

Analisis Kinerja metode Hubeny Formula dalam Navigasi Drone

Otonomus Menggunakan GPS

Kindi Mauludi¹, Aji Gautama Putrada², Maman Abdurohman³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

kindimauludi@student.telkomuni.ac.id, ajigps@telkomuni.ac.id, abdurohman@talkomuni.ac.id

Abstract

Drone atau *Unmanned Aerial Vehicle Drone (UAV)* saat ini telah banyak digunakan diberbagai bidang kehidupan, drone biasanya dikendalikan menggunakan *remote control*, tetapi untuk mengendalikan drone menggunakan *remote control* diperlukan keahlian khusus, sehingga tidak semua pengguna dapat langsung mengendalikan *drone* dengan baik. Dengan drone yang dapat terbang secara otonom dapat membantu pengguna dalam mengendalikan *drone* dengan mudah. *Drone* menggunakan *Raspberry Pi 3* untuk memproses jalur penerbangan yang akan ditempuh oleh *drone* dengan bantuan GPS, data penerbangan berupa koordinat pada bumi yang telah ditempuh oleh *drone* akan disimpan, yang nantinya akan dianalisis menggunakan formula hubeny, kemudian diketahui apakah *drone* dapat terbang secara otonom sesuai rute penerbangan yang telah ditentukan sebelumnya. Dari pengujian yang telah dilakukan mendapati bahwa formula hubeny dapat menganalisis apakah drone dapat terbang sesuai dengan rute yang telah ditetapkan, dengan tingkat eror sebesar 21.1157%.

Kata kunci: *drone, GPS, raspberry pi 3, formula hubeny, koordinat*

Abstract:

Drones or Unmanned Aerial Vehicle Drones (UAVs) are currently widely used in various fields of life, drones are usually controlled using remote control, but to control drones using remote control requires special skills, so not all users can directly control the drone properly. With drones that can fly autonomously, it can help users control the drone easily. The drone uses the Raspberry Pi 3 to process the flight path that the drone will take with the help of GPS, flight data in the form of coordinates on the ground that the drone has traveled will be stored, which will later be analyzed using the Hubeny formula, then it is known whether the drone can fly autonomously according to the route predetermined flight.

Keywords: *drone, GPS, raspberry pi 3, formula hubeny, koordinat*

1. Pendahuluan

Drone atau *Unmanned Aerial Vehicles (UAV)* merupakan pesawat tak berawak, *drone* memiliki kemampuan untuk menjalani tugas-tugas sulit yang bisa membahayakan keselamatan atau kesehatan seseorang. *Drone* pertama kali dikembangkan untuk kepentingan militer, *drone* digunakan sebagai pengintai musuh dan mengurangi korban manusia. Penggunaan *drone* saat ini tidak hanya digunakan dalam bidang militer saja[1], *drone* juga sudah banyak digunakan diberbagai bidang kehidupan, seperti dalam bidang jurnalisme digunakan untuk melakukan perekaman

video dan foto dari udara, *Search and Rescue (SAR)* digunakan untuk mengamati kondisi dan melakukan pencarian korban di daerah yang terkena bencana. Kemudian di bidang pendidikan *drone* juga sering digunakan sebagai objek dalam melakukan penelitian, salah satunya mengenai pengendalian navigasi[2].

Pengendalian navigasi merupakan cara untuk mengendalikan atau mengatur arah pergerakan *drone*, pengendalian navigasi *drone* biasanya dilakukan menggunakan *remote control*. Untuk melakukan pengendalian *drone* menggunakan *remote control*, tidak semua pengguna dapat melakukan dengan baik. Dibutuhkan keahlian khusus untuk menggunakan *remote control*[2]. Maka dari itu dibutuhkan sistem pengendalian navigasi *drone* yang dapat mempermudah pengguna untuk mengendalikan *drone*, yaitu salah satunya dengan menggunakan pengendalian navigasi *drone* secara otonom. Dengan pengendalian *drone* secara otonom, *drone* dapat dengan mudah digunakan di berbagai bidang kehidupan. Para pengguna *drone* dapat dengan mudah mengendalikan *drone* untuk melakukan tugas-tugas sulit yang bisa membahayakan keselamatan atau kesehatan seseorang.

Dalam penelitian kali ini menggunakan formula hubeny untuk mengetahui berapa besar jarak antara rute penerbangan yang telah ditentukan sebelumnya dengan rute penerbangan yang telah dilalui oleh *drone*. Sehingga didapatkan berapa besar jaraknya. Dalam perhitungan dua jarak menggunakan dua titik garis lintang dan bujur terdapat beberapa metode, seperti *haversine* dan *vincenty*. Formula. Dalam formula *haversine* dan formula *vincenty* hanya menghitung jarak terdekat dari titik ke titik dengan mempertimbangkan bentuk elips bumi[3]. Dalam tugas besar ini digunakan formula hubeny dikarenakan untuk menganalisis perubahan jarak antara rute penerbangan yang telah ditentukan dengan rute penerbangan yang telah dilalui[4].

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan, dalam penelitian tugas akhir ini akan dirancang sebuah *drone* yang dapat terbang secara otonom dengan bantuan *GPS*, sehingga *drone* dapat digunakan dengan mudah dalam suatu area tertentu yang dikendalikan dari jarak jauh.

2. Studi Terkait

2.1. Drone

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Chaimaa Jihane (2017) dengan judul “Autonomous Navigation for an Unmanned Aerial Vehicle by the Decomposition Coordination Method” penelitian ini menunjukkan bahwa *drone* berpengerak 4 motor dimana 2 motor bergerak searah jarum jam, dan 2 motor lainnya bergerak berlawanan arah jarum jam yang digunakan untuk pengendalian *drone* sehingga *drone* lebih stabil dan simentris[5].

2.2. GPS

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tuton Chandra Mallick dengan judul “*Design & Implementation of an UAV (Drone) with Flight Data Record*” menyatakan bahwa untuk mendesain *multicopter* yang stabil kita perlu mempertahankan beberapa fisika, matematika dan aerodinamika. Penggunaan modul *GPS* dapat membantu membuat sistem otonom. *GPS* dapat membantu menemukan

koordinat dan menjangkau koordinat tersebut[6]. Penggunaan GPS pada *drone* juga dapat membuat *drone* menjadi lebih stabil, karena GPS juga akan membantu pengendalian navigasi *drone*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Masataka Kan dengan judul “Development of Drone Capable of Autonomous Flight Using GPS” penelitian ini menunjukkan *drone* yang mampu terbang secara otonom dikembangkan dengan komputer Raspberry Pi untuk kontrol penerbangan dan sensor *GPS* pada AR. Drone 2.0. Percobaan pada kontrol penerbangan dilakukan, dan kontrol penerbangan otonom *drone* di evaluasi dengan membandingkan rute penerbangan yang direncanakan dari garis lurus berbentuk L, yang akhirnya *drone* dapat terbang secara mandiri disepanjang rute penerbangan yang telah direncanakan[7]. Penggunaan raspberry pi digunakan untuk menggantikan *remote control* yang sebelumnya digunakan untuk mengendalikan *drone*.

Spesifikasi dari modul yang terlihat pada Gambar 3 adalah nilai TIFP maksimum 45 detik, tipe receiver 72 chanel, akurasi kecepatan 0,05 m/s, akurasi posisi horizontal 2,5 m, update rate 10 Hz, tegangan kerja 3,6V, arus konsumsi maksimum 67 mA dan komunikasi interface UART [8]

2.3. Sensor

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh James Lu (2017) dengan judul “Autonomous Navigation in Drone Racecourse” penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sensor *US Rangefinder* yang dipasang di bawah kaki *drone* dan sensor tekanan yang digunakan untuk mengukur ketinggian *drone*. Sensor *magnetometer* juga digunakan pada *drone* ini, yang berfungsi menghindari *drone* menabrak pos atau rintangan yang disediakan pada saat perlombaan [9].

2.4. Formula hubeny

Formula hubeny adalah formula yang menganalisis jarak, dengan tujuan untuk mempertimbangkan kurva bumi, untuk menentukan dua jarak koordinasi dengan tujuan berapa besar selisih antara dua jarak yang ditempuh. Formula hubeny pada penelitian ini digunakan untuk menganalisis apakah *drone* telah terbang sesuai dengan jalur penerbangan yang telah ditentukan sebelumnya [10]. Berikut merupakan rumus dari formula hubeny

$$e(t) = \sqrt{\{M(\lambda_{GP} - \lambda_{SP})\}^2 + \{N\bar{\varphi}(\varphi_{GP} - \varphi_{SP})\}^2} \quad (1)$$

$$M = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 \sin^2 \bar{\varphi})^{\frac{3}{2}}} \quad (2)$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1-e^2 \sin^2 \bar{\varphi}}} \quad (3)$$

Dalam rumus tersebut λ_{GP} dan φ_{GP} menyatakan garis lintang dan bujur dari koordinat tujuan, λ_{SP} dan φ_{SP} menyatakan garis lintang dan bujur dari koordinat awal, $\bar{\varphi}$ menyatakan nilai rata-rata garis lintang antara koordinat

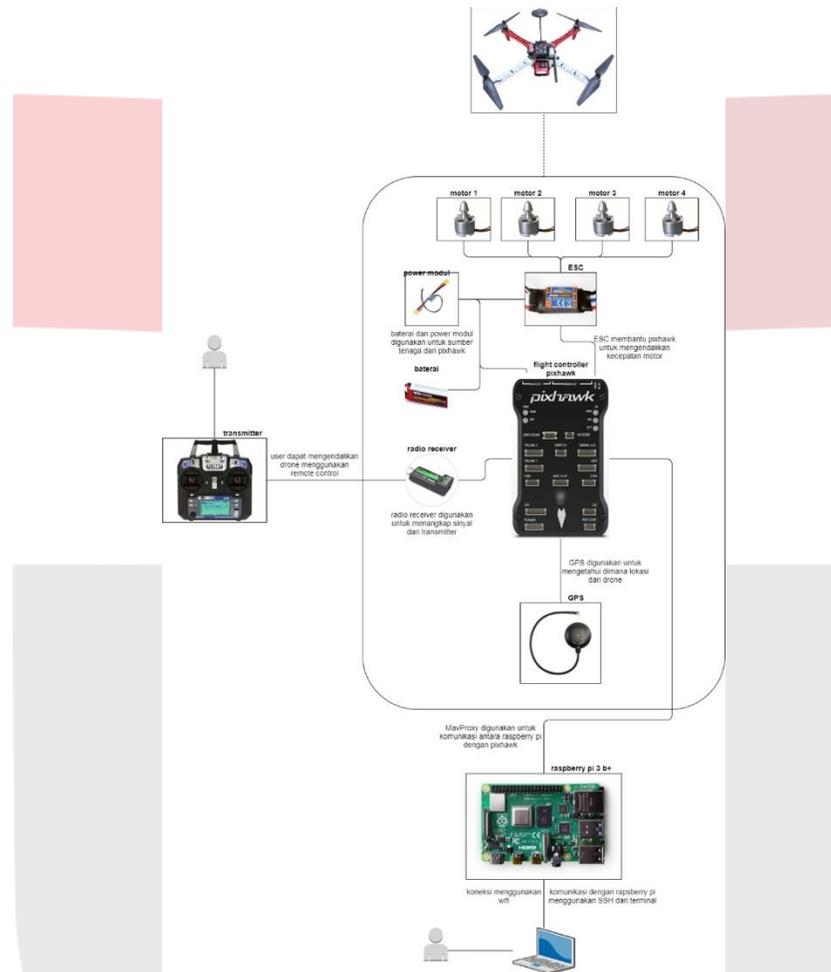
sasaran dan posisi mandiri, M menyatakan jari-jari kelengkungan meridian, N menyatakan jari-jari kelengkungan dari lingkaran vertikal utama, e dan a menyatakan eksentrisitas utama dan jari-jari katulistiwa.

Formula hubeny biasanya digunakan untuk menganalisis antara dua titik yang ada dibumi, sehingga pada penelitian ini tidak bisa menggunakan rumus seperti euclidean distance. Rumus euclidean distance digunakan untuk mengukur dalam garis lurus, rumus euclidean berkaitan dengan teorema pythagoras dan biasanya diterapkan pada 1, 2, dan 3 dimensi.

3. Perancangan sistem

3.1. Perakitan drone

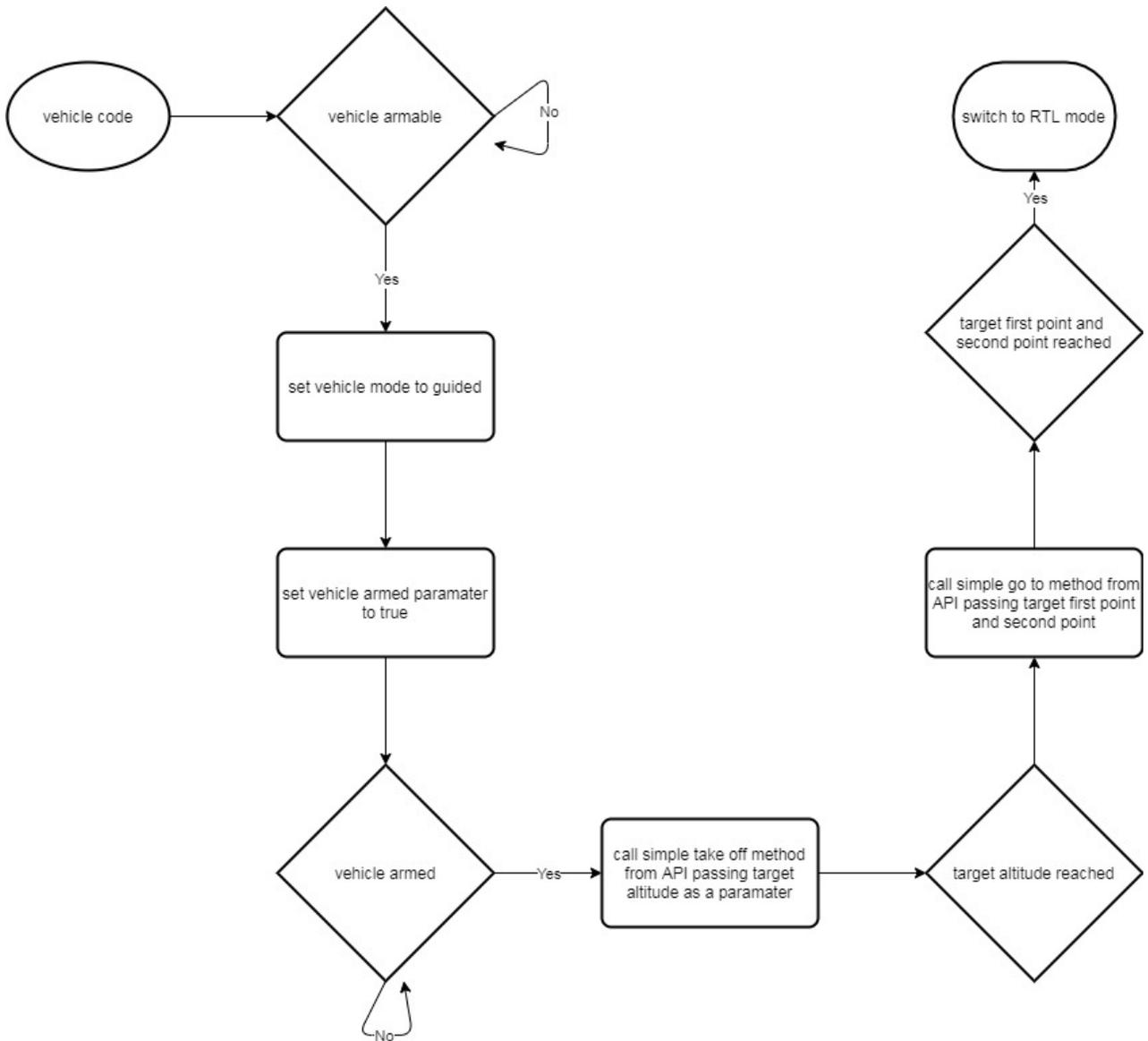
Perakitan dimulai dengan membuat drone yang menggunakan GPS untuk mengikuti rute penerbangan yang telah disimpan di dalam raspberry pi, dan rute yang telah dilalui oleh drone disimpan didalam memory yang telah disiapkan oleh flight controller. Flight controller yang digunakan adalah pixhawk px4 yang telah dihubungkan oleh raspberry pi melalui port usb yang tersedia pada flight controller. Sumber daya yang digunakan raspberry pi diperoleh dari port telem2 dan dihubungkan melalui port GPIO raspberry pi.



gambar 1 diagram drone

3.2. Perancangan sistem

Setelah proses perakitan drone tahapan berikutnya adalah setting raspberry pi untuk mengendalikan drone secara autom. Pada penelitian tugas akhir ini menggunakan tools drone kit, dan untuk komunikasi antara flight controller pixhawk dengan raspberry pi menggunakan mavlink. Untuk menjalankan sistem otonom raspberry pi diprogram menggunakan Bahasa pemograman python. Untuk memantau drone dan memberikan perintah yang dijalankan raspberry pi dibutuhkan computer tambahan yang dihubungkan melalui protocol jaringan SSH. Berikut adalah flowchart dari baris code yang digunakan:



gambar 2 flowchart program otonom drone

3.3. Pengumpulan data

Setelah melakukan test koneksi antara computer dengan raspberry pi, tahap selanjutnya adalah mencoba drone untuk terbang secara otonom. Rute penerbangan yang telah dilalui oleh drone tersimpan pada memory yang terdapat pada flight controller. Berikut merupakan jalur yang telah dilalui oleh drone



gambar 3 jalur penerbangan

dari gambar diatas dapat hasil yang dilihat dari google earth. Garis merah merupakan rute yang akan dilalui drone secara otonom dan garis hijau adalah rute yang telah drone lalui.

3.4. Perhitungan akurasi

Hasil data yang telah disimpan selama drone terbang secara otonom dihitung menggunakan formula hubeny. Formula hubeny digunakan untuk menganalisis jarak, dengan tujuan untuk mempertimbangkan kurfa bumi, untuk menentukan dua jarak koordinasi dengan tujuan berapa besar selisih antara dua jarak yang ditempuh.

4. Evaluasi

4.1. Hasil pengujian

Pengujian ini dilakukan pada data yang telah didapatkan selama drone terbang secara otonom, data yang telah didapatkan ditampilkan menggunakan aplikasi google earth untuk mendapatkan latitude dan longtitude. Berikut merupakan latitude dan longtitude dari 2 titik yang akan dilalui oleh drone dan jalur yang telah dilalui oleh drone:

Table 1 koordinat jalur

	latitude titik 1	longitude titik 1	Latitude titik 2	longitude titik 2	Latitude titik 3	longitude titik 3
Rute penerbangan	-6,199992	106,605614	-6,199992	106,606089	-6,200483	106,606078

Rute drone	-6,200003	106,605606	-6,200003	106,606081	-6,200472	106,606069
------------	-----------	------------	-----------	------------	-----------	------------

Dalam koordinat drone akan melakukan penerbangan secara otonom dari titik-1 6°11'59.97"S 106°36'20.21"E menuju ke titik-2 6°11'59.97"S 106°36'21.92"E lalu menuju ke titik-3 6°12'01.74"S 106°36'21.88"E dan setelah melakukan penerbangan secara otonom didapatkan data drone terbang dari 6°11'59.98"E 106°36'20.15"E menuju ke 6°11'59.96"E 106°36'21.92"E lalu menuju ke 6°12'01.70"S 106°36'21.85"E. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja formula hubeny dalam menganalisis navigasi drone berbasis GPS.

4.2. Analisis kinerja hubeni formula

Setelah mendapatkan latitude dan longitude rute penerbangan dan rute yang telah dilalui drone, selanjutnya adalah melakukan analisis selisih jarak dari rute yang akan ditempuh dengan rute yang telah ditempuh oleh drone menggunakan formula hubeny.

Table 2 hasil perhitungan formula hubeny

Selisih jarak titik 1	0,1718 meter
Selisih jarak titik 2	0,173 meter
Selisih jarak titik 2	0,173 meter

Drone berhasil melakukan penerbangan secara otonom memulai start dengan menuju titik ke satu pada koordinat 6°11'59.98"E 106°36'20.15"E, dimana titik yang telah ditentukan sebelumnya berada pada koordinat 6°11'59.97"S 106°36'20.21"E. hasil dari perhitungan hubeny memiliki selisih jarak sebesar 0,1718 meter

Kemudian drone melanjutkan penerbangan secara otonom menuju titik ke dua dan berhenti pada koordinat 6°11'59.96"E 106°36'21.92"E, dimana titik yang telah ditentukan sebelumnya pada koordinat 6°11'59.97"S 106°36'21.92"E. untuk selisih jarak antara dua koordinat dititik ke dua setelah dihitung menggunakan formula hubeny adalah 0,173 meter. kemudian drone melanjutkan penerbangan secara otonom menuju titik ke tiga pada koordinat 6°12'01.70"S 106°36'21.85, dimana titik yang telah ditentukan sebelumnya pada koordinat 6°12'01.74"S 106°36'21.88"E. untuk selisih jarak antara dua koordinat dititik ketiga setelah dihitung menggunakan formula hubeny adalah 0,173 meter

Dari ketiga data yang telah dilakukan perhitungan menggunakan formula hubeny didapati rata-rata selisih jarak rute drone sebesar 0,001713 meter.

Jarak tempuh dari drone setelah diterbangkan secara otonom dari titik 1 ke titik 2 adalah 69,5 meter dimana jika ditarik garis lurus antara 2 garis sebesar 53,7 meter. Untuk jarak antara titik 2 ke titik 3 adalah 67,7 meter dimana jika ditarik garis lurus antara 2 garis sebesar 54,5 meter. Dari data selisih jarak tersebut didapati nilai hasil mean absolute percentage error (MAPE) sebesar 21,1157%. Hasil akurasi jarak yang ditempuh oleh drone dengan jarak antara dua titik dapat disebabkan oleh berat dari drone dan seberapa kencang angin menimpa drone.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapat dalam penelitian dan penyusunan penelitian ini serta disesuaikan dengan tujuannya, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Formula hubeny dapat digunakan untuk melakukan analisis apakah drone telah terbang sesuai dengan jalur yang telah ditentukan sebelumnya.
2. Penggunaan drone yang terbang secara otonom dapat membantu pengguna drone mencapai titik yang diinginkan dengan mudah tanpa harus menerbangkan drone dengan remote control
3. Berdasarkan hasil uji mean absolute percentage error (MAPE) menghitung rata-rata selisih jarak rute drone sebesar 21.1157%. berapa besar beban yang dibawa oleh drone dan seberapa besar angin yang menimpa drone saat sedang mengudara sangat mempengaruhi tingkat error yang didapati

Reference

- [1] B. Utomo, "Drone Untuk Percepatan Pemetaan Bidang," *2017 Fak. Huk. dan Ilmu Sos. UNDIKSHA dan IGI*, vol. 18, no. 2, pp. 146–155, 2017.
- [2] S. Hidayatullah, G. E. Setyawan, and S. R. Akbar, "Perancangan Perangkat Pengendali Navigasi AR Drone Quadcopter Berbasis Hand Gesture dengan Metode Complementary Filter," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 9, pp. 3321–3327, 2018.
- [3] H. Mahmoud and N. Akkari, "Shortest Path Calculation: A Comparative Study for Location-Based Recommender System," *Proc. - 2016 World Symp. Comput. Appl. Res. WSCAR 2016*, pp. 1–5, 2016, doi: 10.1109/WSCAR.2016.16.
- [4] F. Sato, T. Tanabe, H. Murase, M. Tominari, and M. Kawai, "Application of a wearable GPS unit for examining interindividual distances in a herd of thoroughbred dams and their foals," *J. Equine Sci.*, vol. 28, no. 1, pp. 13–17, 2017, doi: 10.1294/jes.28.13.
- [5] C. Jihane, H. El Ouarrak, M. Mestari, and M. Rachik, "Autonomous navigation for an unmanned aerial vehicle by the decomposition coordination method," *Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci. Informatics*, vol. 4, no. September, pp. 544–549, 2017, doi: 10.11591/eecsi.4.1057.
- [6] T. C. Mallick, M. A. I. Bhuyan, and M. S. Munna, "Design & Implementation of an UAV (Drone) with Flight Data Record," *2016 Int. Conf. Innov. Sci. Eng. Technol. ICISSET 2016*, 2017, doi: 10.1109/ICISSET.2016.7856519.
- [7] M. K. Author, S. Okamoto, and J. H. Lee, "Development of Drone Capable of Autonomous Flight Using GPS," *Proc. Int. MultiConference Eng. Comput. Sci. 2018*, vol. II, pp. 0–4, 2018.
- [8] F. Firdaus and I. Ismail, "Komparasi Akurasi Global Position System (GPS) Receiver U-blox Neo-6M dan U-blox Neo-M8N pada Navigasi Quadcopter," *Elektron J. Ilm.*, vol. 12, no. 1, pp. 12–15, 2020, doi: 10.30630/eji.12.1.137.
- [9] J. Lu and B. Smith, "Autonomous navigation in drone racecourse," *2017 IEEE MIT Undergrad. Res. Technol. Conf. URTC 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 1–4, 2018, doi: 10.1109/URTC.2017.8284213.
- [10] S. Iwasaki, K. Hashimoto, and K. Otake, "Analysis of Trade Area for Retail Industry Store Using Consumer Purchase Record," *Springer Int. Publ. AG 2017*, vol. 10282, pp. 177–189, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-58559-8.