

PURWARUPA SISTEM PENDETEKSI JARAK ANTAR QUADROTOR DENGAN SENSOR GPS

Esa Apriaskar¹, AriestaMartiningtyas Handayani²

^{1,2}Departemen TeknikElektroandanInformatika, SekolahVokasi, UniversitasGadjahMada, Yogyakarta

email : esa.apriaskar@ugm.ac.id¹, ariesta_mh@mail.ugm.ac.id²

Abstrak

Teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang cukup pesat perkembangannya dalam beberapa tahun terakhir ini adalah *quadrotor*. Semakin banyaknya pemanfaatan *quadrotor* di berbagai aspek kehidupan menjadi salah satu faktor pendorong perkembangan penelitian tentang teknologi *quadrotor*. Salah satu perkembangan tersebut adalah sistem kawanan *quadrotor* yang mampu membentuk formasi tertentu secara otomatis. Kemampuan satu *quadrotor* untuk mengetahui jaraknya dengan *quadrotor* lain merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kesuksesan pembentukan formasi kawanan *quadrotor*. Penelitian ini bertujuan untuk membuat purwarupa sistem pendeteksi jarak yang mampu menunjang misi formasi kawanan *quadrotor*. Dua pasang data sudut *latitude* (lintang) dan sudut *longitude* (bujur) dari sensor GPS yang merepresentasikan posisi koordinat dari 2 buah *quadrotor* dihitung menggunakan formula haversine untuk mendapatkan jarak antara dua posisi *quadrotor*. Data hasil perhitungan sistem dibandingkan dengan jarak sebenarnya untuk menguji keberhasilan sistem dalam menghitung jarak antara dua posisi *quadrotor*.

Kata Kunci: *quadrotor*, jarak, sensor GPS, *haversine*

Abstract

Technology of UAV (Unmanned Aerial Vehicle) which is quite rapidly developing in recent years, is *quadrotor*. The increasing number of *quadrotor* utilization in various aspects of life is one of the factors driving the development of research on *quadrotor* technology. The ability of a *quadrotor* to determine its distance from other *quadrotor* is one of the important factors that can support the success of formation swarm of *quadrotor*. This research aimed to create a prototype of distance detection system capable of supporting the mission of the formation swarm of *quadrotor*. Two pairs of *latitude* and *longitude* angles data from GPS sensor which represented coordinate position of 2 *quadrotors* were calculated using haversine formula to get the distance between 2 *quadrotors*. Data resulted from the system are compared with actual distance to test the success of the system in calculating the distance between two *quadrotor* distance.

Keywords: *quadrotor*, distance, GPS sensor, *haversine*

1. PENDAHULUAN

Robot merupakan suatu mesin yang memiliki kemampuan untuk mengerjakan suatu urutan aktivitas tertentu secara otomatis dan di dalamnya terdapat sistem komputer yang memungkinkan untuk diprogram ulang berdasarkan keinginan yang diharapkan oleh manusia. Baik robot tersebut bekerja di darat, laut atau udara, robot pada umumnya memang digunakan untuk membantu aktivitas manusia [1]. Beberapa robot ini mungkin bisa menjadi contoh pemanfaatan robot bagi manusia, yaitu GSR (*Ground Surveillance Robot*)[2], yang merupakan robot darat dengan kemampuan menjelajahi suatu wilayah yang belum dikenal. Robot jenis ini bisa bermanfaat dalam misi-

misi di bidang militer. Tidak hanya di darat, di laut pun terdapat robot yang bermanfaat di bidang militer, seperti NDRE-AUV [3] yang merupakan robot hasil penelitian dari Norwegia. Di udara, ada “*the flying bomb*” yang merupakan salah satu robot udara yang dikembangkan saat perang dunia I dan digunakan untuk membawa bom dan menjatuhkannya di area musuh [4]. Dalam perkembangannya, kini jenis robot yang menyerupai ketiga robot tersebut sering juga disebut dengan istilah kendaraan tanpa awak. Penggunaan teknologi kendaraan tanpa awak memang tidak hanya terbatas di dunia militer saja. Hal itu telah mulai dikembangkan ke berbagai bidang, mulai dari pemanfaatan di bidang fotografi, pertanian, pengiriman barang hingga mitigasi bencana. Hal itu rasanya

cukup menjadi bukti bahwa perkembangan teknologi kendaraan tanpa awak sangat diperlukan. *Quadrotor* menjadi salah satu kendaraan tanpa awak yang sangat dikenal oleh masyarakat saat ini, yang merupakan salah satu jenis UAV dengan baling-baling (*rotor*) sebagai penggerak. Robot tersebut disebut *quadrotor* karena memiliki 4 buah baling-baling. Secara teknis, *quadrotor* dapat beroperasi secara manual maupun otomatis. Secara manual, *quadrotor* dikendalikan menggunakan remote control untuk mengatur ketinggian, kecepatan dan arah pergerakan *quadrotor*. Adapun secara otomatis, *quadrotor* bisa beroperasi berdasarkan titik-titik koordinat way point yang ditentukan sebelum *quadrotor* bergerak. *Quadrotor* yang beroperasi secara otomatis itu biasa disebut dengan *autonomous quadrotor*.

Selain itu, *quadrotor* juga dikenal memiliki kemampuan manuver yang lebih baik dibandingkan dengan jenis UAV lainnya. Hal ini yang membuat *quadrotor* menjadi salah satu jenis UAV yang sering dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti contohnya yang dilakukan oleh [5]. Pada penelitian itu, *quadrotor* dimanfaatkan untuk pemeriksaan tanaman pada suatu lahan pertanian. Sebenarnya memang pemanfaatan *quadrotor* di bidang pertanian sudah mulai banyak. Namun, yang menjadi unik pada penelitian itu adalah penggunaan teknologi formasi kawanan pada *quadrotor* atau yang sering disebut dengan istilah *swarm quadrotor*. Keuntungannya adalah pada penghematan waktu saat pemeriksaan tanaman. Dengan demikian, potensi pemanfaatan teknologi *swarmquadrotor* ini masih sangat terbuka di berbagai bidang. Dengan adanya teknologi *swarm*, setidaknya mampu menanggulangi permasalahan mendasar yang dimiliki oleh *quadrotor* pada umumnya, yakni keterbatasan durasi terbang [6].

Sebuah *quadrotor* pada umumnya menggunakan sensor GPS untuk mendapatkan informasi tentang posisinya[7]. Namun demikian, jika digunakan beberapa *quadrotor* untuk melakukan suatu misi tertentu yang

saling berkaitan, maka informasi tentang posisi masing-masing *quadrotor* saja terkadang tidak cukup. Terdapat faktor penting yang tidak boleh ditinggalkan agar misi formasi yang diharapkan oleh *swarmquadrotor* dapat bekerja dengan baik. Salah satunya adalah kemampuan suatu *quadrotor* dalam mendeteksi jarak antara posisinya dengan posisi dari *quadrotor* lain. Penelitian ini bertujuan untuk ikut berperan aktif dalam pengembangan teknologi *swarm quadrotor*, secara lebih spesifik akan ditunjukkan pada pembuatan sistem pendeteksi jarak antar *quadrotor*.

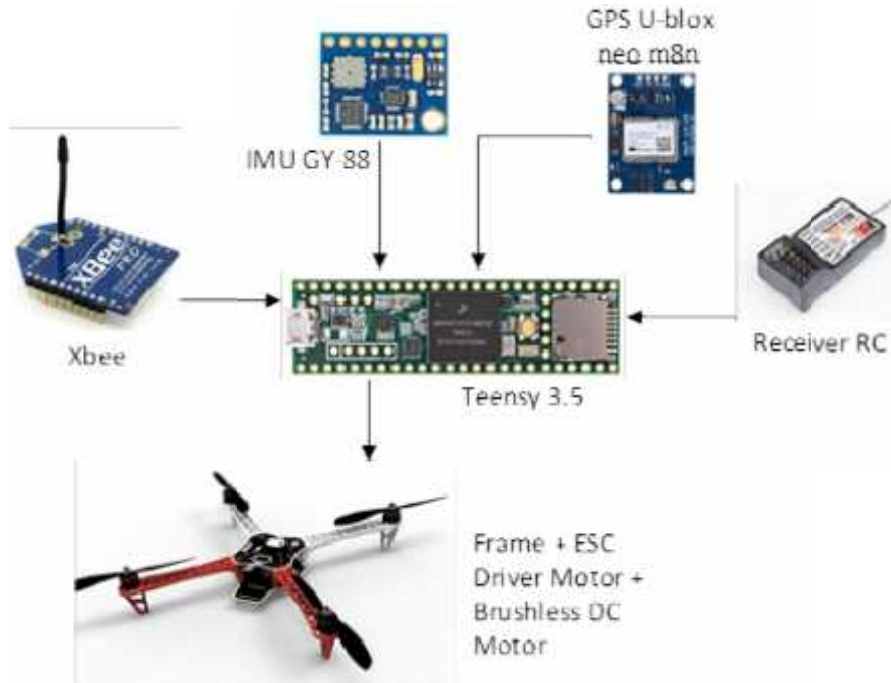
Artikel penelitian ini disusun sebagai berikut. Bab II akan membahas tentang bahan-bahan dan metode yang digunakan untuk menunjang pembuatan sistem pendeteksi jarak antar *quadrotor*. Diskusi mengenai hasil dan pembahasan tentang sistem yang telah dibuat akan dibahas pada Bab III. Pada Bab IV, kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini akan disampaikan disertai dengan kemungkinan-kemungkinan pengembangan yang dapat dilakukan dari penelitian ini.

2. METODE

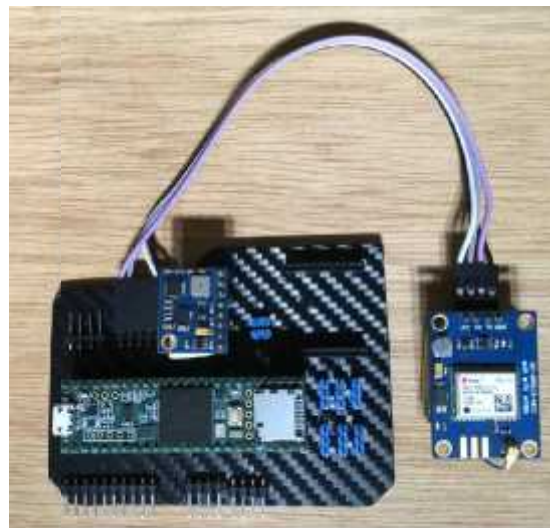
Penelitian dilakukan dengan menggunakan beberapa komponen yang umum digunakan pada sebuah *quadrotor*. Gambar 1 menunjukkan komponen yang bisa digunakan untuk sebuah *quadrotor* guna menunjang misi *swarm quadrotor*. Teensy 3.5 digunakan sebagai pemroses seluruh komponen yang digunakan. Dengan jumlah pin input dan output yang cukup banyak, kemampuan processor dengan frekuensi tinggi 120 MHz yang disertai dengan dimensi board yang relatif kecil menjadikan Teensy 3.5 menjadi pilihan yang lebih tepat jika dibandingkan dengan pemroses lain yang ada di pasaran. IMU GY-88 digunakan untuk mendapatkan informasi sudut dan kecepatan saat *quadrotor* bergerak, sedangkan GPS ublox neo m8n digunakan untuk mendapatkan informasi posisi dari *quadrotor*. Receiver RC digunakan sebagai penerima sinyal perintah dari remote

control. Adapun Xbee di situ digunakan sebagai komunikasi antar *quadrotor*. Gambar 2 menunjukkan gambar PCB (*Printed Circuit*

Board) yang digunakan untuk menghubungkan Teensy 3.5 sebagai pemroses dengan seluruh komponen yang lain.



Gambar1.Diagram blokkomponensebuah*quadrotor*

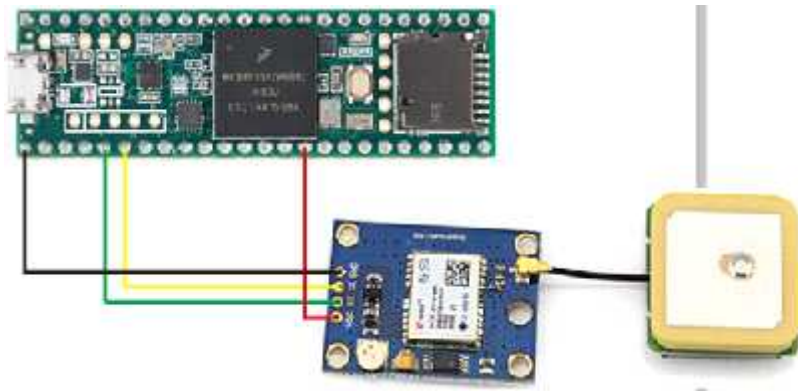


Gambar2.Rangkaian PCB untukmenghubungkanseluruhkomponenpada*quadrotor*

Padapenelitianini, diasumsikantelahterjadikomunikasiantara 2 *quadrotor*danmasing-masing*quadrotor*dilengkapidengan sensor GPS untukmendapatkan data posisinya.

Gambar 3 menjelaskanskemarangkaianantara GPS dan Teensy 3.5. Padagambartersebutterlihatbahwa sensor GPS dan Teensy 3.5 dihubungkanmelalui pin Rx danTx yang menunjukkanbahwa proses

pengambilan data posisi melalui sensor GPS serial.
dilakukan dengan komunikasi asynchronous



Gambar 3. Skema rangkaian Teensy 3.5 dan GPS u-blox neo m8n

Warna garis merah dan hitam mendeskripsikan kabel yang menghubungkan sensor GPS dengan supply voltage yang didapat dari Teensy 3.5. Merah untuk kabel VCC dan hitam untuk kabel ground. Garis warna hijau dan kuning menunjukkan kabel komunikasi serial yang menghubungkan antara sensor GPS dengan Teensy 3.5. Kabel warna hijau menghubungkan pin Tx pada Teensy 3.5 dengan pin Rx pada sensor GPS, sedangkan kabel warna kuning adalah sebaliknya. Untuk satu quadrotor yang dilengkapi dengan rangkaian sebagaimana yang terlihat pada gambar 2, maka akan didapatkan data latitude dan longitude. Pembacaan data tersebut, kemudian digunakan persamaan formula haversine yang mampu mendapatkan data jarak antara dua titik koordinat yang terdiri dari titik latitude dan longitude [8]. Diasumsikan kedua pasang titik koordinat tersebut

berasal dari dua buah quadrotor yang masing-masing dilengkapi dengan sensor GPS sebagaimana yang diilustrasikan pada gambar 3. Persamaan formula haversine yang digunakan ditunjukkan pada persamaan (1) sampai dengan persamaan (6).

$$\Delta lat = lat2 - lat1 \quad (1)$$

$$\Delta long = long2 - long1 \quad (2)$$

$$a = \cos lat1 \cos lat2 \sin^2 \frac{\Delta long}{2} \quad (3)$$

$$b = \sin^2 \frac{\Delta lat}{2} + a \quad (4)$$

$$c = 2 \tan^{-1} \sqrt{b} \quad (5)$$

$$jarak = R \cdot c \quad (6)$$



Gambar4.Ilustrasiduaquadrotordengan 2 pasang data titikkoordinat

$\Delta latitude$ yang adapadapersamaan (1) merepresentasikanselisihtitikkoordinatlatitude dariquadrotor 1 denganquadrotor 2. Begitu juga dengan $\Delta longitude$ yang merepresentasikanselisihtitikkoordinatlongitud eantaraquadrotor 1 danquadrotor 2. Nilai R yang terdapatpadapersamaan (3) merepresentasikan rata-rata jari-jaribumi, yaitu 6371 km. Gambar 4 menunjukkan listing program implementasi formula

haversine padaTeensy 3.5 denganmenggunakan sensor GPS dandiasumsikanposisiquadrotor 1 tetap, sedangkanquadrotor 2 berubah. Program yang dibuatdapatdituliskanmenggunakanArduino IDE yang cukup familiar danopen source. Hal inijugamenjadisalahsatukelebihanTeensy 3.5 dibandingkandenganprocessor board yang lain di pasaran.

```
#include "GPS.h"
unsigned long tm;
float latitude, longitude; float pos1[2] = {-
7.775269,110.3745041}; // posisi Quadrotor 1
float r_bumi = 6371; // km
...
double jarak_dalam_m(float start_lat, float
start_long, float end_lat, float end_long) {
start_lat/= 180 / PI; start_long/= 180 / PI;
end_lat/= 180 / PI; end_long/= 180 / PI;
float a = pow(sin((end_lat-start_lat)/2), 2) +
cos(start_lat) * cos(end_lat) * pow(sin((end_long-
start_long)/2), 2);
float answer = r_bumi * 2 * atan2(sqrt(a),
sqrt(1-a));
answer = answer*1000;
return double(answer);}
void loop() {
if(processGPS()){
latitude = posllh.lat/10000000.0f; longitude =
posllh.lon/10000000.0f;}
float pos2[2] = {latitude,longitude}; //posisi
Quadrotor 2
if(millis()-tm>100){tm=millis();
Serial.print("Jarak antara Quadrotor 1 dan
Quadrotor 2: ");
Serial.print(jarak_dalam_m(pos1[0], pos1[1],
pos2[0], pos2[1])); Serial.println(" m");}
```

Gambar5.Listing program implementasi formula haversine

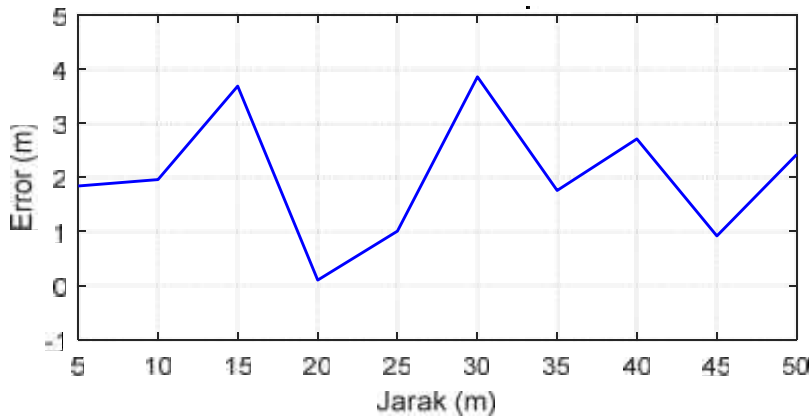
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan mengambil informasi jarak antar kedua pasang titik koordinat GPS yang diperoleh. Informasi jarak yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan peng

ukuran jarak yang sebenarnya untuk mengetahui *error* pengukuran yang didapatkan. Tabel 1 menunjukkan hasil pengambilan data dengan variasi jarak mulai dari 5 meter sampai dengan 50 meter.

Tabel 1. Pengujian Sistem dengan variasi jarak

No	Titik koordinat 1		Titik koordinat 2		Jarak sesungguhnya	Jarak yang diukur
1	-7.775269	110.3745041	-7.7753305	110.3745041	5	6.84
2	-7.775269	110.3745041	-7.7753758	110.3744888	10	11.96
3	-7.775269	110.3745041	-7.7754326	110.3744659	15	18.69
4	-7.775269	110.3745041	-7.7754464	110.3744736	20	20.1
5	-7.775269	110.3745041	-7.7754631	110.3744125	25	23.99
6	-7.775269	110.3745041	-7.7755585	110.3744125	30	33.86
7	-7.775269	110.3745041	-7.775579	110.3743896	35	36.76
8	-7.775269	110.3745041	-7.7756257	110.3743591	40	42.71
9	-7.775269	110.3745041	-7.7756519	110.3743515	45	45.92
10	-7.775269	110.3745041	-7.7757034	110.374321	50	52.42



Gambar 6. Grafik sebaran *error* dari hasil pengambilan data dengan variasi jarak

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa ternyata sistem yang dibuat dengan memanfaatkan persamaan formula Haversine belum memberikan performa yang maksimal. Sebaran *error* berdasarkan tabel 1 ditunjukkan melalui grafik yang terlihat pada gambar 5. Dari grafik tersebut ada kemungkinan nilai jarak yang

didapatkan dari sistem lebih besar atau kurang dari yang seharusnya. Selain itu, dapat dilihat juga bahwa untuk kenaikan variasi jarak pengujian tidak berdampak pada perubahan *error* menjadi semakin besar atau kecil. Jika kita hitung nilai rata-rata untuk data tersebut, maka didapatkan nilai rata-rata *error* adalah 2,027 m.

DAFTAR PUSTAKA

4. KESIMPULAN

Penelitian ini sistem yang dihasilkan telah mampu mendeteksi jarak antara dua *quadrotor* yang menggunakan sensor GPS untuk mendapatkan data posisi masing-masing *quadrotor*. Informasi tentang dua pasang titik koordinat berupa *latitude* dan *longitude* dari dua buah *quadrotor* mampu membantu dalam menghitung jarak di antara keduanya, khususnya untuk menunjang misi swarm *quadrotor*. Namun demikian, sistem yang dihasilkan pada penelitian ini belum sepenuhnya sempurna karena masih memiliki *error* rata-rata sebesar 2,027 m. Sebenarnya *error* sebesar itu masih dianggap wajar jika dibandingkan dengan spesifikasi sensor GPS yang digunakan, yakni GPS ublox neo m8n. Perbaikan pada sistem yang dihasilkan pada penelitian ini bisa melalui penggantian sensor GPS dengan tingkat ketelitian yang lebih baik lagi atau bisa juga dilakukan dengan memanfaatkan teknologi sensor fusion antara beberapa sensor, seperti IMU dan sensor GPS [9]. Dari kedua perbaikan itu, kemudian formula haversine yang sudah digunakan pada penelitian ini bisa diuji keakuratannya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Departemen Teknik Elektro dan Informatika, serta Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada atas dukungan dana penelitian dengan skema reguler pada kegiatan penelitian di lingkungan Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada Tahun 2018.

- [1] M. Decker, M. Fischer, and I. Ott, "Service Robotics and Human Labor: A first technology assessment of substitution and cooperation," *Rob. Auton. Syst.*, vol. 87, pp. 348–354, 2017.
- [2] S. Y. Harmon, "The Ground Surveillance Robot (GSR): An Autonomous Vehicle Designed to Transit Unknown Terrain," *IEEE J. Robot. Autom.*, vol. 3, no. 3, pp. 266–279, 1987.
- [3] B. Jalving, "The NDRE-AUV Flight Control System," *IEEE J. Ocean. Eng.*, vol. 19, no. 4, pp. 497–501, 1994.
- [4] R. Schroer, "UAVs: The Future," *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, vol. 18, no. 7, pp. 61–63, 2003.
- [5] C. Carbone, O. Garibaldi, and Z. Kurt, "Swarm Robotics as a Solution to Crops Inspection for Precision Agriculture," in *ESTEC Conference Proceedings 6th Engineering, Science and Technology Conference (2017)*, 2018, vol. 3, no. 1, pp. 552–562.
- [6] R. De Nardi, O. Holland, J. Woods, and A. Clark, "SwarMAV: A Swarm of Miniature Aerial Vehicles," *Proc. 21st Bristol Int. UAV Syst. Conf.*, 2006.
- [7] R. Hidayat and R. Mardiyanto, "Pengembangan Sistem Navigasi Otomatis pada UAV (Unmanned Aerial Vehicle) dengan GPS (Global Positioning System) Waypoint," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2016.
- [8] R. H. D. Putra, H. Sujiani, and N. Safriadi, "Penerapan Metode Haversine Formula Pada Sistem Informasi Geografis Pengukuran Luas Tanah," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2015.
- [9] J. H. Ryu, G. Gankhuyag, and K. T. Chong, "Navigation System Heading and Position Accuracy Improvement through GPS and INS Data Fusion," *J. Sensors*, vol. 2016, 2016.