

Rancang Bangun Sistem Pengiriman Paket Penerobos Kemacetan Berbasis Teknologi Drone

Handy M Irawan^{*1*2} dan Agus Sofwan,^{*1},

¹Institut Sains Dan Teknologi Nasional,
Program Studi Teknik Elektro, Elektronika dan Kendali FAK-PASCASARJANA
Jalan Moh. Kahfi II Srengseng Sawah Jagakarsa Jakarta Selatan 12640 Jakarta,
Indonesia

²LKP TEKNOLOGI CIREBON, JL.KAMPUNG MELATI 6A, KESAMBI CIREBON
e-mail: handymarliyanto@gmail.com, asofwan8@gmail.com

Abstrak

Sistem pengiriman paket di Indonesia terkhusus di kota kota besar saat ini kurang efisien dalam hal kecepatan pengiriman dan tidak ramah lingkungan, selain itu kondisi kemacetan lalu lintas menjadi hal yang paling signifikan, Oleh karena itu pada penelitian ini dibuat lah sebuah drone sebagai alat pengiriman paket melalui udara sebagai penerobos kemacetan, yang dapat mengangkat sebuah paket atau dokumen dengan berat 1000 gram yang akan lebih cepat sampai ke tempat tujuan dibanding menggunakan pengiriman paket menggunakan kendaraan bermotor melalui jalur darat. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan (developmental research method) untuk merancang bangun suatu drone yang sesuai dengan spesifikasi tertentu, maka dilakukan tahapan tahapan sebagai berikut: mengumpulkan data dan informasi, menentukan desain frame, menentukan spesifikasi hardware, merakit seluruh hardware, wiring perlengkapan elektrik, mensetting software mission planner, uji coba terbang tanpa beban, uji coba terbang dengan beban tertentu, mengumpulkan data hasil pengujian. Sedangkan untuk sistem komunikasi kontrolnya menggunakan sebuah telemetri yang terhubung secara real time antara perlengkapan ground system dengan perlengkapan yang ada di udara atau air systemnya. Dari hasil pengujian didapatkan drone yang dapat bekerja dengan baik. Hal tersebut dibuktikan dengan melihat data hasil percobaan untuk pengujian ketahanan terbang, pengujian kecepatan terbang hingga pengujian terbang dengan beban tertentu data pengujian terbang dengan jangkauan tertentu,

Kata kunci : Teknologi Drone , Telemetri , Kemacetan, Sistem Pengiriman,

Abstract

Package delivery systems in Indonesia, especially in big cities, are currently less efficient in terms of delivery speed and are not environmentally friendly, besides that traffic congestion conditions are the most significant thing, therefore in this study a drone was made as a package delivery tool by air as a breakthrough of traffic jam that can lift a package or document with a 1000 gram weight that will get to the destination faster than using package delivery using motorized vehicles by land. This research uses a developmental research method to design a drone that is in accordance with certain specifications, then the following stages are carried out: collecting data and information, determining frame design, determining hardware specifications, assembling all hardware, wiring electrical equipment, setting up mission planner software, flight tests without loads, flight tests with certain loads, collecting test data. As for the control communication system, it uses a telemetry that is connected in real time between the ground system equipment and the equipment in the air or air system. From the test results obtained drones that can work well. This is evidenced by looking at the experimental data for flight endurance testing, flight speed testing to flight testing with certain loads of flight testing data with a certain range,

Keywords: Drone technology, Telemetry, traffic jam, Delivery system.

1. Pendahuluan

Salah satu teknologi peralatan perang saat ini adalah Penggunaan Pesawat Terbang Tanpa Awak (PTTA) yang dikembangkan untuk keperluan militer.[1]

Permanfaatan teknologi pada drone semakin berkembang tidak hanya untuk kepentingan militer namun dapat digunakan untuk kepentingan lain salah satunya pengiriman barang. Proses pengiriman barang dari satu tempat ke tempat lainnya masih dilakukan dengan cara konvensional dengan menggunakan tenaga manusia, maka semakin jauh jarak perpindahan barang dari satu tempat ke tempat lainnya membutuhkan waktu yang lebih lama. Hal ini menjadi kurang efektif mengingat keterbatasan kemampuan manusia dalam memindahkan barang dan keterbatasan waktu manusia dalam bekerja.[2]

Pada awal Tahun 2019, JD.com bersama JD.ID berhasil melakukan uji coba pengiriman barang menggunakan pesawat udara tanpa awak (drone) di Indonesia untuk layanan logistik yang lebih maju, hal ini merupakan isu yang penting dalam pengiriman barang yang lebih efisien. Pesawat udara kecil tanpa awak (small drone) cocok digunakan untuk mengirim barang pada kawasan kota sibuk dengan banyaknya populasi dan kebutuhan, karena dapat dimanfaatkan untuk mengangkut barang e-commerce (ukuran kecil), obat-obatan dan barang lainnya yang mendesak sehingga membutuhkan waktu yang cepat dalam proses pengiriman. [3]

Dalam menghadapi berbagai permasalahan distribusi saat ini, seperti kemacetan, infrastruktur, bencana alam, dan waktu tempuh, kami mengajukan suatu solusi alternatif dalam menyelesaikan masalah ini. Solusi tersebut yaitu suatu drone yang mampu melakukan distribusi kebutuhan kesehatan tanpa hambatan berdasarkan letak koordinat lokasi yang diberikan. [4]

Pada penelitian ini penulis akan memfokuskan rancang bangun drone multirotor sebagai kurir pengantar paket yang mempunyai spesifikasi tertentu yaitu

payload 1000 gram dengan jarak tempuh terbang sejauh 6000 meter dan mempunyai sistem pengaman RTH (Return To Home) saat lost signal atau komunikasi kontrol terputus.

Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk membahas bagaimana merancang suatu drone yang dapat bertindak sebagai kurir yang dapat mengangkat sebuah paket atau payload dengan berat tertentu dan dapat membawa untuk mengantarkan paket tersebut dengan jangkauan terbang tertentu.

Kemacetan jalan raya di Indonesia merupakan masalah yang cukup serius, yang dapat menyebabkan kerugian waktu, biaya, dan produktivitas. Ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti jumlah kendaraan yang tinggi, infrastruktur jalan yang tidak memadai, sistem transportasi umum yang tidak efisien, dan masalah pengaturan lalu lintas. Kemacetan jalan raya juga dapat menyebabkan tingginya tingkat polusi udara dan pencemaran suara. Penyebab utama yang menyebabkan kemacetan lalu lintas adalah tingginya jumlah kendaraan yang disebabkan oleh populasi dan perkembangan ekonomi. [5]

Penggunaan drone sebagai kurir terbang di negara lain sudah diterapkan sejak beberapa tahun yang lalu tentunya dengan penerapan secara legal dari pemerintah setempat dan dengan support system yang lengkap terutama pada hal keselamatannya. Dengan melihat kondisi jalur lalu lintas darat terutama di kota-kota besar ibukota, kurir dapat mengalami kendala saat mengantar paket di kota besar karena kemacetan jalan raya. Kecepatan perjalanan yang lambat dapat menyebabkan keterlambatan pengiriman dan membuat kurir kesulitan untuk sampai ke tujuan tepat waktu. Selain itu, keramaian jalan raya juga dapat menyebabkan kesulitan untuk menemukan alamat yang dituju, sehingga dapat menambah waktu perjalanan. Penggunaan drone sebagai kurir terbang dapat menjadi solusi untuk mengatasi keterlambatan pengiriman paket karena

drone dapat mengambil jalur terpendek dan menghindari kemacetan jalan atau penerobos kemacetan. Selain itu, drone juga dapat mengakses daerah yang sulit dijangkau oleh kendaraan bermotor tradisional. Namun demikian, masih ada beberapa hal yang harus diperhatikan terkait dengan penerapan regulasi dan peraturan pemerintah yang sesuai untuk operasi drone.

Sebagai langkah awal untuk merancang sebuah drone yang dapat digunakan sebagai kurir terbang tersebut dapat diidentifikasi:

1. Bagaimana cara Merancang Bangun Drone sebagai kurir terbang menggunakan model hexacopter dengan 12 motor penggerak dan memiliki daya angkut payload sebesar 1000 gram?
2. Bagaimana cara mengatur kestabilan kecepatan terbang walaupun membawa beban penuh?
3. Bagaimana cara memonitor posisi drone ketika drone terbang dan bagaimana untuk memastikan paket sampai ke tempat tujuan?
4. Bagaimana cara mengantisipasi ketika drone kehilangan kendali ataupun lost signal saat proses pengiriman paket berlangsung?

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Model frame drone yang akan dibuat yaitu model double hexacopter (6 poros) dengan jumlah 12 motor penggerak dengan daya angkut atau payload maksimal 1000 gram
2. Kecepatan terbang drone dengan beban penuh yaitu maksimal 36 km/jam
3. Jarak tempuh drone sejauh 6000 meter dengan beban penuh.
4. Software yang digunakan untuk sistem kendali dan monitoring posisi drone menggunakan Mission Planner.
5. Sistem monitoring secara visual menggunakan kamera FPV dengan tampilan berupa video yang akan ditransmisikan melalui video

transmitter menggunakan frekuensi 5.8 Ghz.

6. Sistem kontrol drone secara manual menggunakan remote control dengan frekuensi 2.4 Ghz.
7. Sistem monitoring posisi drone menggunakan telemetri sebesar 100mW dengan frekuensi kerja di 915 Mhz.
8. Kegagalan sistem kendali meliputi lost signal, dan penurunan tegangan ke level minimum akan mengaktifkan kontrol RTH (Return To Home) secara otomatis.

Maksud dan Tujuan Penelitian Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan sebuah drone atau pesawat tanpa awak yang dapat difungsikan sebagai kurir dalam mengirimkan suatu paket berupa barang ataupun dokumen yang dan memiliki keunggulan yang tidak akan didapatkan pada kurir dengan menggunakan sepeda motor seperti pada saat ini, Penggunaan drone sebagai kurir paket adalah untuk mengurangi waktu pengiriman, mengurangi biaya pengiriman, dan meningkatkan aksesibilitas dalam pengiriman barang ke daerah yang sulit dijangkau. Dengan menggunakan drone, paket dapat dikirimkan dengan cepat dan efisien ke lokasi yang tidak dapat dijangkau oleh kendaraan bermotor atau transportasi tradisional lainnya.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat Merancang Drone Sebagai Kurir Terbang menggunakan model hexacopter dengan kemampuan payload sebesar 1000 gram.
2. Dapat mengontrol kecepatan terbang drone sebesar 36 km/jam dengan kapasitas full payload.
3. Dapat memonitor posisi terbang drone ke tempat tujuan dan kembali ke tempat semula dengan sinyal GPS dan tampilan visual berupa video dengan jarak tempuh sejauh 6000 m.
4. Dapat membuat sistem kendali drone yang aman dengan mengaktifkan

kontrolRTH (Return To Home) secara otomatis jika terjadi lost signal.

2. Metode Penelitian

Tempat Penelitian ini dilakukan di daerah Cirebon-Kuningan dan selama pengujian dilakukan di area lapang yang jauh dari area pemukiman agar terhindar dari faktor yang membahayakan selama penelitian dan pengujian berlangsung. Waktu penelitian dilakukan dari bulan Januari 2022 hingga Desember 2022. Tahapan penelitian pada Rancang Bangun Drone Sebagai Kurir Terbang akan digambarkan sebagai berikut.

1. Perencanaan: Tahap ini meliputi identifikasi masalah atau kebutuhan, pembuatan proposal, dan pembuatan rencana kerja.
2. Studi Literatur: Mencari referensi-referensi yang relevan dengan masalah yang dihadapi seperti memilih jenis motor penggerak yang mempunyai daya angkat sesuai spesifikasi yang dibutuhkan dengan konsumsi daya yang kecil.
3. Desain konseptual: Merancang konsep drone yang akan dibuat dengan menggunakan data dari studi literatur dan pengamatan.
4. Desain detail: Menentukan spesifikasi teknis dan menghitung ukuran dan komponen alat yang diperlukan baik berupa komponen elektrik maupun part mekaniknya.
5. Pembuatan prototipe: Membuat prototipe drone sesuai dengan desain yang telah ditentukan.
6. Uji coba prototipe: serangkaian uji coba prototipe untuk mengetahui kinerja dan kehandalannya.
7. Perbaikan: Memperbaiki prototipe sesuai dengan hasil dari uji coba.
8. Dokumentasi dan laporan: Menyusun laporan hasil penelitian dan pengembangan dan dokumentasi dari proses R&D yang dilakukan.

2.1 Perancangan Hardware Perancangan hardware pada Rancang Bangun Drone Sebagai Kurir Terbang

dilakukan dengan mendesain Frame dengan model 6 poros (hexacopter) menggunakan bahan yang cukup ringan namun kuat untuk menampung seluruh beban drone termasuk mengangkut payloadnya, serta penempatan posisi motor penggerak agar daya angkat yang dihasilkan maksimal dan rencana tata letak komponen agar rapih dan tidak saling interverensi. Perancangan desain prototipe frame 6 poros dengan 12 motor penggerak dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lengan Drone sebanyak 6 poros terpasang dengan double motor diujungnya.

Dari Gambar 1, terlihat Lengan drone yang didesain sebanyak 6 poros yang terbuat dari bahan aluminium kotak berongga dengan panjang 26,6 cm dan lebar 2,2 cm, setiap poros pada rangka berfungsi untuk tempat dudukan motor dan setiap poros memiliki 2 motor yang terpasang terbalik sehingga desain frame drone yang digunakan nantinya akan memiliki 12 buah motor penggerak namun cukup hanya menggunakan 6 poros lengan agar berat total drone dapat diminimalisir.

Untuk bahan yang digunakan sebagai dudukan motor yaitu berbahan PCB FR04 yang berbentuk Segitiga sama sisi dengan panjang di setiap sisinya 3.2 cm sesuai dengan luas dari dudukan motor yang digunakan. Bahan PCB FRO4 dipilih karena mempunyai tekstur yang kuat serta ringan di dinding menggunakan bahan akrilik ataupun logam lainnya.

Setelah frame dirakit maka akan tampak tampilan drone seperti pada

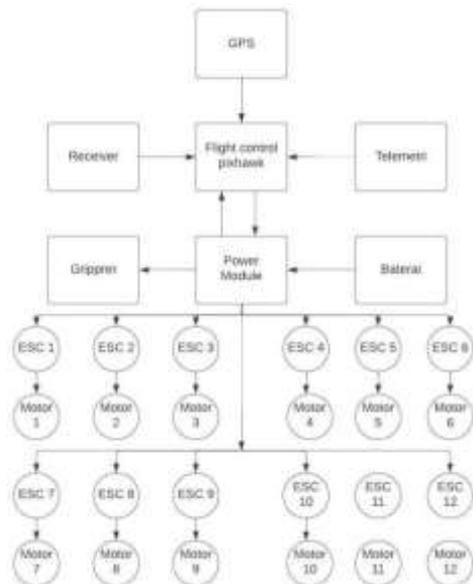
Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Frame Double Hexacopter

Pada Gambar 2 terlihat Frame bagian tengah drone menggunakan PCB dengan jenis PCB FR04 yang dibentuk hexagon yang dipasang mengapit dan mengunci bagian pangkal poros lengan tepat didetiap sudutnya. Panjang sudut hexagon disetiap sisinya sejauh 8 cm yang didesain cukup untuk memberikan ruang sapuan propeller diujung poros lengan yang nantinya akan dipasangi disetiap motor penggerakannya,

Tahap selanjutnya yaitu mendesain atau merancang sistem kontrol dengan pengawatan elektrik yang akan terlihat pada Gambar 3 di bawah ini.

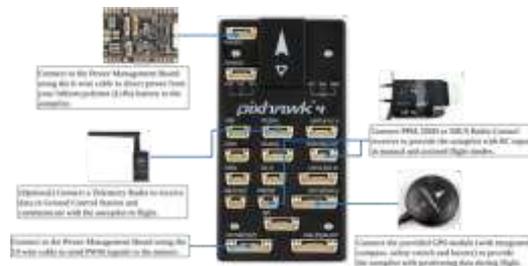


Gambar 3. Blok Diagram Wiring Kontrol Elektrik

Pada Gambar 3 dijelaskan pembagian catudaya untuk 12 motor penggerak beserta part elektrik yang lainnya serta terlihat dari gambar diatas jalur kontrol untuk setiap komponen yang langsung terkoneksi dengan pin out/in dari Flight

Controller yang digunakan, part tersebut antara lain yaitu telemetri air unit, receiver remote control, GPS, serta power module atau PDB (Power Distribution Board) yang terkoneksi dengan module gripper untuk dropoff payload,.

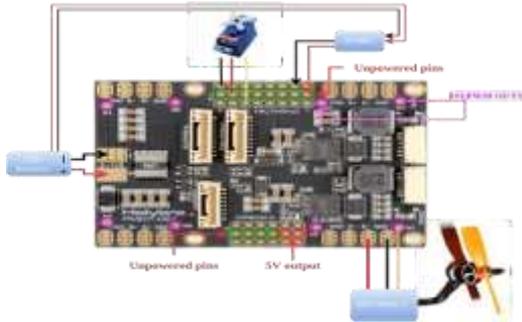
FC (Flight Controller) yang digunakan yaitu menggunakan model Pixhawk seri 4 keluaran holybro yang akan berfungsi sebagai controller utama pada sistem rancang bangun drone ini, beberapa part elektrik yang terpasang sesuai pada Gambar 3 akan dijelaskan lebih detail pin yang digunakan seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Wiring pin out/in pada FC pixhawk

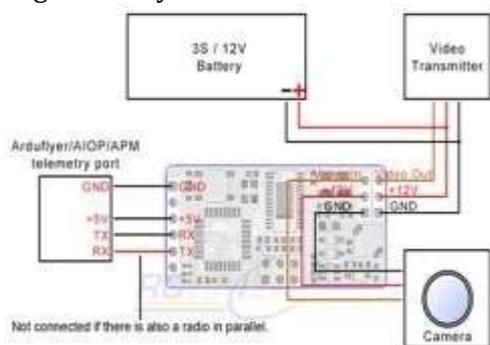
Wiring pin FC menjelaskan koneksi FC dengan komponen elektrik yang lain mulai dari GPS sebagai alat bantu pendeteksi koordinat dan posisi drone, Telemetri air unit sebagai alat komunikasi pengirim data selama drone terbang atau selama misi penerbangan berlangsung.

Part elektrik yang langsung terkoneksi dengan selain part GPS dan telemetri air unit yaitu receiver remote control sebagai penerima data kontrol yang dikirimkan melalui remote control yang nantinya berada di Ground Station. Serta pin untuk jalur catu daya FC itu sendiri. Catu daya yang berasal dari baterai akan diatur oleh PDB (Power Distribution System) yang nantinya akan didistribusikan ke seluruh komponen elektrik yang terhubung dengan FC seperti pada Gambar 4 maupun komponen lain seperti yang terlihat pada Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Pembagian Pin PDB

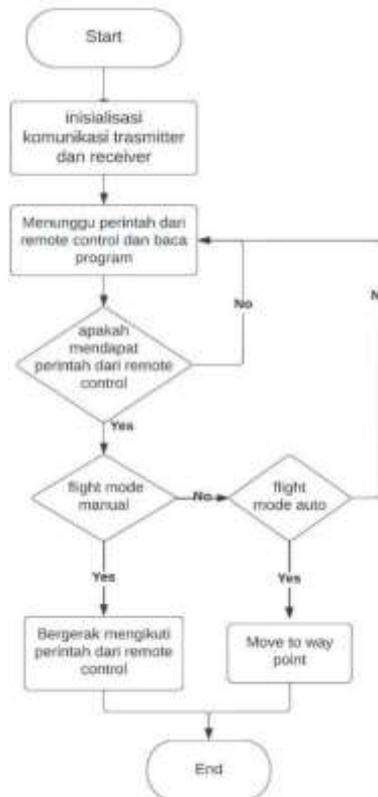
PDB mempunyai beberapa pin I/O untuk mengaktifkan beberapa sinyal yang dikirim oleh FC untuk mentrigger catudata ke komponen elektrik yang lainnya seperti pada Gambar 5. Supply utama PDB berasal dari baterai Lypo4s yang akan mensuplai keseluruhan komponen elektrik yang ada di drone tersebut termasuk power untuk sistem monitoring secara visual menggunakan komponen berupa kamera FPV (First Person View) dan modul VTX atau bisa disebut dengan Video transmitter seperti yang terlihat dari gambar 6 di bawah ini, yang didalamnya terdapat beberapa komponen yang terhubung dengan adanya pawatannya.



Gambar 6. Wiring Pin Untuk Komponen Sistem Monitoring

Wiring komponen elektrik untuk kamera FPV dan Modul VTX merupakan komponen yang berfungsi sebagai sistem monitoring, kamera FPV berfungsi menghasilkan data visual video sedangkan video transmitter atau VTX berfungsi untuk mengirimkan data video tersebut ke Ground Station. Setelah proses wiring dilakukan maka selanjutnya yaitu pemrograman dan penyettingan FC agar seluruh komponen bisa berfungsi. Untuk mengetahui seperti apa alur kerja drone

sebagai kurir terbang serta fungsi kontrol kerja pada masing - masing komponen terlebih dahulu dapat dilihat pada Flow Chart di bawah ini.



Gambar 7. Flow Chart Sistem Kendali

Pada Flow Chart sistem kendali yang dirancang yaitu menjelaskan 2 sistem kendali penerbangan yaitu secara manual dan secara auto. Sistem manual berarti pergerakan drone mengikuti instruksi kendali dari remote control yang berada di Ground station sedangkan pengendalian secara auto pergerakan drone akan mengikuti program waypoint dari software mission planner.

2.2 Perhitungan Perkiraan Flight Time

Sebelum menghitung perkiraan flight time maka terlebih dahulu kita harus mengetahui berapa total berat yang harus diangkat oleh drone tersebut karena besar ampere yang dikeluarkan oleh semua motor penggerak itulah yang nantinya akan dapat dipakai dalam menghitung kalkulasi daya yang terpakai yang akan menentukan lama terbang dari drone tersebut.

AUW (All Up Weight) merupakan berat total dari keseluruhan drone untuk terbang, jadi thrust atau daya angkat dari seluruh motor penggerak pada drone yang dirancang ini harus mampu melebihi atau samadengan lebih besar dari AUW drone itu sendiri, berikut merupakan tabel dari berat setiap komponen yang akan menjadi total dari seluruh berat yang harus diangkat oleh drone itu sendiri yaitu sebagai berikut;

Tabel 1. Perhitungan AUW

No	Komponen	Jumlah (set)	Berat (gram)
1	Frame aluminium	1	450
2	Motor	12	636
3	Propeller	12	132
4	Part Elektrik	1	312
5	Mekanik Gripper	1	180
6	Baterai 4s	1	590
7	Payload	1	1000
	Total		3300

Berdasarkan perancangan Hardware maka didapat berat AUW 3.300 gram sudah meliputi maksimum payload, dengan demikian maka kalkulasi daya angkat atau total thrust motor pada drone ini harus melebihi total AUW. Sehingga pengujian selanjutnya yaitu menguji thrust motor untuk mendapatkan data perkiraan kemampuan daya angkut dari drone tersebut.

2.3 Perhitungan Kemampuan Daya Angkat Beserta Flight Timenya

Kemampuan Daya angkat suatu drone dapat diperkirakan dengan melihat datasheet dari motor tersebut, kemudian data yang ada dapat dikalkulasi sebagai gambaran total kemampuan daya angkat drone yang nantinya akan dirancang bangun, sehingga pada awal penelitian kita sudah dapat mengetahui keberhasilan pemilihan part pada tahap perancangan hardware, walaupun keberhasilan tersebut hanya dilihat dari sisi total AUW yang dihasilkan tidak melebihi kapasitas maksimal dari total motor penggerak yang dipakai, berikut adalah datasheet thrust motor motor dji phantom 3 2312 A 920 kv sesuai dengan datasheet dari pabrikannya:

Tabel 2. Datasheet Motor DJI Phantom 3 920 Kv

Propeller	Throttle (%)	Voltage (Volt)	Current (A)	Thrust (gr)
9450	50	16.66	3.09	401
	60	16.61	4.8	529
	70	16.54	6.72	656
	80	16.48	9.05	787
	90	16.4	11.48	911
	100	16.32	14.26	1024

Dari Tabel 2 diatas maka bisa dilihat bahwa AUW 3.300 gram dapat diangkat hanya dengan menggunakan throttle 50 %, rinciannya sebagai berikut, Untuk mengangkat AUW atau total berat terbang sebesar 3.300 gram dengan model double hexacopter 12 motor, maka perhitungan thrust tiap motornya sebesar :

- AUW drone dibagi dengan jumlah motor yang akan digunakan = minimum total thrust yang diperlukan setiap motornya, maka kemampuan per motor:

$$\frac{3300}{12} = 275$$

Untuk mendekati target thrust sebesar minimum 275 gram tiap motornya maka pengaturan throttle cukup di 50 % dengan thrust yang dihasilkan sebesar 401 gram setiap motornya sehingga kemampuan total daya angkut drone dapat diketahui.

Dengan mengetahui besar ampere pada throttle 50% yaitu 3.09 A. maka perkiraan flight time dapat dihitung sebagai berikut; Perhitungan flight time menggunakan baterai 4s 9500 mAh dengan DOD baterai sebesar 85% : Kapasitas baterai 85 % (Ah) dibagi dengan Ampere total (A) = flight time, maka perhitungannya sbb :

- Kapasitas baterai (85%) dari 9500 mah
 $9.5 \text{ Ah} \times 85 \% = 7,6 \text{ Ah}$
- Ampere total seluruh motor (12 motor)
 $3.09 \text{ A} \times 12 = 37,08 \text{ A}$
- Maka besar flight time;

$$\frac{7,6 \text{ Ah}}{37,08 \text{ A}} = 0,2049 \text{ h} = 12,29 \text{ menit}$$

Perkiraan kemampuan daya angkat drone dan besar flight time diatas tentunya bukan nilai yang sebenarnya, melainkan hanya sebatas acuan awal saja,

Maka untuk mengetahui nilai flight time yang lebih valid perlu melakukan metode pengujian langsung dari motor yang dipake bukan melalui acuan datasheet, dengan demikian nilai percobaan selanjutnya dapat dijadikan acuan bahwa komponen hardware yang dipilih untuk rancang bangun masih memiliki kemampuan yang maksimal jika hasil nilai percobaan selanjutnya tidak menyimpang jauh dari nilai acuan awal data sheet.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Percobaan Pengujian Thrust

Daya Angkat) Motor dan Pembahasan Pengujian thrust motor secara langsung bertujuan untuk mengetahui nilai thrust sebenarnya dan ampere sebenarnya sehingga kualitas komponen yang dipake pada rancang bangun ini dapat dibandingkan dengan nilai acuan awal dari datasheet parikan, berikut adalah hasil uji thrust

Tabel 3. Hasil Pengujian Thrust Motor

Propeller	Throttle (%)	Voltage (Volt)	Current (A)	Thrust (gr)
9450	50%	16,7	1,88	158
	55%	16,7	2,28	205
	60%	16,7	2,67	243
	65%	16,7	3,37	300
	70%	16,7	4	360
	75%	16,7	5,1	447
	80%	16,7	5,6	480
	85%	16,7	6,5	531
	90%	16,7	7,5	600
	95%	16,7	8,6	654
100%	16,7	9,2	711	

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 3, maka pembahasan pada percobaan pengujian thrust sebagai berikut, untuk mencapai thrust minimum yang diperlukan yaitu pada throttle 65%, berikut perhitungannya :

$$\frac{3300}{12} = 275$$

Untuk mendekati target thrust sebesar minimum 275 gram tiap motornya maka pengaturan throttle harus di 65 % dengan thrust yang dihasilkan sebesar 300 gram setiap motornya, sehingga kemampuan total daya angkut drone yaitu 3600 gram pada throttle 65%. Pada throttle 65 %

didapat nilai ampere yaitu sebesar 3,37 A, sehingga nilai Flight time dapat dihitung perhitungan flight time menggunakan baterai 4s 9500 mAh dengan DOD baterai sebesar 85% :

Kapasitas baterai 85 % (Ah) dibagi dengan Ampere total (A) = flight time, maka perhitungannya sbb :

- Kapasitas baterai (85%) dari 9500 mah
 $9.5 \text{ Ah} \times 85 \% = 7,6 \text{ Ah}$
- Ampere total seluruh motor (12 motor) ;
 $3.37 \text{ A} \times 12 = 40,44 \text{ A}$
- Maka besar flight time;

$$\frac{7,6 \text{ Ah}}{40,44 \text{ A}} = 0,1879 \text{ h} = 11,2 \text{ menit}$$

Nilai flight time 11,2 menit yang didapat diatas merupakan nilai kemampuan motor yang sebenarnya dan hasilnya pun tidak berbeda jauh dengan nilai acuan datasheet pada tahap perancangan yaitu sebesar 12,29 menit, namun data hasil pengujian ini belum dapat dijadikan data spesifikasi kemampuan drone yang dirancang, karena nilai 11,2 menit didapat dari nilai ampere motor penggerak pada posisi drone diam atau tidak dalam posisi terbang, sehingga ampere yang dihasilkan cenderung ideal sehingga perlu adanya percobaan selanjutnya yaitu menguji flight time secara real saat drone terbang melayang atau hover diketinggian tertentu diatas permukaan tanah.

3.2 Hasil Percobaan Pengujian Kecepatan Drone dan Pembahasan

Pengujian kecepatan juga sangat dibutuhkan karena dari pengujian kecepatan kita bisa memperhitungkan jarak jangkauan terbang dari drone yang dirancang.

Sebelum menguji kestabilan kecepatan drone, Perlu diketahui bahwa pada program Flight Controller kita sudah tetapkan bahwa kecepatan kita kunci di 10 m/s atau 36km/jam hal ini dikarenakan untuk mendapatkan nilai terbang yang efisien untuk menambah jarak tempuh drone itu sendiri, Sehingga pada percobaan selanjutnya dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kestabilan kontrol dalam menjaga kecepatan terbang

drone dengan nilai payload yang berbeda, berikut adalah hasilnya.

Tabel 4. Pengujian Kecepatan Terbang Terhadap Payload Yang Berbeda dengan Jarak 50 meter

No	Payload (gram)	Waktu tempuh(detik)
1	0	5
2	0	5
3	0	5
4	500	5
5	500	5
6	500	5
7	1000	5
8	1000	5
9	1000	5

Berdasarkan data hasil percobaan pada Tabel 4, menunjukkan sistem kontrol berhasil menjaga kestabilan pada kecepatan terbang 10 m/s meskipun drone membawa payload yang berbeda, sehingga nilai kecepatan 10m/detik atau 36km/jam ini dapat dijadikan acuan untuk menentukan jarak tempuh berdasarkan hasil pengujian flight time, maka pada percobaan selanjutnya nilai flight time dapat dijadikan untuk menentukan kemampuan drone yang real atau sebenarnya apakah sudah sesuai atau belum dengan target rancang bangun pada penelitian ini.

3.3 Hasil Percobaan Pengujian Flight Time dan Pembahasan

Percobaan pengujian flight time pada tahap ini dilakukan dengan menerbangkan drone secara hover dimulai dari baterai penuh 100 % hingga baterai habis di 15%, Pengujian dilakukan dengan menggunakan payload yang berbeda mulai dari tanpa payload hingga full payload, berikut adalah hasil dari percobaannya,

Tabel 4. Hasil Percobaan Jarak Tempuh

Payload (gr)	Teg Awal (V)	Teg.Akhir (V)	Flight Time	Jarak (m) dg V= 10 m/s
0	16,8	14,02	18 menit 36 detik	11.160
500	16,8	14,12	13 menit 35 detik	8.150
750	16,8	14.02	11 menit 41 detik	7.010
1000	16,8	14	10 menit 17 detik	6.170

Dari tabel hasil percobaan diatas kita dapat melihat bahwa flight time terlama dengan beban full payload yaitu sebesar 1000 gram adalah 10 menit 17 detik, jika kecepatan terbang drone 10 m/s atau 36 km/jam maka jarak terjauh yang bisa ditempuh oleh drone ini yaitu sejauh 6.170 meter. Nilai ini merupakan nilai sebenarnya yang dapat dijadikan sebagai spesifikasi dari drone yang dirancang bangun. Pada tahap selanjutnya akan dilakukan pengujian kemampuan telemetri dan VTX sebagai sistem monitoring.

3.4 Hasil Percobaan Pengujian Telemetri dan VTX dan Pembahasan

Pada percobaan berikutnya yaitu pengujian kemampuan telemetri sebagai bagian dari kemampuan drone, Untuk dapat selalu undercontrol di range terjauh, maka dilakukanlah uji coba telemetri. Berikut ini menggambarkan hasil dari percobannya yang dinyatakan dalam bentuk tabel 3,4. Adapun dalam tabel tersebut ditunjukkan adanya nilai payload yakni kemampuan beban yang diangkut. Pada Tabel 3.4 dapat dilihat bahwa sistem monitoring pada telemetri yang dipakai pada pengujian terbang dengan radius semakin menjauh masih bekerja dengan baik hingga radius maksimal di 6,1 km dan keterangan RTH muncul sekaligus

menandakan fungsi kontrol otomatis RTH berfungsi saat komunikasi telemetri terputus.

Tabel 5. Hasil Pecobaan Telemetri

No	Payload (gram)	Radius Pengujian (meter)	Keterangan
1	1000	1 Km	passed
2	1000	2 Km	passed
3	1000	3 Km	passed
4	0	4 Km	passed
5	0	5 Km	passed
6	0	6.1 Km	Lost signal RTH

4. Kesimpulan

Dari hasil perancangan alat hingga pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan, sebagai berikut,

1. Perancangan drone sebagai kurir terbang dapat terealisasi dengan model hexacopter 12 motor penggerak, dari hasil peancangan hardware dan pengujian bahwa drone ini mempunyai kemampuan untuk mengangkat beban payload sebesar 1000 gram.
2. Kecepatan terbang 36 km/jam dengan membawa full payload dapat terealisasi, jumlah payload yang berkurangpun membuat kecepatan terang masih stabil.
3. Sistem monitoring melalui pantauan sinyal GPS dan video visual juga dapat berfungsi sesuai target penelitian, jangkauan terjauh yaitu melebihi radius 3 km.
4. Sistem control RTH berfungsi ketika pada pengujian telemetri terputus di radius 6 km sehingga hal ini membuktikan bahwa control RTH berfungsi dengan baik.

Daftar Pustaka

Agung Bayu Utama, Syaiful Anwar(2021). Sejarah Penggunaan Pesawat Terbang Tanpa Awak (PTTA) Dalam perang Modern Dan Persiapan Militer Indonesia. *Jurnal Pertahanan & Bela Negara* | Desember 2021, Volume 11

Nomor 3

Geri Asbi Hasan, Son Ali Akbar,(2021). Perancang Desain Gripper Untuk Mengambil Barang Menggunakan Sensor Lidar V3, *Jurnal Ilmiah, Teknik Elektro* (2), April 2021, p-ISSN 1411-0814 e-ISSN 2407 6422

Febria Roza, Imam Muthohar, Sigit Priyanto. (2022) Pesawat Udara Kecil Tanpa Awak (small drone) Untuk Pengiriman barang. Vol. 14, No. 2, November 2022, ISSN : 2085-9503 s(Print), 2581-1355 (On Line)

Muhammad Khadafi Al-Af Ghani, Herika Hayurani, Mubarik Ahmad. (2019) Healthcopter Untuk Pengiriman Kebutuhan Medis Di Daerah Sulit Tempuh. *Jurnal Teknologi Informasi YARSI (JTIY)*, Vol. 6, No. 1, 2019, 7-13

Lambang Basri Said, St. Maryam. H, Sriwati, Pengaruh Pertumbuhan Kendarann dan Kapasitas Jalan Terhadap Kemacetan Di Ruas Jalan Perintis Kemerdekaan, (2019), Volume 3 no 1 juni 2019, ISSN 2597- 4815