

Algoritma Perencanaan Jalur Menggunakan Metode Kruskal dan GPS untuk Navigasi *Hybrid Blimp Drone*

1st Adam Fazri Rachman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

adamfazri@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Angga Rusdinar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id

3rd Willy Anugrah Cahyadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

waczze@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—*Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* atau *drone* sangat cocok digunakan untuk keperluan logistik. Pada area luas pesawat *fixed wing* sangat cocok untuk keperluan logistik angkut muatan, namun memiliki ukuran dan kecepatan terbang yang tinggi jika digunakan pada area yang kecil. Sedangkan *quadcopter* memiliki ukuran dan kecepatan terbang yang rendah sehingga dapat terbang pada area kecil. Akan tetapi *quadcopter* memiliki durasi terbang dan jangkauan yang pendek. Salah satu pilihan UAV alternatif untuk keperluan logistik angkut muatan adalah *blimp* (pesawat balon udara). *Blimp* sangat cocok untuk kebutuhan logistik angkut muatan dengan kecepatan dan ketinggian yang rendah. Daya angkat yang dihasilkan *blimp* membuat *drone* dapat terbang lebih lama dan dengan jangkauan yang luas. Pada tugas akhir ini merancang sistem navigasi *hybrid blimp drone* menggunakan GPS sehingga dapat melakukan navigasi secara *autopilot* dari *home location* menuju *waypoint*. Dengan itu *hybrid blimp drone* memiliki durasi terbang yang lama, jangkauan yang luas dengan ukuran yang ringkas. Dengan tingkat eror akurasi yang lebih kecil dibanding *drone* tanpa *blimp*, yaitu sekitar 0,31m—1,53m eror per-*waypoint*. Sehingga dapat memudahkan keperluan angkut muatan pada area kecil sekalipun dan dapat diatur dengan sistem *autopilot* dari titik awal ke titik yang sudah ditentukan dan kembali pada titik awal penerbangan lagi.

Kata kunci— *hybrid blimp drone*, *quadcopter*, GPS, *path planning*

I. PENDAHULUAN

Drone atau *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* adalah sebuah pesawat tanpa awak yang dikendalikan oleh komputer atau pengendali jarak jauh [1]. Awalnya *drone* atau pesawat tanpa awak ini hanya digunakan sebagai kepentingan militer yang bertugas untuk memata-matai dan untuk sasaran tembak musuh, tetapi kini seiring perkembangan zaman, *drone* banyak digunakan untuk kebutuhan lain, seperti untuk kebutuhan pekerjaan [2]. Fungsi lain dari alat ini dapat membawa muatan dan memiliki kamera yang dapat digunakan untuk mengambil gambar dari jarak jauh.

Fungsi *drone* sebagai pembawa muatan ternyata memiliki beberapa kendala dan mengakibatkan kerja *drone* tersebut menjadi kurang efektif. Salah satu kendala dari *drone* pembawa muatan ini adalah pemborosan baterai yang mengakibatkan durasi terbang *drone* menjadi lebih pendek. Pemborosan baterai terjadi karena baterai pada *drone* digunakan untuk memberi tenaga pada *propeller* yang sudah berfungsi untuk mengangkat beban *drone* agar dapat terbang, ditambah lagi dengan muatan yang diangkut. Semakin berat beban yang harus diangkat oleh *drone*, semakin cepat juga putaran dari *propeller* yang harus diberikan.

Dari permasalahan tersebut, didapatkannya solusi untuk membuat sebuah kendaraan udara tanpa awak menggunakan balon udara tanpa rangka (*blimp*) yang digabungkan dengan sistem *propeller drone (hybrid)* yang diberikan nama *Hybrid Blimp Drone*. Penambahan balon udara di sini berfungsi sebagai sistem pengangkat tambahan, sehingga daya angkat *propeller drone* menjadi lebih ringan dan membuat penggunaan baterai menjadi lebih hemat. Hal ini memungkinkan *drone* dapat mengangkat muatan lebih optimal, baik dari segi daya angkat maupun penggunaan baterai. Pada *Hybrid Blimp Drone* ini dilengkapi dengan kemampuan *autonomous*. Kemampuan *autonomous* adalah kemampuan *hybrid blimp drone* untuk mencari jalan (*path*) secara mandiri sesuai dengan *waypoint* yang sudah ditentukan terlebih dahulu menggunakan algoritma kruskal sebagai dasar perhitungannya dan diberi perintah oleh *mission planner* dari *ardupilot*.

Sehingga *hybrid blimp drone* ini dapat melakukan misi dengan contoh pada area persawahan, *hybrid blimp drone* akan terbang secara merata di atas persawahan dengan adanya titik koordinat (*waypoint*) dan beberapa titik penanda (*sign*) sebelum memasuki area persawahan untuk melakukan proses penyemprotan oleh tangki penyemprot yang telah diisi pestisida yang diaktifkan dengan *image processing*. Dengan contoh itu diharapkan *hybrid blimp drone* ini dapat bermanfaat bagi kebutuhan logistik petani maupun lainnya.

II. KAJIAN TEORI

Menyajikan dan menjelaskan teori-teori yang berkaitan dengan variabel-variabel penelitian. Poin sub judul ditulis dalam abjad.

A. Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) merupakan sebuah kendaraan udara tanpa awak yang dikendalikan dengan *autopilot*. *Autopilot* merupakan sistem yang mampu mengontrol pesawat tanpa adanya campur tangan langsung dari manusia. Dengan adanya sistem ini seorang pilot tidak harus mengontrol gerak pesawat secara penuh dan tanpa harus berada di dalamnya [3]. Perkembangan kontrol otomatis ini membuat pesawat sederhana mampu berubah menjadi pesawat tanpa awak yang kompleks dan rumit. Proses kontrol pesawat sepenuhnya ini dilakukan oleh sistem *autopilot* dengan acuan parameter yang telah ditentukan oleh pengguna sebelum terbang sehingga pesawat dapat melaksanakan misi terbang yang telah ditentukan [1]. Terdapat beberapa tipe UAV yang diketahui, salah satunya adalah *quadcopter* yang memiliki empat buah rotor pada tiap ujung kaki-kakinya, yang berfungsi dengan memvariasikan kecepatan oleh tiap rotor untuk membentuk gerakan dari *quadcopter* tersebut [4].

B. Blimp

Blimp merupakan pesawat udara yang dapat terbang dengan memanfaatkan balon udara yang memiliki gas angkat yang bersifat lebih ringan dari udara. Gas udara yang digunakan adalah *hidrogen* yang memiliki kapasitas angkat sebesar 1,15kg/m³ yang sayangnya mudah terbakar dan ada juga *helium* yang memiliki kapasitas angkat sebesar 1kg/m³. Adapun beberapa jenis dari *blimp* ini yaitu balon udara berangka, balon udara semi-rangka, dan balon udara tanpa rangka. Biasanya balon udara tanpa rangka mengandalkan gaya angkat gas (*helium, hidrogen*) di dalam penampung gas yang berupa balon dan kekuatan gaya angkat itu sendiri mempertahankan bentuknya [5].

C. Quadrotor Helicopter

Quadrotor Helicopter (quadcopter) merupakan salah satu jenis UAV yang digerakkan menggunakan 4 rotor. Pengendalian sistem tersebut dicapai dengan memvariasikan kecepatan dari masing-masing rotor dengan tujuan untuk membentuk gerakan dari *quadcopter* tersebut, kelebihan dari *quadcopter* ini terdapat pada mobilitas dan fleksibilitas untuk menjelajahi wilayah yang sempit. Pengembangan jenis UAV ini untuk dimanfaatkan dalam aplikasi telah dilakukan oleh banyak orang, contohnya pengambilan gambar dari atas udara baik yang bergerak (video) maupun yang tidak bergerak (foto), seperti untuk melakukan pengamatan terhadap kebakaran hutan, melakukan pengawasan terhadap kondisi trafik jalan, pengintaian dan pemetaan lokasi [4].

D. Flight Controller

Flight controller merupakan rangkaian kontrol yang dapat memberikan perintah pada *drone*. Kumpulan dari beberapa komponen tersebut tersusun atau tergabung dalam suatu *board* yang berfungsi sebagai pengendali *quadcopter* agar terkendali dan tetap seimbang. *Flight controller* sendiri memiliki beberapa sensor seperti sensor *gyroscope, accelerometer, barometer, dan magnetometer* guna menyeimbangkan *drone*. Pengendalian sistem penerbangan

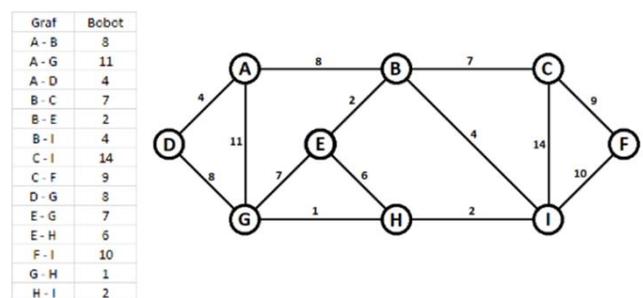
dapat diatur melalui algoritma dan pemrograman yang terdapat pada *flight controller* [6].

E. Global Positioning System

Global Positioning System (GPS) merupakan sistem yang digunakan untuk menentukan letak di permukaan bumi dengan bantuan penyalarsan dengan sinyal satelit [1]. Informasi dari GPS dapat dimanfaatkan *drone* untuk mengetahui posisi geografis yang menunjukkan titik koordinat dari sebuah objek dan juga untuk mengetahui rute perjalanan dari satu tempat ke tempat yang lain [9].

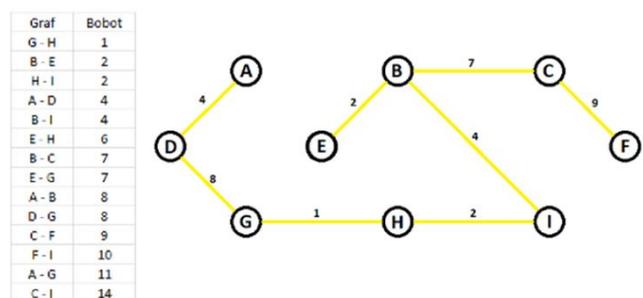
F. Algoritma Kruskal

Algoritma kruskal merupakan algoritma dalam teori graf yang berguna untuk menyelesaikan persoalan pohon rentang *minimum (Minimum Spanning Tree)*. Dasar pembentukan algoritma kruskal berasal dari analogi *growing forest* yang maksudnya adalah membentuk pohon rentang minimum T dari graf G dengan cara mengambil satu per satu sisi dari graf G [13].



GAMBAR 1 ALGORITMA KRUSKAL (1)

Adapun pengimplementasian dari algoritma kruskal dapat dimulai dari mengurutkan data berdasarkan dari sisi dengan bobot terkecil ke terbesar.



GAMBAR 2 ALGORITMA KRUSKAL (2)

Lalu berdasarkan urutan data tersebut dapat dipilih sisi yang akan digunakan maupun dihapuskan, pemilihan dapat dilakukan dari bobot yang paling kecil terlebih dahulu dengan syarat tidak terjadi sirkuit di antara sisi yang dipilih. Langkah tersebut dapat dilakukan hingga seluruh sisi terhubung tanpa membentuk sirkuit, sehingga terbentuk penyelesaian pohon rentang minimum.

G. Box Chart (Box Plot)

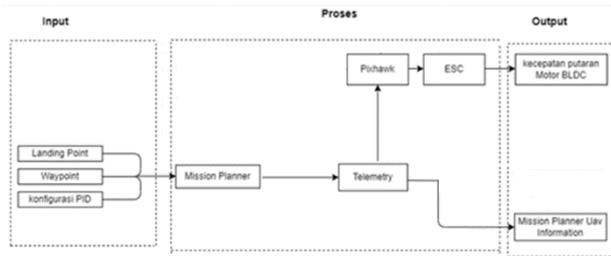
BoxPlot merupakan salah satu cara dalam statistik deskriptif untuk menggambarkan secara grafik dari data numeris. Cara ini juga dapat menyampaikan informasi variasi dan penempatan data, terutama untuk menggambarkan maupun mendeteksi perubahan dari variasi antar data yang berbeda [14].

III. METODE

A. Desain Sistem



GAMBAR 3 DESAIN SISTEM



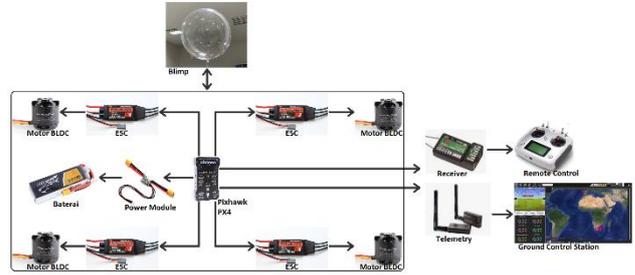
GAMBAR 4 DIAGRAM BLOK NAVIGASI

Perancangan sistem pada *hybrid blimp drone* mempunyai tujuan untuk menguji apakah *hybrid blimp drone* ini mampu untuk mengangkat beban dengan minimum angkut yang telah ditentukan dengan mempertahankan nilai *altitude* pada tiap rotor. Hal tersebut didukung oleh kemampuan *quadcopter* menggunakan motor *brushless* yang didukung juga oleh daya angkat dari *blimp* (balon udara) yang diperintahkan dengan *flight controller*. Pada *flight controller* yang ada pada *hybrid blimp drone* terdapat beberapa sensor seperti *gyroscope*, *accelerometer*, *barometer*, dan *magnetometer*. Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan metode *ziegler-nichols* guna menentukan mode yang digunakan untuk terbang pesawat, baik dilakukan dengan *remote control* maupun secara *autonomous* yang dapat diatur menggunakan *software mission planner*.

B. Desain Perangkat Keras

Pada *hybrid blimp drone* terdapat beberapa perangkat keras yang meliputi balon tanpa rangka (*Blimp*), *Pixhawk Flight Controller*, *Propeller*, *GPS Neo*, *ESC 45A*, *BLDC 800kV*, *Telemetry*, *Power Module*, *Baterai 4500 mAh*. Pemilihan perangkat keras pada *hybrid blimp drone* ini kami lakukan dengan menganalisis terlebih dahulu yang mengacu pada *ecal* sehingga dalam percobaan ini *drone* dapat menjalankan misi pada area dengan luas 288 m² dan dibuat beberapa titik dengan jarak yang akan ditentukan dengan perbandingan luas lahan dan cakupan *drone*. *Hybrid blimp*

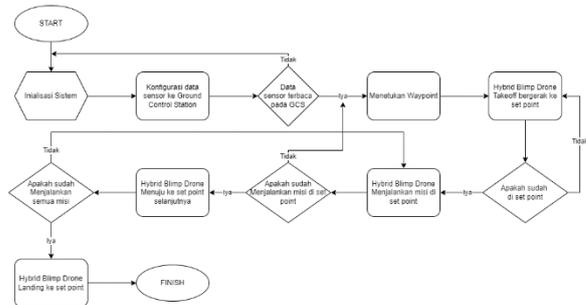
drone memiliki berat sebesar 1,7kg. Motor memiliki *thrust* sekitar 960g pada 11A sehingga total keempat motor memiliki *thrust* sekitar 3840g sehingga *hybrid blimp drone* dapat terbang dengan kecepatan 5 m/s agar proses menjalankan misi dari *waypoint* ke *waypoint*-nya optimal.



GAMBAR 5 DESAIN PERANGKAT KERAS

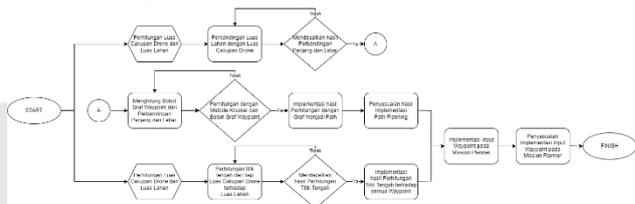
C. Desain Perangkat Lunak

Pada penelitian ini menggunakan *mission planner* dan diagram alur *flowchart* sebagai alur dari sistem perangkat keras dan jalan program. *Mission planner* merupakan perangkat lunak yang berguna untuk menjalankan dan mengontrol fungsi yang ada pada perangkat keras. Tugas dari *mission planner* sendiri ialah untuk memantau, memberi misi, konfigurasi, serta kalibrasi dari setiap komponennya.



GAMBAR 6 FLOWCHART SISTEM HYBRID BLIMP DRONE

D. Perancangan sistem *waypoint* pada *mission planner*

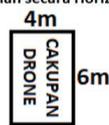


GAMBAR 7 FLOWCHART PERANCANGAN SISTEM WAYPOINT

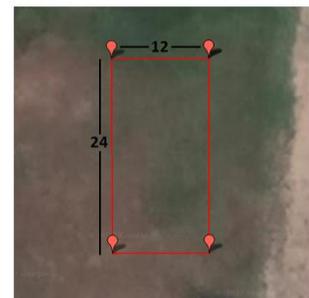
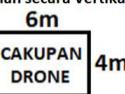
Perancangan Jalur *Waypoint* menggunakan Metode Kruskal sebagai dasar perhitungan dengan menentukan perbandingan luas cakupan *drone* dengan luas lahan untuk mendapat bobot jarak antar *waypoint*.

Luas Cakupan Hybrid Blimp Drone: Luas Lahan:

Berjalan secara Horizontal:

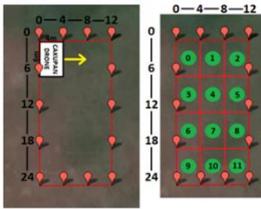


Berjalan secara Vertikal:



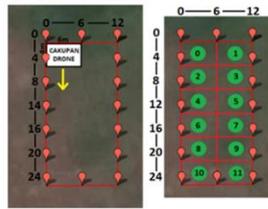
GAMBAR 8 PERBANDINGAN LUAS CAKUPAN DAN LAHAN (1)

Perbandingan Luas Lahan dan Cakupan Drone (Horizontal):



P = 1 : 3
L = 1 : 4
maka : 0 - 1 memiliki bobot 3
0 - 3 memiliki bobot 4

Perbandingan Luas Lahan dan Cakupan Drone (Vertikal):



P = 1 : 2
L = 1 : 6
maka : 0 - 1 memiliki bobot 2
0 - 2 memiliki bobot 6

GAMBAR 9 PERBANDINGAN LUAS CAKUPAN DAN LAHAN (2)

Penentuan jalur *waypoint* menggunakan metode Kruskal

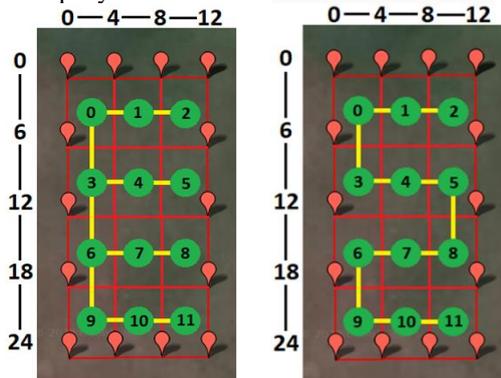
```

Implementasi Graff
Horizontal
-----
Hasil
0 -- 1 == 3
1 -- 2 == 3
3 -- 4 == 3
4 -- 5 == 3
6 -- 7 == 3
7 -- 8 == 3
9 -- 10 == 3
10 -- 11 == 3
0 -- 3 == 4
3 -- 6 == 4
6 -- 9 == 4
Min Span Tree 36

Implementasi Graff
Vertikal
-----
Hasil
0 -- 1 == 2
2 -- 3 == 2
4 -- 5 == 2
6 -- 7 == 2
8 -- 9 == 2
10 -- 11 == 2
0 -- 2 == 6
2 -- 4 == 6
4 -- 6 == 6
6 -- 8 == 6
8 -- 10 == 6
Min Span Tree 42
    
```

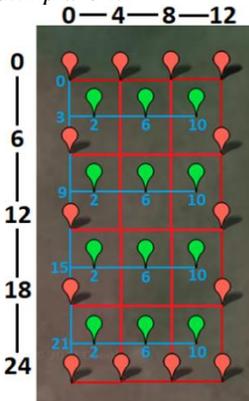
GAMBAR 10 HASIL METODE KRUSKAL PERANCANGAN JALUR WAYPOINT (1)

Didapatkan *drone* yang berjalan secara horizontal memiliki nilai *minimum spanning tree* lebih kecil yang berarti lebih efektif yang selanjutnya akan diimplementasikan dan dilakukan penyesuaian.



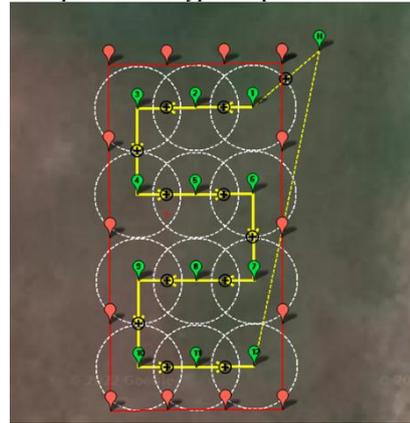
GAMBAR 11 HASIL METODE KRUSKAL PERANCANGAN JALUR WAYPOINT (2)

Ketepatan input Titik *Waypoint* pada *Mission Planner* yang dilakukan dengan tepat pada tiap titik tengah dari luas cakupan *hybrid blimp drone*.



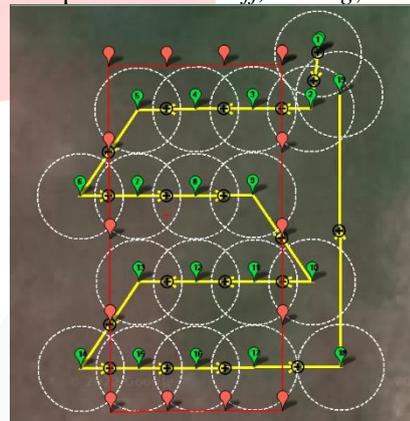
GAMBAR 12 KETEPATAN INPUT WAYPOINT

Implementasi input titik *Waypoint* pada *Mission Planner*



GAMBAR 13 IMPLEMENTASI INPUT WAYPOINT (1)

Dilakukan beberapa penyesuaian dengan penambahan beberapa titik seperti untuk *takeoff*, *landing*, dan *maneuver*.

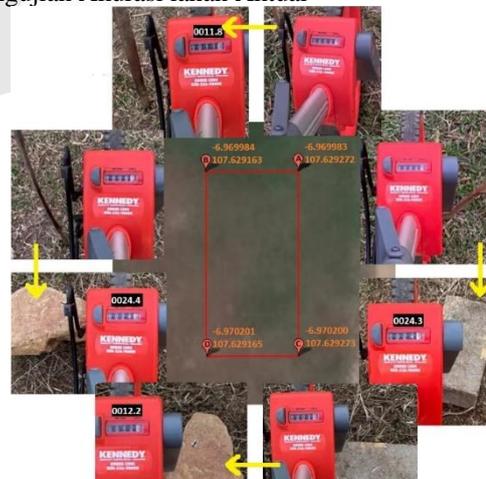


GAMBAR 14 IMPLEMENTASI INPUT WAYPOINT (2)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi pengujian misi *hybrid blimp drone* terbang yang bertujuan mengetahui realisasi dari perancangan jalur *waypoint*. *Hybrid blimp drone* akan diuji pada lahan seluas 288 m². Pengujian ini akan dilakukan pada lapangan terbuka dan dilakukan dengan membandingkan *hybrid blimp drone* terbang dengan dan tanpa menggunakan *blimp* agar dapat mengetahui pengaruh yang dihasilkan dari daya angkat tambahan dari *blimp* itu sendiri.

A. Pengujian Akurasi lahan Aktual



GAMBAR 15 AKURASI LAHAN AKTUAL

Berikut merupakan hasil perhitungan luas lahan langsung menggunakan *kennedy measuring wheels* dengan *pin point* sesuai dengan yang terdapat pada *mission planner*, hal ini guna membuktikan seberapa akurat titik gps dengan perhitungan fisik.

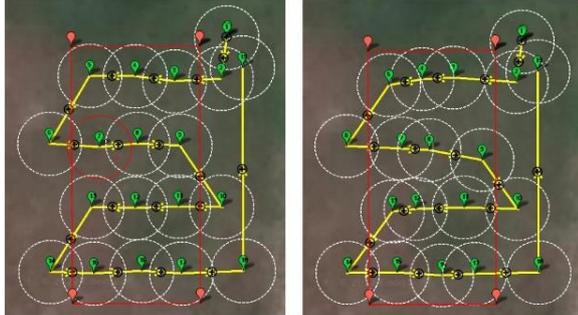
Panjang dari *pin point* A ke *pin point* B eror akurasi 1,69%.
 Panjang dari *pin point* A ke *pin point* C eror akurasi 1,23%.
 Panjang dari *pin point* B ke *pin point* D eror akurasi 1,63%.
 Panjang dari *pin point* C ke *pin point* D eror akurasi 1,63%.

Dari hasil perhitungan tersebut dapat diperoleh nilai tengah dari beberapa nilai eror, maka nilai eror akurasi dari dari luas lahan adalah sebesar 1,54%.

B. Pengujian Akurasi pada Mission Planner

Hasil Hybrid Blimp Drone terbang Dengan Blimp :

Hasil Hybrid Blimp Drone terbang Tanpa Blimp :



GAMBAR 16 HASIL HYBRID BLIMP DRONE TERBANG

TABEL 1 AKURASI WAYPOINT PADA MISSION PLANNER

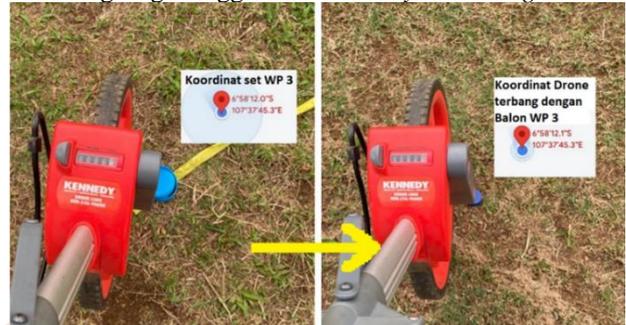
Dengan Blimp			Tanpa Blimp				
WP	Akurasi MP	Eror	WP	Akurasi MP	Eror		
3	0,44m	0,31m	3	1,98m	0,91m		
4	0,23m						
5	0,42m						
7	0,75m						
8	0,22m						
9	0,30m						
11	0,05m						
12	0,11m						
13	0,19m						
15	0,20m						
16	0,51m						
17	0,29m						
3	0,44m			3		1,98m	
4	0,23m			4		0,92m	
5	0,42m			5		0,30m	
7	0,75m			7		1,14m	
8	0,22m			8		0,48m	
9	0,30m		9	1,62m			
11	0,05m		11	1,04m			
12	0,11m		12	1,53m			
13	0,19m		13	0,31m			
15	0,20m		15	0,68m			
16	0,51m		16	0,89m			
17	0,29m		17	0,13m			

TABEL 2 AKURASI JARAK ANTAR WAYPOINT PADA MISSION PLANNER

Dengan Blimp				Tanpa Blimp			
WP	Jarak Aktual	Eror	Jumlah Eror	WP	Jarak Aktual	Eror	Jumlah Eror
3-4	3,6m	Mean: 3,93m Eror: 1,9%	5,1%	3-4	2,9m	Mean: 3,44m Eror: 16,3%	24,7%
4-5	4,2m						
7-8	3,5m						
8-9	3,9m						
11-12	4,1m						
12-13	4,1m						
15-16	6,7m						
16-17	5,7m						
5-7	6,2m			Mean: 6,2m			
9-11	6,8m			Eror: 3,2%			
13-15	4,7m						
3-4	2,9m						
4-5	3,1m			4-5	3,1m		
7-8	2,6m			7-8	2,6m		
8-9	5,1m			8-9	5,1m		
11-12	4,4m			11-12	4,4m		
12-13	2,2m			12-13	2,2m		
15-16	4,1m			15-16	4,1m		
16-17	3,1m			16-17	3,1m		
5-7	6,1m	Mean: 5,5m		5-7	6,1m	Mean: 5,5m	
9-11	4,8m	Eror: 8,4%		9-11	4,8m	Eror: 8,4%	
13-15	5,7m						

C. Pengujian Akurasi Aktual

Pengujian dilakukan menggunakan data yang sama dan dilakukan dengan menandai tiap koordinat *latitude* dan *longitude* tiap *waypoint* menggunakan *google maps* lalu diukur langsung menggunakan *kennedy measuring wheels*.



GAMBAR 17

TABEL 3 AKURASI WAYPOINT AKTUAL

Dengan Blimp			Tanpa Blimp				
WP	Akurasi MP	Eror	WP	Akurasi MP	Eror		
3	2,6m	1,53m	3	9,5m	5,9m		
4	0,7m						
5	2,4m						
7	5,4m						
8	0,6m						
9	1,3m						
11	0,1m						
12	0,2m						
13	0,3m						
15	0,4m						
16	3,2m						
17	1,2m						
3	2,6m			3		9,5m	
4	0,7m			4		6,9m	
5	2,4m			5		1,3m	
7	5,4m			7		8,9m	
8	0,6m			8		2,9m	
9	1,3m		9	8,2m			
11	0,1m		11	8m			
12	0,2m		12	7,4m			
13	0,3m		13	1,4m			
15	0,4m		15	4,7			
16	3,2m		16	6,6m			
17	1,2m		17	0,2m			

TABEL 4 AKURASI JARAK ANTAR WAYPOINT AKTUAL

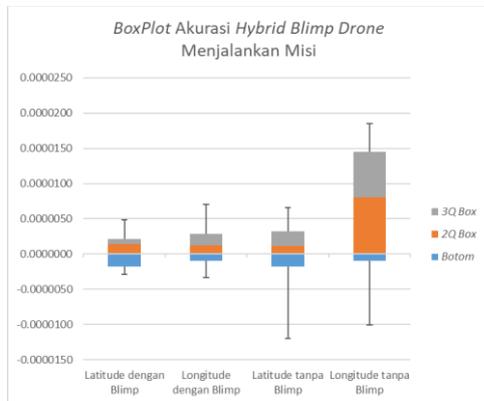
Dengan Blimp				Tanpa Blimp							
WP	Jarak Aktual	Eror	Jumlah Eror	WP	Jarak Aktual	Eror	Jumlah Eror				
3-4	2,5m	Mean: 3,66m Eror: 9,2%	10,9%	3-4	1,8m	Mean: 3,2m Eror: 25%	49%				
4-5	4,9m										
7-8	2,1m										
8-9	2,4m										
11-12	4,5m										
12-13	4,6m										
15-16	5,7m										
16-17	2,6m										
5-7	6,2m			Mean: 5,9m				5-7	9,5m	Mean: 7,9m	
9-11	6,8m			Eror: 1,7%				9-11	7,3m	Eror: 24%	
13-15	4,7m										
3-4	2,5m							3-4	1,8m		
4-5	4,9m							4-5	2m		
7-8	2,1m			7-8	1,5m						
8-9	2,4m			8-9	8,5m						
11-12	4,5m			11-12	5,7m						
12-13	4,6m			12-13	1,1m						
15-16	5,7m			15-16	4,5m						
16-17	2,6m			16-17	0,5m						
5-7	6,2m	Mean: 5,9m		5-7	9,5m	Mean: 7,9m					
9-11	6,8m	Eror: 1,7%		9-11	7,3m	Eror: 24%					
13-15	4,7m										

D. Pengujian Akurasi dengan Metode BoxPlot

TABEL 5 PENGUJIAN METODE BOXPLOT

	Latitude dengan Blimp	Longitude dengan Blimp	Latitude tanpa Blimp	Longitude tanpa Blimp
Mean	-0.0000004	0.0000007	-0.0000014	-0.0000015
Min	-0.0000029	-0.0000033	-0.0000127	-0.0000173
Q1	-0.0000018	-0.0000010	-0.0000024	-0.0000082
Median	-0.0000004	0.0000002	-0.0000014	-0.0000001

<i>Q3</i>	0.0000004	0.0000019	0.0000008	0.0000063
<i>Max</i>	0.0000031	0.0000061	0.0000041	0.0000103
<i>Bottom</i>	-0.0000018	-0.0000010	-0.0000018	-0.0000010
<i>2Q Box</i>	0.0000014	0.0000012	0.0000011	0.0000080
<i>3Q Box</i>	0.0000008	0.0000016	0.0000022	0.0000064
<i>Whisker -</i>	0.0000011	0.0000023	0.0000103	0.0000091
<i>Whisker +</i>	0.0000027	0.0000042	0.0000033	0.0000040



GAMBAR 18 PENGUJIAN METODE BOXPLOT

Berdasarkan Gambar dapat diketahui bahwa *boxplot* pada *latitude* dan *longitude hybrid blimp drone* yang terbang dengan *blimp* lebih kecil dibanding terbang tanpa *blimp*, karena *boxplot* merupakan representasi dari nilai eror.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan pengujian *Hybrid Blimp Drone*, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem perangkat lunak dengan *mapping UAV* menggunakan *mission planner* dilakukan dengan menentukan bobot jarak antar *waypoint*, ketepatan *input waypoint* pada titik tengah dari tiap cakupan *drone*, dan diimplementasikan pada *mission planner*.
2. Dari hasil perhitungan metode *kruskal* didapatkan hasil *drone* lebih efektif terbang secara horizontal karena memiliki nilai *minimum spanning tree* 36m, dibanding terbang secara vertikal yaitu 42m.
3. Akurasi luas lahan yang di-*set* pada *mission planner* dari aktualnya mendapati eror 1,54%.
4. Pengujian akurasi *waypoint drone* dengan *blimp* memiliki eror 0,31m – 1,53m, tanpa *blimp* memiliki eror 0,91m – 5,9m. Pengujian akurasi jarak antar *waypoint drone* dengan *blimp* memiliki eror 5,1% - 24,7%, tanpa *blimp* memiliki eror 10,9% - 49%. Pengujian akurasi *waypoint* dengan metode *boxplot* menunjukkan *drone* dengan *blimp* memiliki *boxplot* lebih kecil dibanding *drone* tanpa *blimp*. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa *drone* yang terbang dengan *blimp* memiliki eror yang lebih kecil dibanding *drone* yang terbang tanpa *blimp*, hal ini membuktikan bahwa *blimp* mempengaruhi kerja *propeller* dengan bantuan daya angkat yang membuat *hybrid blimp drone* dapat lebih stabil ketika terbang dari satu *waypoint* ke *waypoint* lainnya.

REFERENSI

- [1] Saroinsong, Hardy S., Vecky C. Poekoel, and Pinrolinvic D. Manembu. "Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardupilot." *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer* 7.1 (2018): 73-84.
- [2] Purnama, Hendrawan Candra. Rancang Bangun Kontrol Daya Pancar Pada Sistem Drone Jammer Berdasarkan Jarak Sasaran. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [3] Kurniawan, Dicky. "ANALISIS AERODINAMIKA PADA SAYAP V-TAIL UAV MALE (UNMANNED AERIAL VEHICLE) MEDIUM ALTITUDE LONG ENDURANCE) AKIBAT LAJU ALIRAN UDARA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)." (2018) R. Nicole, "Title of paper with only first word capitalized," J. Name Stand. Abbrev., in press.
- [4] Setyawan, Gembong Edhi, Eko Setiawan, and Wijaya Kurniawan. "Sistem Kendali Ketinggian Quadcopter Menggunakan PID." *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 2.2 (2015): 125-131.
- [5] M. Young, *The Technical Writer's Handbook*. Mill Valley, CA: University Science, 1989.
- [6] Harista, Ardian Firsta, and Satyo Nuryadi. *Sistem Navigasi Quadcopter dan Pemantauan Udara*. Diss. University of Technology Yogyakarta, 2018.
- [7] Aziz, Firman. *Klasifikasi Physical Activity Berbasis Sensor Accelometer, Gyroscope Dan Gravity Menggunakan Algoritma Multi-Class Ensemble Gradientboost*. Deepublish, 2021.
- [8] Alamsyah, Sayyidul Aulia, and Muhammad Rivai. "Implementasi Lidar sebagai Kontrol Ketinggian Quadcopter." *Jurnal Teknik ITS* 8.2 (2020): A109-A114.
- [9] Purnama, Bambang Eka. "Pemanfaatan Global Positioning System Untuk Pelacakan Objek Bergerak." *Speed-Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi* 1.4 (2011).
- [10] Nugroho, Fredy Aga, Raden Sumiharto, and Roghib Muhammad Hujja. "Pengembangan Sistem Ground Control Station Berbasis Internet Webserver pada Pesawat Tanpa Awak." *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems (IJEIS)* 8.1 (2018): 1-12.
- [11] Handayani, Ariesta Martiningtyas, and Isnan Nur Rifa'i. "Sistem Ground Control Station Berbasis Mobile Untuk Pengamatan Dan Pengendalian Uav." *Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT)* 2.1: 23-30.
- [12] Ibrahim, Irvan. "RANCANG BANGUN STRUKTUR KAPAL UDARA AIM-02-X."
- [13] Wattimena, Abraham Z., and Sandro Lawalatta. "Aplikasi Algoritma Kruskal dalam Pengotimalan Panjang Pipa." *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan* 7.2 (2013): 13-18.
- [14] Darsyah, Moh Yamin. "Penggunaan stem and leaf dan boxplot untuk analisis data." *Jurnal Karya Pendidikan Matematika* 1.1 (2014).

