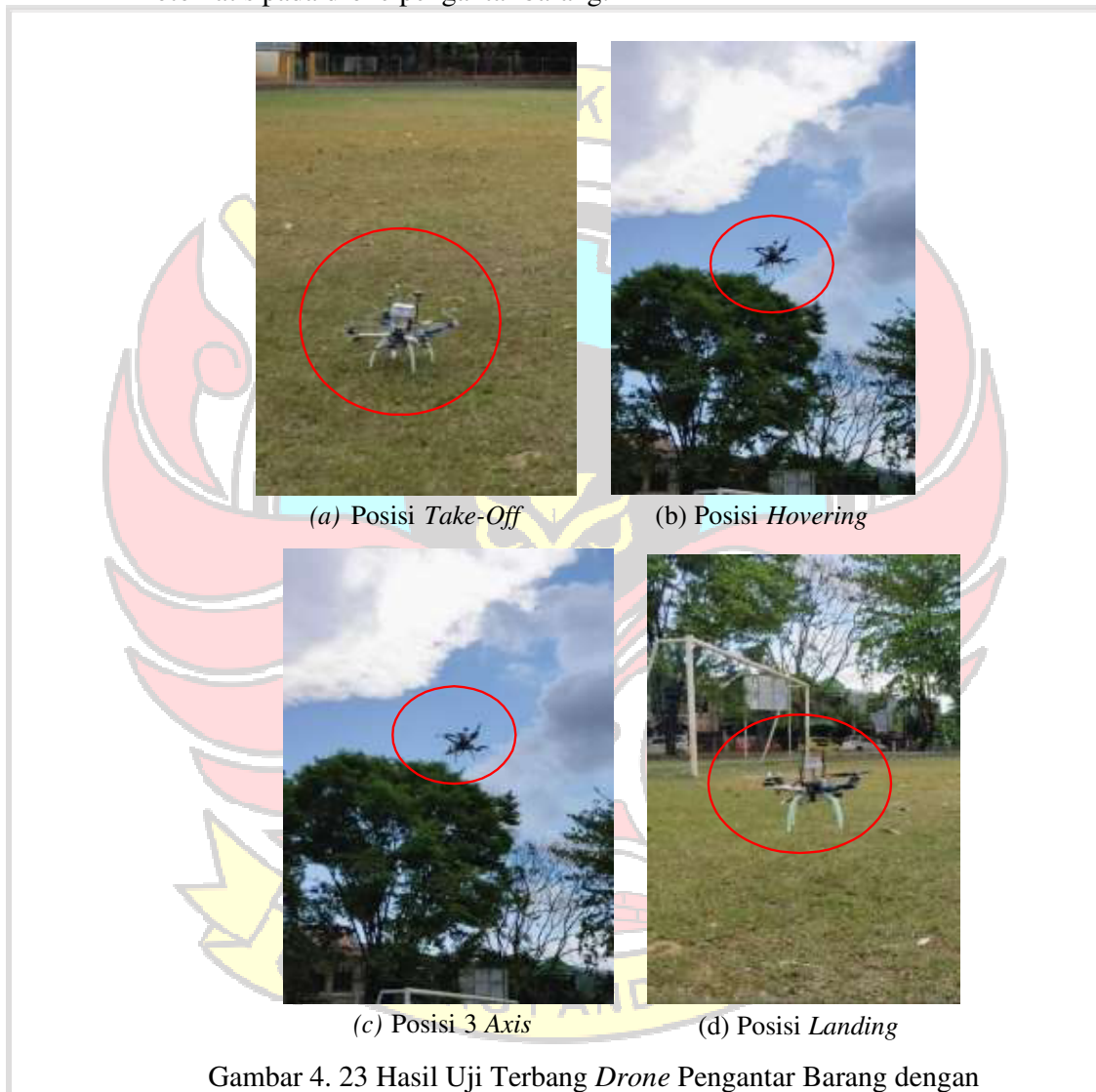
Pada gambar (a) dapat dilihat posisi awal *drone* pengantar barang hingga berhasil melakukan *take-off* menggunakan kontrol manual yang dilakukan oleh operator. Selanjutnya dilakukan pengontrolan manual kembali oleh operator kepada drone hingga mendapatkan posisi *hovering* (gambar b), melakukan *pergerakan 3 axis* sampai dengan melakukan *landing* dengan stabil (gambar d).

Selama proses pengujian, dapat disimpulkan bahwa drone pengangkut barang dapat dioperasikan secara manual dengan baik sesuai dengan perintah masukan yang diberikan oleh operator melalui *remote control* tanpa ada kendala yang berarti.



4.1.5. Hasil Pengujian Terbang Drone Kontrol Otomatis

Pengujian terbang ini dilakukan di lapangan olahraga Perumnas Antang, Kec. Manggala, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Berikut merupakan gambar pada saat proses pengujian terbang dengan kendali otomatis pada drone pengantar barang.



Gambar 4. 23 Hasil Uji Terbang *Drone* Pengantar Barang dengan Kontrol Otomatis.

Pada pengujian terbang dengan menggunakan kontrol otomatis, drone terbang tanpa adanya lagi perintah manual dari operator. Drone kemudian terbang secara stabil sesuai dengan titik jalur (*waypoint*) yang telah ditentukan pada aplikasi *mission planner*. Terlihat pada gambar (a) drone dalam posisi *take-off* secara stabil hingga melayang/*hovering* (gambar b) dengan ketinggian ± 7 meter. Selanjutnya drone bergerak maju sesuai dengan jalur/*waypoint* yang sudah di atur pada *mission planner* (gambar c). Setelah sampai pada titik terakhir yang ditentukan, maka *drone* akan otomatis melakukan pendaratan pada gambar d.

| | Command | Delay | | | Lat | Long | Alt | Frame | Delete | | | Grad | Angle | Dist | AZ |
|---|------------------|-------|------|---|------------|------------|-----|----------|--------|--|--|------|-------|------|----|
| 1 | TAKEOFF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | Relative | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | -5.168172 | 119.492109 | 7 | Relative | X | | | 21.7 | 12.3 | 33.0 | 78 |
| 3 | WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | -5.1681723 | 119.49211 | 2 | Relative | X | | | 43 | 77.1 | 5.1 | 92 |
| 4 | DELAY | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | DO_SET_SERVO | 5 | 1900 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | Relative | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | RETURN_TO_LAUNCH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |

(a) Data perintah uji

Home Location
 Lat -5.168231040
 Long 119.49182421
 ASL 11.77770363

(b) Data Home Location Drone

Gambar 4. 24 Data Hasil Uji Terbang *Drone* Pengantar Barang dengan Kontrol Otomatis

Pada gambar 4.18, terlihat tampilan titik *waypoint* (WP) yang akan dilalui

oleh drone pengantar barang dengan kontrol otomatis. Pada gambar juga dapat dilihat bahwa jalur drone terdiri dari 2 titik *waypoint* dan satu titik *landing* yaitu *home*.

Berikut merupakan tabel hasil uji terbang drone dengan kontrol otomatis:

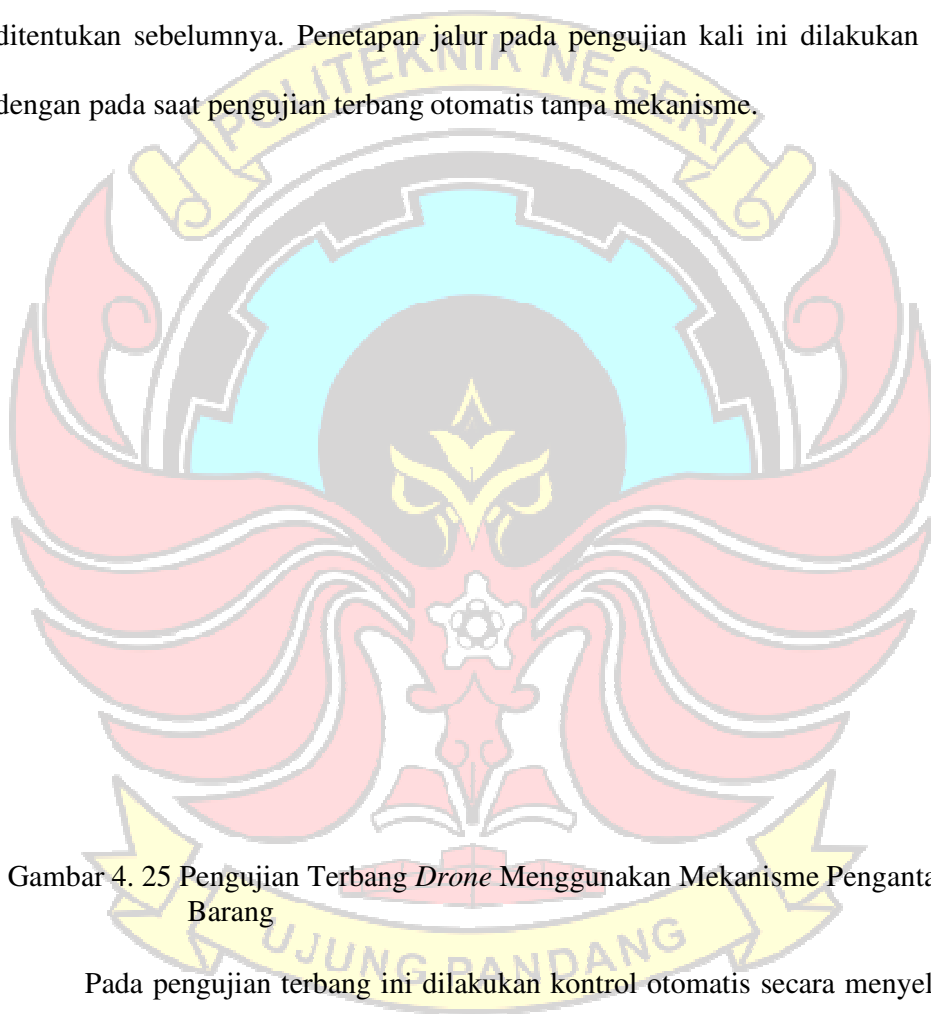
Tabel 4. 1 Hasil Uji Terbang Drone Pengantar Barang dengan Kontrol Otomatis Menggunakan Mission Planner.

| PERINTAH TERBANG | Rencana Misi Terbang | | Hasil Uji Terbang | | |
|------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| | <i>Latitude</i> (DD°) | <i>Longitude</i> (DD°) | <i>Latitude</i> (DD°) | <i>Longitude</i> (DD°) | <i>Altitude</i> (meter) |
| Home (WP#1) | -5.168231040 | 119.49182420 | -5.168231040 | 119.49182420 | 0 |
| WP #2 | -5.168171 | 119.492106 | -5.168172 | 119.492109 | 7 |
| WP #3 | -5.1681721 | 119.49209 | -5.1681723 | 119.49211 | 2 |
| RTH | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |



4.1.6. Hasil Eksperimen Terbang Drone Mode Otomatis dengan Mekanisme Drop Barang

Pada pengujian ini, dilakukan percobaan uji terbang drone secara otomatis dengan tambahan paket pada mekanisme pengangkatnya. Drone terbang menggunakan kendali otomatis dan mengikuti titik jalur (*waypoint*) yang telah ditentukan sebelumnya. Penetapan jalur pada pengujian kali ini dilakukan sama dengan pada saat pengujian terbang otomatis tanpa mekanisme.



Gambar 4. 25 Pengujian Terbang *Drone* Menggunakan Mekanisme Pengantaran Barang

Pada pengujian terbang ini dilakukan kontrol otomatis secara menyeluruh mulai dari proses *take-off*, *hovering*, drop barang/paket hingga *return to home*

(RTH). Pengaturan drop barang secara otomatis dapat di atur langsung melalui *mission planner*.

| | Command | Delay | | | Lat | Long | Alt | Frame | Delete | | | Grad | Angle | Dist. | AZ |
|---|------------------|-------|------|---|------------|------------|-----|----------|--------|--|--|------|-------|-------|----|
| 1 | TAKEOFF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | Relative | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | -5.168172 | 119.452109 | 7 | Relative | X | | | 21.7 | 12.3 | 33.0 | 78 |
| 3 | WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | -5.1681723 | 119.45211 | 2 | Relative | X | | | 43 | -77.1 | 5.1 | 92 |
| 4 | DELAY | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | DO_SET_SERVO | 9 | 1900 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Relative | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | RETURN_TO_LAUNCH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |

Gambar 4. 26 Pengaturan Mekanisme Pengangkat Barang Pada *Drone*

Pada proses ini, mekanisme drop barang pada drone akan mengeksekusi perintah yang diberikan melalui *mission planner* pada saat mencapai titik yang ditentukan yaitu *way point 3*. Jika drone sudah berada pada titik WP 3 serta ketinggian ± 2 meter, maka drone akan membuka capit mekanismenya yang membuat barang/paket terjatuh. Setelah barang terjatuh, drone akan kembali pada ketinggian awal yaitu ± 7 meter pada WP 3 lalu melanjutkan perintah RTH (*Return to Home*).

4.1.7. Hasil Eksperimen Terbang Drone Kontrol Otomatis dengan Sistem Pengantaran Barang berbasis IoT

Pada proses ini, pengujian terbang dilakukan tidak hanya dengan kontrol otomatis, tapi juga dipadukan sistem *Internet of Things* dalam proses penentuan titik tujuannya.



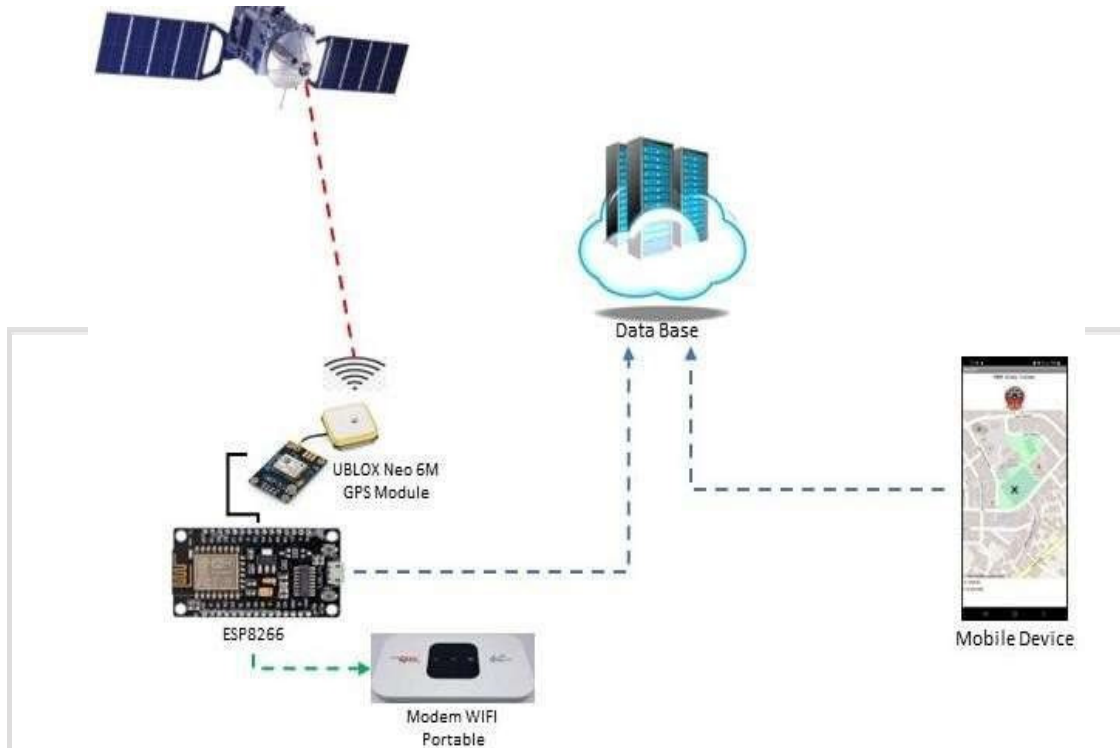
| | Command | Delay | | | | Lat | Long | Alt | Frame | Delete | | | Grid % | Angle | Dist | AZ |
|---|------------------|-------|------|---|---|------------|------------|-----|----------|--------|--|--|--------|-------|------|----|
| 1 | TAKEOFF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | Relative | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | 0 | -5.168172 | 119.492109 | 7 | Relative | X | | | 21.7 | 12.3 | 33.0 | 78 |
| 3 | WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | 0 | -5.1681723 | 119.49211 | 2 | Relative | X | | | -43 | -77.1 | 5.1 | 92 |
| 4 | DELAY | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | DO_SET_SERVO | 9 | 1900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | Relative | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | RETURN_TO_LAUNCH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |

Gambar 4. 28 Penginputan data *latitude* dan *longitude* pada *mission planner*

Dalam proses ini, dilakukan penginputan langsung berupa angka-angka nilai *latitude* dan *longitude* yang didapatkan melalui *link* yang dikirimkan oleh *user*. Setelah nilai dimasukkan akan tampil titik-titik *waypoint* pada layar peta *mission planner* seperti gambar berikut:



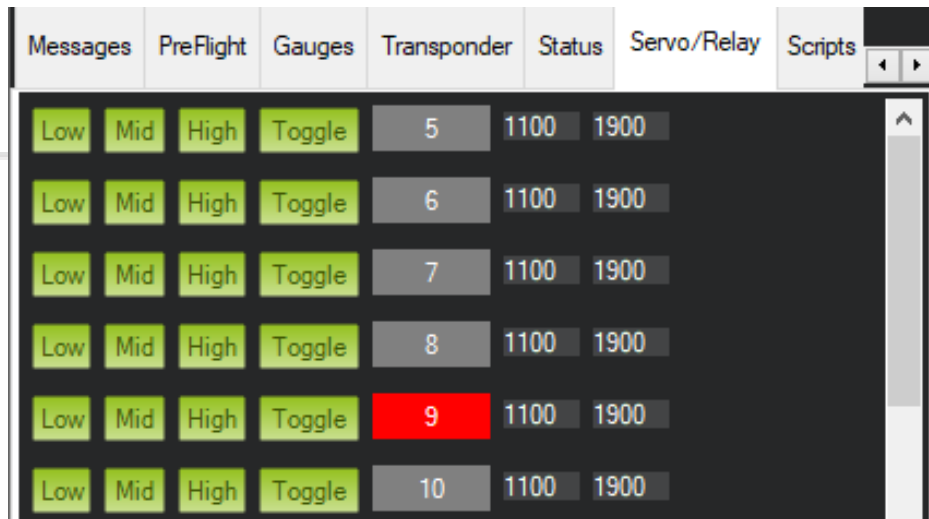
Gambar 4. 29 Jalur Uji Terbang *Drone* Pengantar Barang



Gambar 4. 30 Sistem IoT Drone Pengantar Barang

Tahapan yang dilakukan pada proses ini yaitu inialisasi GPS. GPS melakukan pembacaan koordinat berdasarkan sistem triangulasi satelit. Data hasil pembacaan GPS kemudian dikirim menuju *database* menggunakan koneksi *internet* yang bersumber dari *modem wifi portable*. Data yang dikirim berupa nilai *longitude* (bujur) dan nilai *latitude* (lintang). Setelah data diunggah ke *database*, maka data tersebut dapat di akses menggunakan *mobile device* menggunakan aplikasi PNUP *Drone Tracker*. Data berupa nilai itu kemudian ditransfer ke *user/customer* dalam bentuk *link* aplikasi *drone tracker*. Tahapan selanjutnya adalah *user* melakukan pemantauan pergerakan drone sesuai dengan posisi *waypoint* yang telah ditentukan melalui *drone tracker* yang telah di pasang pada perangkat *user/customer*. Tahapan selanjutnya kemudian dilakukan pengaturan

pelepasan paket/barang pada mekanisme drone saat berada pada *waypoint* yang sesuai menggunakan gerakan *servo*.



Gambar 4. 31 Pin Servo Mekanisme

Gambar 4. 32 Pengaturan data waypoint
 Gambar 4. 33 Pin Servo Mekanisme

| | Command | Delay | | | | Lat | Long | Alt | Frame | Delete | | | Grad | Angle | Dist | AZ |
|---|------------------|-------|------|---|---|------------|------------|-----|----------|--------|--|--|------|-------|------|----|
| 1 | TAKEOFF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | Relative | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | 0 | -5.168172 | 119.492109 | 7 | Relative | X | | | 21.7 | 12.3 | 33.0 | 78 |
| 3 | WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | 0 | -5.1681723 | 119.49211 | 2 | Relative | X | | | -43 | -77.1 | 5.1 | 52 |
| 4 | DELAY | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | DO_SET_SERVO | 5 | 1900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | WAYPOINT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | Relative | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | RETURN_TO_LAUNCH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absolute | X | | | 0 | 0 | 0 | 0 |

Gambar 4. 34 Data Servo Mekanisme Pengangkat Barang

4.2. Pembahasan

4.2.1. Pengujian Terbang dengan Pengaturan *Waypoint*

Pembahasan kali ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan terbang drone mengikuti perintah sesuai data-data yang telah dimasukkan dalam *mission planner*.

Berdasarkan data pada Tabel 4.1 dilakukan penghitungan keakuratan sesuai nilai *latitude* dan *longitude*. Maka dapat diketahui:

$$\text{error latitude} = \left| \frac{\text{Koordinat Hasil Terbang}}{\text{Koordinat Rencana Terbang}} - 1 \right| \times 100\%$$

Berikut merupakan perhitungan keakuratan terbang drone menggunakan rumus di atas:

1) Waypoint 2 (WP #2)

a) *Error Latitude*

$$\text{error latitude} = \left| \frac{-5.168172}{-5.168171} - 1 \right| \times 100\%$$

$$\text{error latitude} = |-0,999 - 1| \times 100\%$$

$$\text{error latitude} = 0 \times 100\%$$

$$\text{error latitude} = 0 \%$$

b) *Error Longitude*

$$\text{error longitude} = \left| \frac{119.492109}{119.492106} - 1 \right| \times 100\%$$

$$\text{error longitude} = |-0,999 - 1| \times 100\%$$

$$\text{error longitude} = 0 \times 100\%$$

$$\text{error longitude} = 0 \%$$

2) Waypoint 3 (WP #3)

a) *Error Latitude*

$$\text{error latitude} = \left| \frac{-5.1681723}{-5.1681721} - 1 \right| \times 100\%$$

$$\text{error latitude} = |-0,999 - 1| \times 100\%$$

$$\text{error latitude} = 0 \times 100\%$$

$$\text{error latitude} = 0 \%$$

b) *Error Longitude*

$$\text{error longitude} = \left| \frac{119.49211}{119.49209} - 1 \right| \times 100\%$$

$$\text{error longitude} = |-0,999 - 1| \times 100\%$$

$$\text{error longitude} = 0 \times 100\%$$

$$\text{error longitude} = 0 \%$$

Setelah melakukan perhitungan nilai *error latitude* dan *error longitude*, dapat dihasilkan data sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Nilai *error* Uji Terbang *Drone* PengantarBarang dengan Kontrol Otomatis Berbasis IoT

| PERINTAH TERBANG | Rencana Misi Terbang | | Hasil Uji Terbang | | Error (%) | |
|------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------|-------------|
| | <i>Latitude</i> (DD°) | <i>Longitude</i> (DD°) | <i>Latitude</i> (DD°) | <i>Longitude</i> (DD°) | <i>Lat</i> | <i>Long</i> |
| WP #2 | -5.168171 | 119.492106 | -5.168172 | 119.492109 | 0 | 0 |
| WP #3 | -5.1681721 | 119.49209 | -5.1681723 | 119.49211 | 0 | 0 |

Berdasarkan Tabel 4.2, dapat disimpulkan bahwa nilai error sebesar 0%

pada tiap koordinat menandakan bahwa drone pengantar barang ini mampu

menyelesaikan misi secara otomatis dengan sistem IoT sesuai dengan perintah-perintah yang diberikan pada *mission planner* dengan aman dan stabil.

4.2.2. Pengujian Mekanisme Drop Barang dengan Kontrol Otomatis

Berbasis IoT

Setelah melakukan pengujian terbang drone pengantar barang menggunakan kontrol otomatis berbasis IoT, maka dapat dihasilkan sebuah data sebagai berikut

Tabel 4. 3 Hasil Eksperimen *Drone* Pengantar Barang dengan Kendali Otomatis dengan Mekanisme *Drop* Barang

| NO | Ketinggian Terbang Drone [m] | Jarak Pengiriman Barang [m] | Beban Barang/ Paket [gr] | Hasil | Waktu [min][s] | Tegangan input [v] |
|----|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|---|----------------|--------------------|
| 1 | 7 | 20 | 175 | Pengiriman Sesuai Titik yang Ditentukan | 2'05" | 14.8 |
| 2 | 7 | 25 | 175 | Pengiriman Sesuai Titik yang Ditentukan | 2'35" | 14.8 |
| 3 | 7 | 30 | 150 | Pengiriman Sesuai Titik yang Ditentukan | 3'35" | 14.8 |
| 4 | 7 | 35 | 125 | Pengiriman Sesuai Titik yang Ditentukan | 3'55" | 14.8 |
| 5 | 7 | 40 | 125 | Pengiriman Sesuai Titik yang Ditentukan | 4'40" | 14.8 |

Berdasarkan Tabel 4.3, dapat dilihat bahwa ketinggian terbang drone adalah tetap di 7 meter dengan jarak pengiriman berkisar 20-40 meter dengan membawa beban paket/barang seberat 125-175 gr dengan waktu terbang selama 2-5 menit. Adapun tegangan input yang diterima baterai drone adalah 14.8 V.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengujian drone berbasis IoT untuk pengantaran barang secara otomatis mampu diterapkan dengan menggunakan Pixhawk sebagai pengendali utama yang terintegrasi langsung dengan *mission planner* sebagai wadah pemasukan perintah.
2. Drone ini mampu melaksanakan perintah pengiriman barang dengan menerapkan sistem IoT sesuai dengan koordinat *waypoint* yang diberikan dengan kendali otomatis.
3. Dalam pelaksanaan uji terbang Drone mampu mengangkat beban seberat 100gr dengan ketinggian 7 meter sepanjang jalur *waypoint* sejauh 20-40 meter tanpa adanya kendala terhadap performa terbang serta fungsi komponen-komponen lainnya.
4. Drone mampu melaksanakan misi terbang mengikuti *waypoint* yang diberikan dengan tingkat akurasi tinggi ditandai dengan nilai *error latitude* dan *longitude* yang berkisar di nilai 0%

5.2.Saran

Pengembangan Penerapan Drone Berbasis Internet of Things Untuk Pengantaran Barang Secara Otomatis ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu diberikan saran untuk penelitian lanjutan sebagai berikut:

1. Disarankan untuk melakukan pengembangan pada rancangan mekanik terkhusus pada penggunaan *frame* serta *landing gear* agar kapasitas beban yang mampu di angkat bisa meningkat tanpa mengganggu performa terbang drone.
2. Disarankan untuk menggunakan telemetri yang jangkauannya lebih panjang
3. Disarankan untuk penelitian lanjutan dapat membuat sistem terpadu terhadap sistem pengiriman barang (*pixhawk*) serta sistem *tracking* jalur (*node MCU*) saat melakukan misi terbang.
4. Disarankan penelitian lanjutan dapat mengganti penggunaan wifi portable menjadi *wifi arduino* untuk memperkecil serta mengefisienkan beban yang diterima oleh drone yang nantinya akan dialokasikan untuk pengangkatan barang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, F., Salsabil, S. 2019. Internet Of Things: Sejarah Teknologi Dan Penerapannya. In E-Journal STTMANDALA. Vol 14 No 2: Jurnal Isu Teknologi.
- Aji, Hadi & Tika. 2018. Rancang Bangun Dan Implementasi Sistem Kendali Quadcopter Melalui Jaringan Internet Berbasis Lokasi Menggunakan Smartphone Android. Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO) 2018. Bandung, Indonesia, 10-11 Desember 2018.
- Aprilian, E. (2017). Pengembangan Sistem Pendaratan Otomatis Pada Pesawat Tanpa Awak
- Blue Power Technology. 2020. Kenali apa itu IoT. <https://ofis.bluepowertechnology.com/blog-detail/kenali-apa-itu-internet-of-things-cara-kerja-manfaatnya> [online]. Diakses Tanggal 18 Februari 2022.
- Budi Utomo. 2017. Drone Untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah. In ISSN 0216-8138 MKG Vol 18, No.2, Desember (146-155) FHIS UNDIKSHA dan IGI.
- Hardiyanti & Aqram. 2021. Drone untuk Pemetaan Lahan Desa. Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Kurnia, Suprianto & Meizinta. 2018. Rancang Bangun Dan Implementasi Sistem Kendali Quadcopter Melalui Jaringan Internet Berbasis Lokasi Menggunakan Smartphone Android. Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO) 2018 Bandung, Indonesia, 10-11 Desember 2018.
- Mulyawan, H., Samsono, M., Setiawardhana. 2011. Identifikasi Dan Tracking Objek Berbasis Image Processing Secara Real Time. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya Kampus PENS-ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya.
- TEKNO PLUG <https://www.teknoplug.com/2019/04/urutan-cara-kerja-drone-cara-menerbangkan-drone>
- Yudha Yudhanto. 2015. Apa itu IOT (Internet Of Things)? <http://www.ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2015/05/apa-itu-iot-internet-of-things.pdf> [online]. Diakses Tanggal 18 Februari 2022.

LAMPIRAN

Lampiran. 1 Spesifikasi Drone Pengantar Barang

Proses Pengoperasian Drone

1. Melakukan pemasangan propeller pada motor brushless.
2. Menghubungkan baterai dengan rangkaian drone
3. Mengaktifkan *remote controller*.
4. Membuka *software Mission Planner* pada laptop dan menghubungkannya dengan *flight controller* melalui *telemetry*, untuk mengatur waypoint yang hendak dilintasi oleh drone dan menerima data terbang drone.



Tampilan Software Mission Planner setelah Mengatur Waypoint

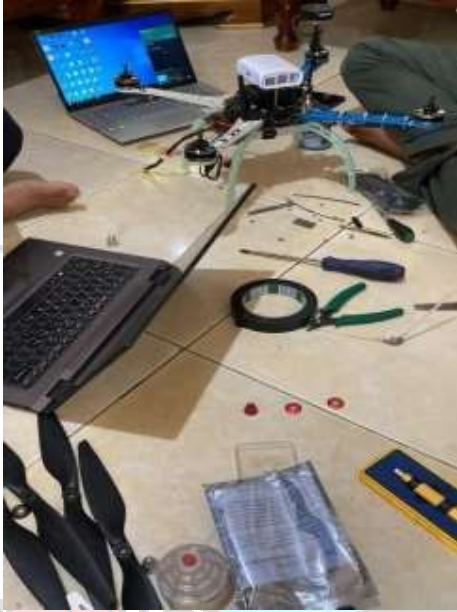
5. Melakukan Pemasangan Barang/Paket pada mekanisme *drop* barang drone.
6. Melakukan *arming* motor untuk mengaktifkan motor drone, dengan cara menggerakkan tuas kiri dan kanan seperti gambar di bawah.



Arah Gerakan *Throttle* Kiri dan Kanan *Remote Controller*

7. Setelah itu drone siap diterbangkan, dengan menggerakkan tuas kiri ke atas (*throttle up*), maka drone akan terbang.
8. Pada saat ketinggian terbang drone sudah mencapai 7 meter. Ganti *mode* terbang drone dari manual (*mode stabilize*) menjadi *mode (loiter)*, dimana drone terbang dengan mempertahankan ketinggian dan posisinya saat terbang dengan memanfaatkan GPS.
9. Selanjutnya pilot drone sudah dapat mengganti *mode* terbang menjadi *mode auto*, dimana drone akan terbang melintasi *waypoint* yang telah dibuat sebelumnya.
10. Drone melakukan misi terbang.
11. Saat drone selesai mengerjakan misi, drone kembali ke *home* dan melakukan pendaratan secara otomatis.
12. Saat drone sudah mendarat sempurna, non-aktifkan *remote control* lalu lepaskan hubungan antara baterai dan rangkaian elektronik pada drone.

Lampiran. 2 Gambar Proses Penelitian



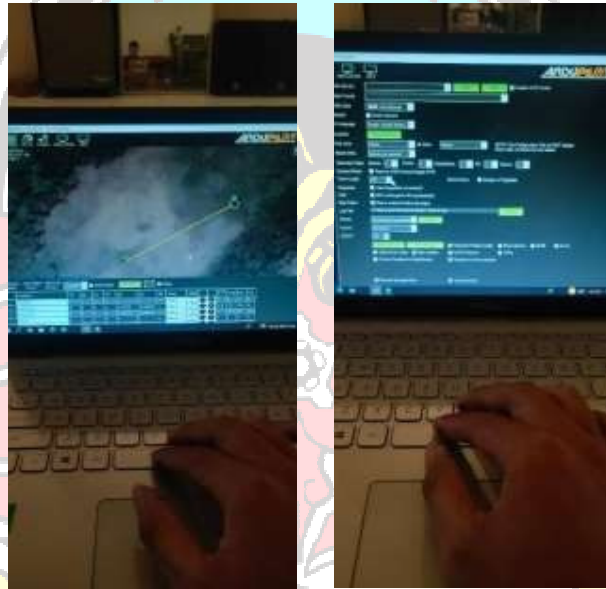
Perancangan Mekanik *Drone*



Troubleshooting Komponen Elektornik *Drone*



Proses Menghubungkan *Drone* dengan *Software Mission Planner*



Pengaturan Data-Data *Command* pada *Waypoint*



Persiapan Terbang *Drone*



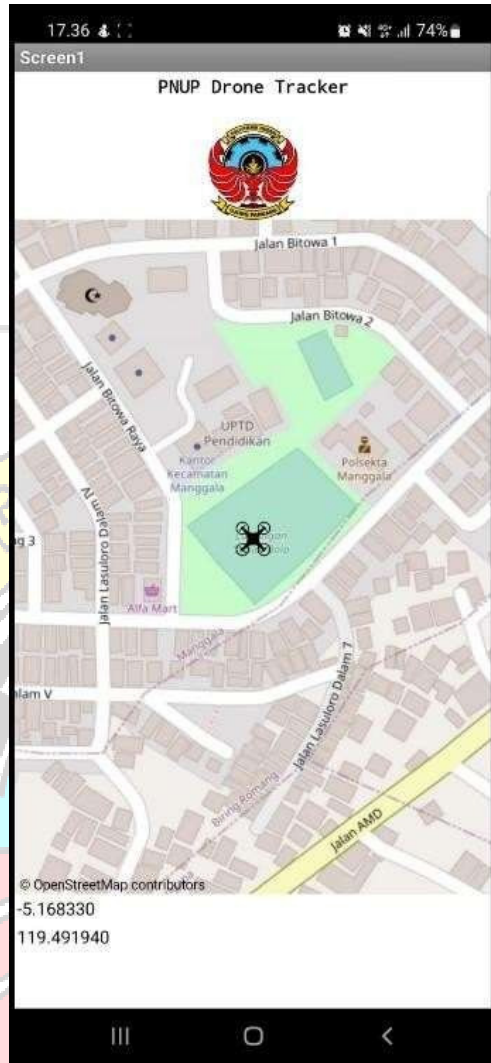
Proses Terbang *Drone*



Proses Pengujian Mekanisme Pengangkat Barang



Proses Pengujian Mekanisme Pengangkat Barang dan Mekanisme *Drop* Barang



PNUP Drone Tracker

UJUNG PANDANG

Lampiran. 3 Lampiran 3 Spesifikasi Komponen

1) Flight Controller (Pixhawk)



Specifications:

- Processor
 - 32-bit ARM Cortex M4 core with FPU
 - 168 Mhz/256 KB RAM/2 MB Flash
 - 32-bit failsafe co-processor
- Interfaces
 - 5x UART serial ports, 1 high-power capable, 2 with HW flow control
 - Spektrum DSM/DSM2/DSM-X Satellite input
 - Futaba S.BUS input (output not yet implemented)
 - PPM sum signal
 - RSSI (PWM or voltage) input
 - I2C, SPI, 2x CAN, USB
 - 3.3V and 6.6V ADC inputs
- Dimensions
 - Weight 38 g (1.3 oz)
 - Width 50 mm (2.0")

- Height 15.5 mm (.6")
- Length 81.5 mm (3.2")

2) GPS Module



Specification:

- GPS decoder chip : Radiolink M8N GPS, with u-blox UBX-M8030(M8), 72-channel, MMIC BGA715L7 from Infineon
- Geomagnetic : HMC5983 from Honeywell
- Antenna antenna : 2.5dbI high gain and selectivity ceramic antenna
- Power amplify IC : MMIC BGA715L7 from Infineon
- Double Filter : SAWF (Surface acoustic wave filter) form Murata
- Velocity precision : 0.1m/s
- Max height : 50000m
- Max speed : 515m/s
- Max acceleration : 4G
- Max update rate : up to 18Hz
- Size : 49x43x16mm

- Weight : 34.9g
- Antenna : 300mm
- Connect to PIX : 4pin connect to I2C, 6pin connect to GPS

3) Battery Li-Po (Gens Ace 5000mah 4s 45c)



Specifications:

- Battery Capacity : 5000mah
- Voltage : 16V / 45S / 4 Cell
- Continuous Discharge : 45C
- Burst Discharge : 90C (520A)
- Weight : 480g
- Dimensions : 154mm x 46mm x 30mm

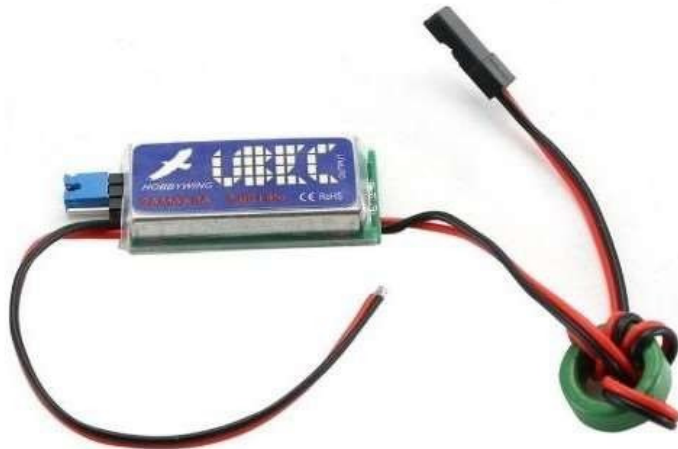
4) Pixhawk Power Module



Specifications:

- Input voltage : 6~30V (2~8S)
- Output voltage : 5.3V 0.1V
- Maximum output current : 3A
- Maximum current : 90A
- Maximum voltage : 30V
- Dimensions : 25mm x 21mm x 9mm
- 6P cable can be directly connected to APM/Pixhawk flight control
- Additional 4P rows of pin-free to wire/PIN to connect to another flight control

5) 3A-UBEC



Specifications:

- Item : 3A-UBEC
- Output Voltage : 5V or 6V
- Continuous output current : 3 Amps
- Input : 5.5V-26V (2-6 cells)
- Size : 42mm (L) * 24mm (W) * 11mm (H)

6) Servo (TOWERPRO MG996R)



Specifications:

- Weight : 55 g
- Dimension : 40.7 x 19.7 x 42.9 mm approx.
- Stall torque : 9.4 kgfcm (4.8 V), 11 kgfcm (6 V)
- Degree : max 120
- Operating speed : 0.17 s/60 (4.8 V), 0.14 s/60 (6 V)
- Operating voltage : 4.8 V -- 7.2 V
- Running Current : 900 mA (6V)
- Stall Current : 2.5 A (6V)
- Temperature range : 0C - 55C
- Analog Modulation

7) Mg995 Switch Releaseer Digital Servo Aolly Airdrop



Specifications:

- Material : large torque, high precision.
- Assembly : Fit for MG995
- light weight : Ultra high strength, light weight
- Power : Via External Adapter or receiver
- Operating Speed : 0.13sec / 60 degrees (6.0 V discharged)
- Operation Voltage : 4.8-7.2 Volt
- Gear Type : Metal Gears
- Size : 80*40*40mm
- Material : metal

8) Radio Controller (RC FLYSKY FS-I6)



Specification:

- Bandwidth (KHz) : 500.
- b. RFRange (GHz) : 2.40 ~ 2.48.
- No. of channels : 6.
- Remote controller weight (gm) :400.
- Power : 6V (1.5V AA*4).
- Antenna Length : 26mm * 2 (dual antenna).
- Transmitting Power : $\leq 20\text{dBm}$.
- RF Receiver Sensitivity : -105dbm .

9) Electronic Speed Control (Spider)



Specification:

- Continuous Current :30A
- Burst Current(10s) :40A
- Battery :5-18NC/2-6 Lipo
- Max Power :380W
- Length :47mm
- Width :20mm
- Height :8mm
- Weight :24g

10) Motor Brushless DC (T-Motor MT3506-25 KV650)



Specifications:

- KV 650
- Configuration : 12N14P
- Stator Diameter : 35mm
- Stator Length : 6mm
- Shaft Diameter : 4mm
- Motor Dimensions(Dia.*Len) : 41.523.2mm
- Weight (g) : 70g
- Idle current(10v)(A) : 0.2A
- No.of Cells(Lipo) : 3-4S
- Max Continuous Current(A)180S : 14.5A
- Max Continuous Power(W)180S : 260W
- Max. Efficiency Current : (4-9A)>84%
- Internal Resistance : 155m

11) HQProp 12X4.5 Multirotor Propeller



Specifications:

- Material : Carbon Composite
- Size : 12 Inch Diameter
- Pitch : 4.5 Inch
- Color : Black
- Rotation : Anti-Clockwise



12) Telemetri 433mhz (3DR Radio Telemetry 433MHZ Module)



Specifications:

- Item Name : 3DR Radio Telemetry Module
- Band : 433MHz
- Antenna connectors : RP-SMA connector
- Output Power between 1- 20dBm : 100mW (20dBm), adjust
- Sensitivity : -117dBm sensitivity
- Interface : Standard TTL UART
- Connection status : LED indicators

13) NodeMCU ESP8266 ESP-12E Board CP2102



Specifications:

- Uses CH340G instead of CP2102.
- Interface voltage: 3.3V.
- WiFi at 2.4GHz, support WPA / WPA2 security mode
- Support STA/AP/STA + AP three operating modes
- Built-in TCP/IP protocol stack to support multiple TCP Client connections (5 MAX)
- D0 ~ D8, SD1 ~ SD3: used as GPIO, PWM, IIC, etc., port driver capability 15Ma
- AD0: 1 channel ADC
- Power input: 4.5V ~ 9V (10VMAX), USB-powered
- Current: continuous transmission: 70mA (200mA MAX), Standby: 200uA
- Flash size: 4MByte

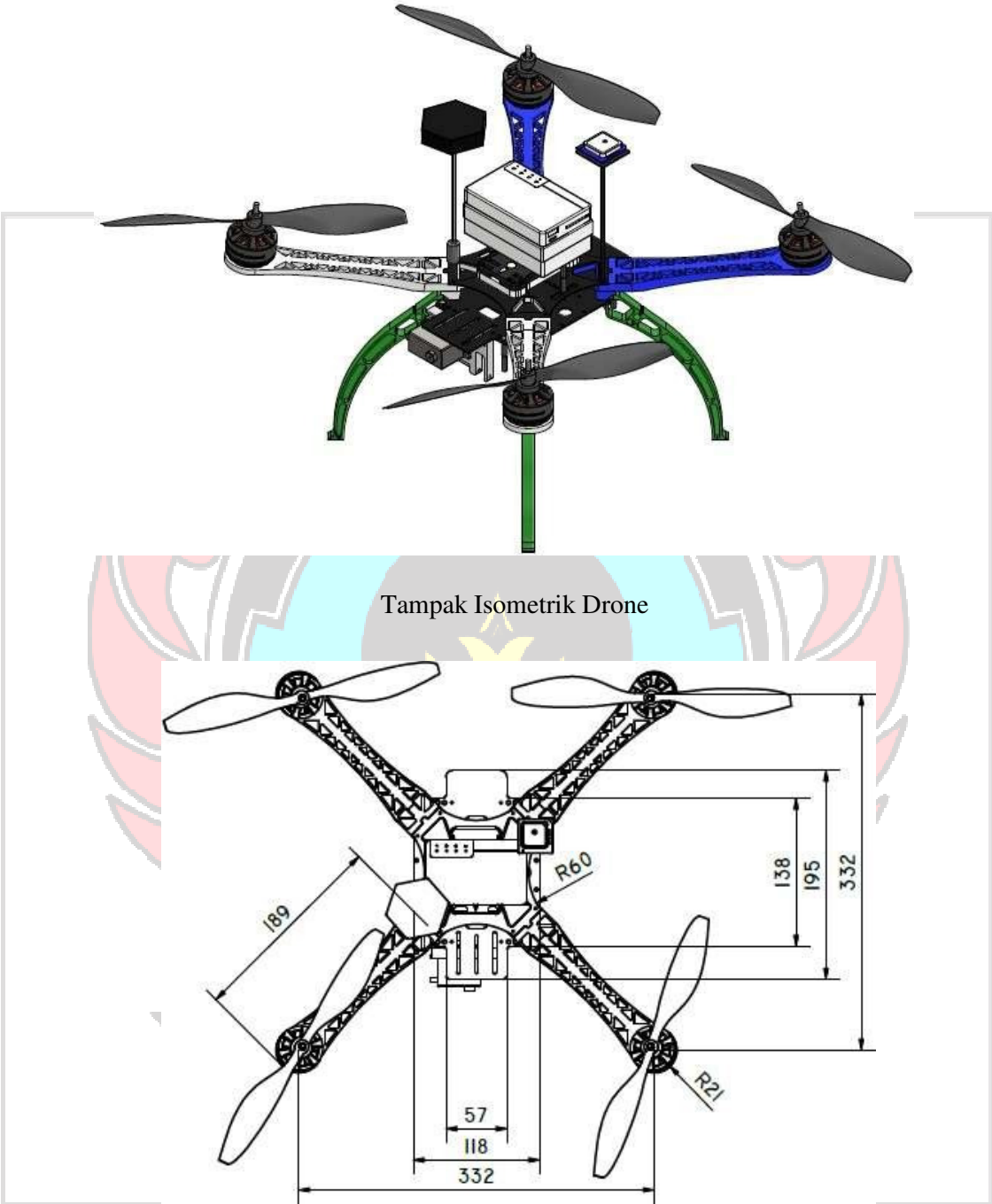
14) GPS u-blox M8



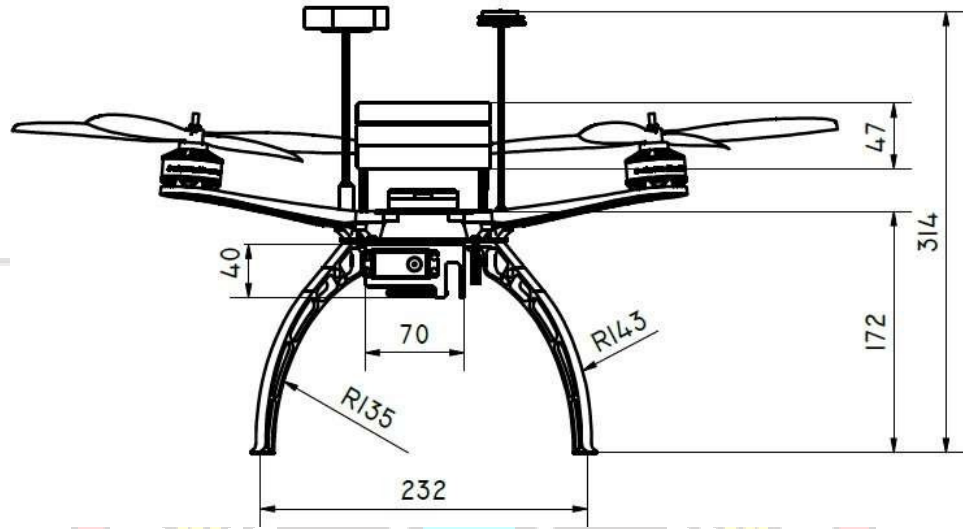
Specifications:

- Power supply: 1.65 V 3.6
- Nav. update rate Single GNSS: up to 10 Hz, 2 Concurrent GNSS: up to 5 Hz
- Position accuracy 2.0 m CEP
- Acquisition Cold starts: 26 s
- Aided starts: 2 s
- Re-acquisition: 1 s
- Sensitivity Tracking & Nav: 167 dBm
- Cold starts: 148 dBm
- Hot starts: 157 dBm
- Assistance AssistNow GNSS Online
- AssistNow GNSS Offline (up to 35 days)
- RTC crystal Built-In
- Anti jamming Active CW detection and removal. Extra

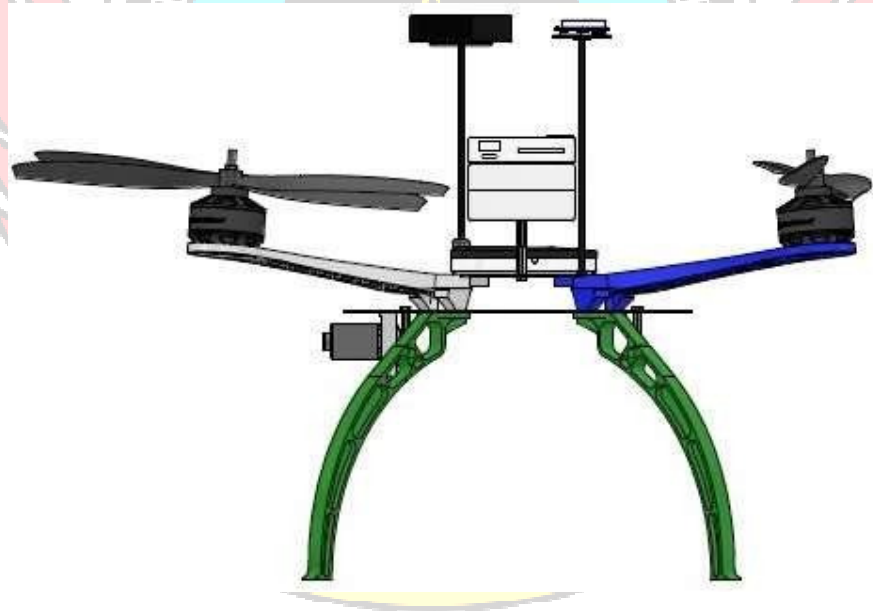
Lampiran. 4 Desain Gambar Mekanik Drone



Dimensi Tampak Atas Drone



Dimensi Tampak Depan Drone



Tampak Samping Drone

Lampiran. 5 Biodata Penulis

Penulis 1.



Kadek Panji Dwiyantara Yasa. Lahir di Sungguminasa pada tanggal 02 Februari 2000 dari ayah Nyoman Sirya Yasa dan ibu Lusiana Turupadang. Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara. Tahun 2012 penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SD Inpres Lambengi. Pada tahun itu juga penulis melanjutkan Pendidikan di SMPN 1 Sungguminasa dan tamat pada tahun 2015. Kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 2 Makassar dan lulus pada tahun 2018. Pada tahun 2018 penulis diterima sebagai Taruna Politeknik Penerbangan Makassar,

Jurusan Teknik Navigasi Udara di Politeknik Penerbangan Makassar. Penulis pernah mengikuti On The Job Training Kantor Airnav Cabang Denpasar Bali pada tahun 2020.

Penulis 2.



Andi Ajeng Fadilah B. Lahir di Ujung pandang pada tanggal 21 April 1999 dari ayah Dr H Andi Burhaman SH dan ibu Hj Erny Burhaman. Penulis adalah anak keempat dari 5 bersaudara. Tahun 2011 penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SD ujung tanah. Pada tahun itu juga penulis melanjutkan Pendidikan di SMPN 7 Makassar dan tamat pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 16 Makassar dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2018 penulis diterima sebagai Taruna Politeknik Penerbangan Makassar, Jurusan Teknik Navigasi Udara di Politeknik Penerbangan

Makassar. Penulis pernah mengikuti On The Job Training Kantor Airnav Cabang Makassar pada tahun 2020.