

Implementasi Wahana Tanpa Awak Otomatis Berbasis *Drone Quadcopter* untuk Pengiriman Makanan

Akbar Sujiwa^{1*}, Primarianus Kayetanus Antu¹

¹Universitas PGRI Adi Buana, Surabaya, Indonesia

*Email: akbarsujiwa@unipasby.ac.id

Abstract— Teknologi *drone* sudah mulai berkembang dengan pesat, banyak pengguna *drone* yang sudah menggunakan teknologi *drone* untuk pekerjaan, pendidikan, dan bahkan militer memanfaatkan teknologi ini. Dalam bidang pengiriman barang sudah mulai dikembangkan pengiriman menggunakan teknologi *drone* namun belum terlalu populer karena terkait keamanan saat proses pengiriman yang masih menjadi isu penggunaan *drone*. Selain digunakan untuk komersil, pemanfaatan *drone* seharusnya juga dapat digunakan dalam penanggulangan suatu kejadian bencana yang terkadang sulit untuk ditangani karena kondisi medan yang berat. Dimana saat terjadi bencana salah satu yang menjadi perhatian adalah pengiriman logistik baik berupa makanan ataupun obat-obatan yang merupakan kebutuhan utama bagi korban terdampak bencana. Melihat dari manfaat penggunaan *drone* yang cukup luas, maka dari sini peneliti ingin mengimplementasikan *drone* sebagai wahana pengirim makanan secara otomatis sehingga dapat mempermudah konsumen yang ingin membeli makanan tanpa harus membuang waktu dan tenaga di perjalanan. Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan peneliti berhasil membuat *drone* pengirim makanan yang mampu mengirimkan makanan dengan tingkat presisi pendaratan pengiriman sebesar 83% serta rata-rata eror jarak pendaratan dengan aslinya sebesar 21 cm. Untuk waktu yang ditempuh juga cukup konstan dengan rata-rata pengiriman sejauh 214 m sebesar 4 menit 20,1 detik.

Keywords: *Drone*, makanan, pengiriman, *quadcopter*

I. PENDAHULUAN

PERUSAHAAN diseluruh dunia bersiap untuk meluncurkan *drone* untuk digunakan dalam pengiriman paket. Banyak negara dan perusahaan telah mengelola pengiriman pertama mereka melalui *drone*, dengan penerbangan yang terlihat di Afrika, Australia, Eropa, dan Amerika Serikat, yang dilakukan oleh perusahaan besar seperti Google, Amazon, UPS, dan DHL [1]. Penggunaan *drone* komersial, seperti pengiriman *drone* bisa sangat berharga pengiriman perkotaan mil pertama dan terakhir, dalam menyebarkan layanan darurat dengan cepat agar mencapai tujuan dengan infrastruktur jalan yang buruk [2], [3].

Selain pengembangan secara matematis, beberapa peneliti juga melakukan peningkatan kinerja operasional dari *drone*.

Salah satu masalah yaitu untuk meningkatkan manajemen daya baterai, karena perilaku keluaran baterai tidak *linier*, dan tidak dapat diketahui secara pasti berapa banyak energi yang tersisa untuk digunakan *drone* untuk terbang. Dengan mengembangkan algoritma untuk mengamati keluaran baterai, *drone* dapat lebih efisien dan aman saat menjalankan tugasnya [4]. Pada penelitian lain menciptakan pengontrol penolakan angin untuk *drone* untuk melawan efek angin yang tidak seimbang, sehingga dapat menstabilkan *drone* dalam kecepatan angin lima meter per detik [5].

Eksplorasi aspek biaya dan waktu untuk masalah pembuatan *route* kendaraan pengiriman *drone* juga sangat penting, beberapa peneliti telah melakukan pengujian eksperimental, untuk penghitungan daya yang dibutuhkan *hexacopter* antara melayang di tempat, mengubah ketinggian, dan perpindahan *horizontal*. Hal ini memungkinkan untuk menyederhanakan model konsumsi daya untuk *drone* 1,5 kg untuk menggunakan output daya keadaan melayang yang dibagi di antara jumlah rotor. Pada saat yang sama, mereka mendemonstrasikan bahwa pendekatan *linier* sederhana dari persamaan energi ini dapat mewakili penggunaan energi dari *drone* yang diuji, memungkinkan mereka untuk dengan mudah memperkirakan peningkatan *output* daya *drone* untuk baterai dan *massa* muatan yang berbeda. Temuan ini dapat meningkatkan efisiensi semua pemodelan energi *drone* pengiriman jika terbukti benar untuk *drone* dan kategori berat yang berbeda [6], [7].

Pemanfaatan teknologi *drone* dapat aplikasikan dalam permasalahan bencana, seperti pada kasus saat akses jalan yang rusak menyebabkan kesulitan penanganan bencana karena tim SAR sulit menjangkau lokasi bencana karena medan yang berat. Selain permasalahan medan, waktu pengiriman logistik terutama dalam bentuk makanan dan obat-obatan perlu dikirim dalam waktu yang singkat. Oleh karena itu pengiriman pada jalur darat yang berat, dengan menggunakan *drone* akan sangat membantu dalam proses penanganan bencana [8], [9].

Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dibahas kinerja sistem *drone* yang dibangun dalam implementasinya untuk

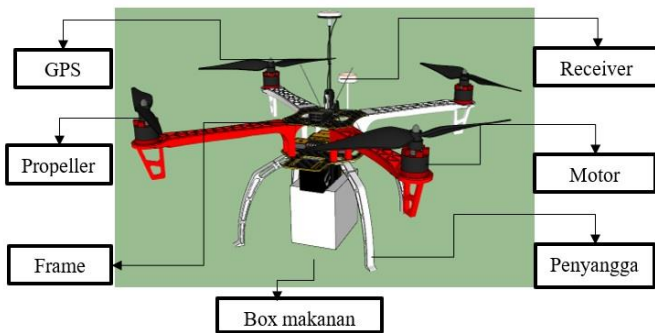
mengirim makanan, yang diukur dari eror jarak pendaratan saat mengirim makanan, persentase tingkat *presisi* posisi koordinat pengiriman makanan, dan juga durasi *drone* saat melakukan tugas pengiriman makanan.

II. METODE

Pada penelitian ini dibangun sebuah robot terbang atau *drone* yang memiliki kemampuan untuk membawa barang khususnya kotak makanan. Untuk mengetahui kinerja dari *drone* yang dibangun, peneliti telah merancang desain perangkat keras dan alur pengambilan data pada penelitian ini.

A. Desain Perangkat Keras

Jenis *drone* yang dibangun merupakan tipe *quadcopter* atau *drone* dengan empat buah baling-baling [10]. Perangkat keras yang dipakai antara lain *GPS module*, *propeler*, motor *brushless*, *frame F450*, *Flight Controller*, *ESC*, Baterai *Lippo*, *module receiver radio control*, dan *power module*. Gambaran desain keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain *drone* pengirim makanan [11]

Fungsi penggunaan *global positioning system* (GPS) pada *drone* adalah untuk menentukan lokasi *drone* berdasarkan koordinatnya di bumi, selain itu data koordinat dari GPS ini digunakan oleh *drone* untuk sistem pemandu pergerakan *drone* agar dapat menuju ke posisi selanjutnya yang telah ditetapkan [12], [13]. Agar *drone* mampu mengkoordinasikan pergerakan motor saat terbang dan mengolah data GPS dalam pergerakannya maka *drone* yang dibangun ini menggunakan perangkat pemrosesan yang dinamakan *flight controller* dengan tipe *Pixhawk 2.4.8*. *Flight controller* ini memiliki beberapa sensor seperti giroskop, akselerometer, barometer, dan kompas digital untuk mengontrol pergerakan motor dan baling-baling sehingga *drone* dapat terbang dengan stabil [14].

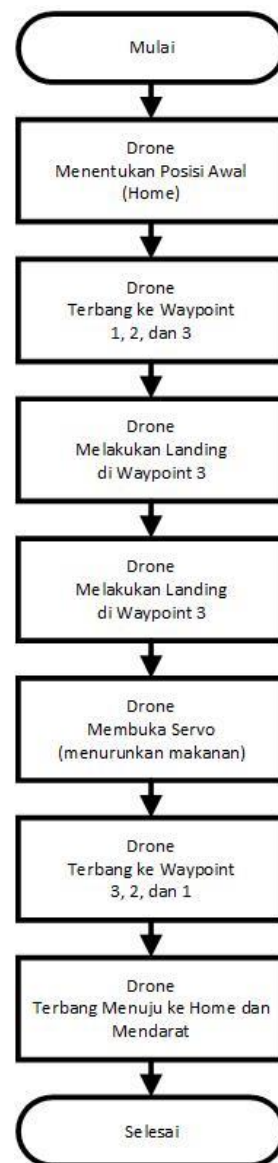
B. Perangkat Lunak

Sistem perangkat lunak sangat berperan besar dalam keberhasilan *drone* dalam melakukan tugas pengiriman, pada sistem *drone* yang dibangun ini digunakan *firmware* dari *software open source ArduPilot*. Dengan menggunakan *firmware* ini *drone* yang dibangun dapat diatur fungsinya untuk mengirimkan makanan dengan mengatur pergerakannya berdasarkan *waypoint* (titik acuan di peta). Dalam penggunaannya, *firmware ArduPilot* diinstal ke dalam *drone*

menggunakan *software Mission Planner*, gambaran antarmuka dari *software* ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Antar muka dari *software Mission Planner* [15]



Gambar 3. Diagram alir *drone*

Cara kerja pengiriman makanan menggunakan *drone* ini

mengikuti diagram alir pada Gambar 3. Sebelum terbang, *drone* harus menentukan posisi awal sebagai titik *home* agar *drone* dapat kembali ke posisi awal setelah proses pengiriman selesai. Kemudian *drone* mulai terbang vertikal pada ketinggian yang sudah ditetapkan, apabila sudah tercapai *drone* kemudian terbang secara *horizontal* ke *waypoint* ke 1, 2, dan 3. Pada *waypoint* 3 *drone* kemudian melakukan *landing* hingga mematikan putaran propeler untuk keamanan. Servo pengait makanan kemudian dibuka untuk meletakkan makanan yang sudah dibawa sebelumnya.

Ketika proses pengantaran sudah selesai, *drone* secara otomatis akan kembali ke posisi *home* dengan alur yang sama melalui *waypoint* 3, 2, dan 1. Saat *drone* sudah mencapai di *waypoint* terakhir kemudian *drone* bergerak secara *horizontal* menuju ke posisi *home* hingga akhirnya mendarat di posisi awal atau *home*.

Pada *software mission planner* ini terdapat beberapa algoritma yang digunakan untuk mengontrol kestabilan pergerakan *drone* antara lain algoritma PID yang digunakan untuk mengontrol motor agar dapat bergerak dengan presisi dengan karakteristik adanya umpan balik dari sistem. Selain itu digunakan pula algoritma *extended kalman filter* (EKF) digunakan untuk memperkirakan posisi kendaraan, kecepatan dan orientasi sudut berdasarkan giroskop laju, akselerometer, kompas (magnetometer), GPS, kecepatan udara, dan pengukuran tekanan barometrik.

C. Pengujian Drone

Sistem pengiriman makanan berbasis *drone* ini diuji dalam keadaan yang ideal, dengan kondisi area uji coba yang bebas dari aktivitas manusia dan keadaan area tanpa objek seperti pohon dan tanaman, hal ini ditujukan agar ketika terjadi suatu malfungsi pada *drone* maka tidak membahayakan orang di sekitar. Untuk menyimulasikan pergerakan *drone* saat mengirimkan makanan, pengujian dilaksanakan di sebuah lapangan dengan menentukan pergerakan *drone* berdasarkan titik-titik *waypoint* sesuai dengan Gambar 4.

Untuk mengetahui kinerja dari *drone* yang dibangun maka dilakukan dua jenis pengujian, yaitu pengujian tingkat akurasi posisi pengiriman, dan pengujian durasi pengiriman.

Pada pengujian akurasi posisi pengiriman, *drone* di diterbangkan sebanyak sepuluh kali dengan menghitung selisih antara posisi *latitude* (garis lintang) dan *longitude* (garis bujur) *drone* saat meletakkan makanan dengan titik *waypoint* yang sudah ditentukan di peta *software mission planner*.

Pada pengujian durasi pengiriman, *drone* diterbangkan sebanyak sepuluh kali kemudian dihitung waktu yang dihabiskan *drone* saat mengirimkan makanan hingga kembali ke posisi *home*.

D. Perhitungan Tingkat Presisi Pengiriman Drone

Dalam menentukan tingkat presisi pengiriman barang oleh *drone*, maka dilakukan suatu perhitungan secara berdasarkan posisi *latitude longitude* pendaratan benda yang dikirim kemudian dicari selisih jaraknya terhadap posisi yang ingin dicapai oleh *drone* berdasarkan set *waypoint*. Pengambilan data

sebanyak 10 kali dengan data berupa jarak dalam satuan meter. Kemudian dimasukkan ke rumus presisi pengukuran dengan perumusan sebagaimana berikut.

Rata-rata:
$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \tag{1}$$

Standar deviasi:
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{(n-1)}} \tag{2}$$

Ralat Mutlak:
$$\Delta x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \tag{3}$$

Ralat Nisbi:
$$I = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \times 100\% \tag{4}$$

Presisi:
$$K = 100\% - I \tag{5}$$



Gambar. 4. Waypoint Pengiriman Makanan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Drone yang dirancang telah berhasil dibangun dan diuji, hasil pengujian dari wahana tanpa awak otomatis berbasis *drone quadcopter* untuk pengiriman makanan ini dijelaskan pada data dan pembahasan berikut.

A. Drone Pengirim Makanan yang Dibangun

Drone yang dibangun merupakan tipe *quadcopter* dengan kapasitas baterai 3500 mAh 4S dengan dimensi (p×l×t) (36 x 36 x 18,5) cm. Dalam pengujiannya dibatasi mengangkut satu buah kotak makanan dengan dimensi (19 × 13 × 7) cm berat 300 gram. Bentuk *drone* yang telah dibangun dapat dilihat pada Gambar. 5.

Dengan kapasitas baterai sebesar 3500 mAh mampu terbang sebanyak 3 kali dengan jarak 214 meter. Sebenarnya *drone* masih mampu terbang lagi namun pada pertengahan perjalanan daya baterai sudah mencapai 30% yang mengaktifkan sistem *fail safe*, sehingga *drone crash* di percobaan keempat.



Gambar. 5. Drone Pengirim Makanan yang Dibangun

B. Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pengujian pengiriman makanan sebanyak sepuluh kali pengulangan diperoleh data hasil uji kinerja *drone* sebagaimana berikut.

B.1. Pengujian Akurasi Pengiriman

Pada pengujian ini *drone* diterbangkan sebanyak 10 kali untuk mengetahui ketepatan *drone* dalam menaruh makanan sesuai dengan yang sudah diatur dalam *waypoint*-nya. Data hasil uji terbang dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL 1.
PENGUJIAN AKURASI PENGIRIMAN

No.	Pengujian	Selisih Jarak (cm)
1	Uji Ke-1	19
2	Uji Ke-2	34
3	Uji Ke-3	13
4	Uji Ke-4	23
5	Uji Ke-5	13
6	Uji Ke-6	13
7	Uji Ke-7	23
8	Uji Ke-8	13
9	Uji Ke-9	23
10	Uji Ke-10	34
Rata-rata		21

Selisih atau *error* jarak pengiriman tertinggi terjadi pada pengujian ke-2 dan ke-10 sebesar 34 cm, sedangkan *error* terendah sebesar 13 cm terjadi sebanyak 4 kali. Rata-rata *error* dalam pengiriman sebesar 21 cm dan berdasarkan perhitungan tingkat presisinya menggunakan (5) didapat sebesar 83%.

B.2. Pengujian Durasi Pengiriman

Hasil pengujian durasi pengiriman disajikan pada Tabel II.

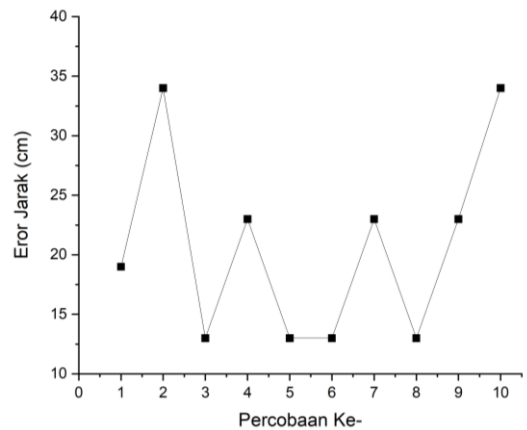
TABEL II
DATA PENGUKURAN WAKTU TEMPUH DRONE

No	Jarak (m)	Waktu tempuh <i>drone</i> (menit)
1	214	04:12.41
2	214	04:23.61
3	214	04:25.16
4	214	04:17.31
5	214	04:31.22
6	214	04:15.45
7	214	04:27.11
8	214	04:14.20
9	214	04:16.23
10	214	04:18.35
Rata-rata		04:20.10

Untuk mengetahui rata-rata durasi pengiriman, dilakukan pengujian sebanyak sepuluh kali dengan ditentukan terlebih dahulu kecepatan terbang drone sebesar 1m/s, kecepatan ini diambil agar drone mampu terbang secara stabil pada ketinggian 3 meter. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel II. Dari data tersebut terlihat bahwa rata-rata waktu tempuh dengan kecepatan 1 m/s dengan jarak 214 m sebesar 4 menit 20,1 detik. Waktu tempuh paling lama sebesar 4 menit 31,22 detik sedangkan tercepat 4 menit 12,41 detik.

C. Pembahasan

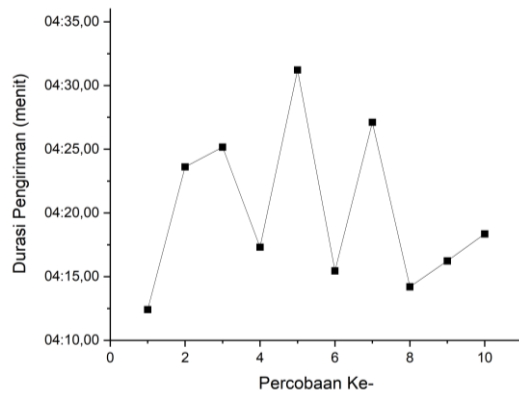
Untuk mempermudah menganalisis data yang sudah didapat maka data tersebut diubah dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 6.



Gambar. 6. Grafik Akurasi Pengiriman

Dapat diamati bahwa posisi pendaratan berubah-ubah di setiap kali percobaan dengan *error* terpendek berada di percobaan ketiga, kelima, keenam, dan kedelapan, hal ini dapat terjadi karena saat penerbangan kondisi angin cukup tenang dengan kecepatan angin antara 0- 0,9 m/s sehingga *drone* tidak kesulitan untuk mendarat pada posisi yang sudah ditentukan. Namun pada percobaan kedua dan kesepuluh jarak *error* jarak pendaratannya sebesar 34 cm, ini terjadi karena pada saat itu kondisi kecepatan angin cukup kencang dengan kecepatan antara 1,5–2,4 m/s sehingga menyebabkan *drone* sedikit kesulitan untuk mempertahankan posisinya saat mendarat. Dari sini dapat dikatakan bahwa posisi pendaratan cukup akurat sesuai dengan maksimum *error* akurasi dari GPS sebesar ±5 meter [16].

Pada data durasi waktu tempuh, ilustrasi grafik dapat dilihat pada Gambar. 7. Terlihat dari grafik tersebut bahwa waktu terlama terjadi di menit kesatu, hal ini dapat terjadi karena pada saat itu kondisi kecepatan angin 0 m/s sehingga *drone* tidak kesulitan untuk mempertahankan ketinggian dan posisi.



Gambar. 7. Grafik Durasi Waktu Tempuh

Pada tingkat akurasi pendaratan terjadi *error* terbesar di pengujian kedua dan kesepuluh, namun pada data ini bukan merupakan pengujian dengan waktu tempuh terlama. Waktu tempuh terlama terjadi pada percobaan kelima, hal ini dikarenakan kondisi angin pada saat pengujian ini berlangsung lebih lama dan berulang-ulang, sehingga butuh waktu yang lebih lama bagi *drone* untuk melawan angin dan mempertahankan posisinya saat terbang.

Pada pengujian pengiriman *drone* hasil pengujian yang dianalisis adalah keadaan barang yang dibawa setelah diletakkan ke titik penurunan. Keadaan barang yang berhasil dikirim dapat diamati pada Gambar 8. Hasil keseluruhan pengiriman *drone* mampu mengirimkan dengan keadaan yang ditampilkan pada Gambar 8 yang menunjukkan bahwa *drone* mampu mengirimkan barang dengan aman, hal ini terlihat dari posisi barang yang tidak terbalik dan kondisi kemasan barang dalam kondisi utuh.



Gambar. 8. Keadaan Barang Setelah Dikirim

IV. KESIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, *drone* yang dibangun mampu digunakan sebagai wahana untuk pengiriman makanan dari tempat pedagang makanan ke konsumen dengan rata-rata *error* jarak pendaratan sebesar 21 cm dengan tingkat presisi sebesar 83% serta durasi rata-rata tempuh pada jarak 214 m sebesar 4 menit 20,1 detik. Namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memaksimalkan akurasi posisi pengiriman agar wahana ini lebih aman, hal ini dapat ditambahkan fitur *precision landing* berbasis QR code untuk meningkatkan akurasi posisi pendaratannya, selain itu menambah ketinggian dan kecepatan

drone agar pengirimannya lebih efisien.

REFERENSI

- [1] K. Dorling, J. Heinrichs, G. G. Messier, and S. Magierowski, "Vehicle Routing Problems for *Drone* Delivery," *IEEE Trans Syst Man Cybern Syst*, vol. 47, no. 1, pp. 70–85, Jan. 2017, doi: 10.1109/TSMC.2016.2582745.
- [2] A. Otto, N. Agatz, J. Campbell, B. Golden, and E. Pesch, "Optimization approaches for civil applications of unmanned aerial vehicles (UAVs) or aerial *drones*: A survey," *Networks*, vol. 72, no. 4, pp. 411–458, Dec. 2018, doi: 10.1002/NET.21818.
- [3] M. Perreault and K. Behdina, "Delivery *Drone* Driving Cycle," *IEEE Trans Veh Technol*, vol. 70, no. 2, pp. 1146–1156, Feb. 2021, doi: 10.1109/TVT.2021.3053536.
- [4] Y. Chen, D. Baek, A. Bocca, A. Macii, E. Macii, and M. Poncino, "A case for a battery-aware model of *drone* energy consumption," *INTELEC, International Telecommunications Energy Conference (Proceedings)*, vol. 2018-October, Jan. 2019, doi: 10.1109/INTELEC.2018.8612333.
- [5] D. Wang, P. Hu, J. Du, P. Zhou, T. Deng, and M. Hu, "Routing and Scheduling for Hybrid Truck-*Drone* Collaborative Parcel Delivery With Independent and Truck-Carried *Drones*," *IEEE Internet Things J*, vol. 6, no. 6, pp. 10483–10495, Dec. 2019, doi: 10.1109/JIOT.2019.2939397.
- [6] R. Sun, Y. Tian, H. Zhang, R. Yue, B. Lv, and J. Chen, "Data-Driven Synthetic Optimization Method for Driving Cycle Development," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 162559–162570, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2950169.
- [7] A. Sujiwa and I. Santoso, "Automatic Coffee Maker Machine Based on Internet of Things (IoT)," *BEST: Journal of Applied Electrical, Science, & Technology*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2022.
- [8] N. ALAMSYAH, ROSMIATI, and HARIANI, "Perancangan Prototype Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Berbasis *Quadcopter* Sebagai Sistem Keamanan Gedung," *Jurnal INSTEK (Informatika Sains dan Teknologi)*, vol. 7, no. 1, pp. 122–127, Apr. 2022, doi: 10.24252/INSTEK.V7I1.28866.
- [9] A. Sujiwa and I. P. Raharjo, "Design and Construction of Automatic Portable Disinfectant Button to Prevent the Spread of The Covid-19 Virus," *BEST: Journal of Applied Electrical, Science, & Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 1–4, 2021.
- [10] E. Kavichai, R. Huang, and S. W. Woo, "*Quadcopter* movement control using image processing techniques," *Proceedings of the 16th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, ECTI-CON 2019*, pp. 939–942, Jul. 2019, doi: 10.1109/ECTI-CON47248.2019.8955346.
- [11] "Wahana Pengiriman Makanan Tanpa Awak Berbasis *Drone Quadcopter* secara Otomatis Berbasis *Waypoint* - Adi Buana Repository." <https://repository.unipasby.ac.id/id/eprint/201/> (accessed Nov. 15, 2022).
- [12] N. Shijith, P. Poornachandran, V. G. Sujadevi, and M. M. Dharmana, "Spoofing technique to counterfeit the GPS receiver on a *drone*," *Proceedings of 2017 IEEE International Conference on Technological Advancements in Power and Energy: Exploring Energy Solutions for an Intelligent Power Grid, TAP Energy 2017*, pp. 1–3, Jun. 2018, doi: 10.1109/TAPENERGY.2017.8397268.
- [13] T. Wang, C. Ruf, B. Block, and D. McKague, "Characterization of the transmit power and antenna pattern of the GPS constellation for the cygnus mission," *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, vol. 2018-July, pp. 4011–4014, Oct. 2018, doi: 10.1109/IGARSS.2018.8518531.
- [14] N. Sethi and S. Ahlawat, "Low-fidelity design optimization and development of a VTOL swarm UAV with an open-source framework," *Array*, vol. 14, p. 100183, Jul. 2022, doi: 10.1016/J.ARRAY.2022.100183.
- [15] "Mission Planner Home — Mission Planner documentation." <https://ardupilot.org/planner/> (accessed Nov. 15, 2022).
- [16] K. Saito and T. Sugiyama, "GPS Pseudo Range Correction by the Number of Reflections and Incident Angle Estimations," *International Conference on ICT Convergence*, vol. 2021-October, pp. 1014–1018, 2021, doi: 10.1109/ICTC52510.2021.9620805.