

Rancang Bangun Alat Estimasi Lokasi Target Pada *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Berdasarkan Posisi dan Ketinggian Kamera

¹Rycho Anggara, ²Ronny Mardiyanto

¹ Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

² Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

¹rychoanggara@gmail.com, ²ronnymardiyanto@gmail.com

Abstrak— Alat Estimasi Lokasi Target pada Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Berdasarkan posisi dan Ketinggian Kamera merupakan sebuah alat perkiraan jarak dan posisi target berdasarkan pembacaan sensor *gyroscope, barometer, kompas, dan GPS* yang dipasang pada kamera UAV. Data pengukuran, jarak, dan posisi target yang diperoleh lalu dikirim melalui *telemetry* agar dapat dipantau oleh pengguna melalui sebuah *Graphic User Interface GUI*.

Pada kebanyakan UAV terdapat perangkat deteksi jarak seperti LIDAR dan RADAR yang digunakan dalam misi pengintaian, pencarian, penyerangan, dan masih banyak lagi. Namun perangkat tersebut merupakan perangkat - perangkat yang kompleks dan mahal. Sehingga *Alat Estimasi Lokasi Target pada Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Berdasarkan posisi dan Ketinggian Kamera* merupakan sebuah inovasi dalam deteksi jarak dan posisi target pada UAV, yang sederhana dengan biaya rendah karena menggunakan sensor - sensor yang murah.

Untuk mendapatkan jarak dan posisi target, kamera perlu untuk menghadap target. Lalu menggunakan persamaan jarak target dengan referensi ketinggian dan sudut kemiringan kamera, jarak target bisa didapatkan. Posisi target dapat diperoleh menggunakan rumus posisi target dengan referensi jarak, sudut hadap, dan GPS kamera.

Dari hasil pengujian, pengukuran jarak akan memiliki akurasi tinggi atau *error* kurang dari 3.187m ketika sudut kemiringan kamera kurang dari sama dengan 72.79°. Sedangkan akurasi dari posisi target akan memiliki *error* kurang dari sama dengan 3.87m ketika *error* pengukuran jarak kurang dari sama dengan 3.187m dan *error* pembacaan GPS kurang dari sama dengan 4.83m.

Kata kunci: *Unmanned Aerial Vehicle(UAV), Deteksi Jarak biaya rendah.*

Abstract - Estimation Target Location Device for Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Based On Camera Position and Altitude is a target distance and position estimation tool based on gyroscope, barometer, compass, and GPS measurement that placed on UAV camera. Obtained measurement, target distance, and position data is sent via telemetry so it can be monitored by user through Graphic User Interface.

Most of UAV have distance detection device like LIDAR and RADAR that used on scouting, searching, attacking and many more mission. But the device is a complex and expensive devices.

So Estimation Target Location Device for Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Based On Camera Position and Altitude is a simple with low cost innovation in target distance and position detection on UAV because using cheap sensors.

To obtain target distance and position, camera need to face the target. And then using target distance equation with camera altitude and tilt degree as reference, target distance can be obtained. Target position can be obtained. Target position can be obtained by using target position equation with distance, face angle, and camera GPS.

From testing result, distance measurement will have high accuracy or error below 3.187m when the angle of camera less than equal to 72.79°. while target position accuracy will have error less than equal to 3.87m when distance measurement less than equal 3.187m and GPS measurement error less than equal to 4.83m.

Keywords : Unmanned Aerial Vehicle (UAV), low cost rangefinder.

I. Pendahuluan

Un *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* atau yang lebih sering dikenal dengan drone adalah sebuah pesawat terbang tanpa awak yang dapat dikendalikan jarak jauh menggunakan remote control maupun dapat dikendalikan melalui program kendali otomatis. UAV sendiri telah banyak dimanfaatkan pada berbagai bidang hobi, riset, militer, komersial dan banyak lagi. Perkembangan kegunaan UAV ini diakibatkan oleh trend masyarakat saat ini, perkembangan teknologi, dan peningkatan kualitas komponen elektronik dan sensor[1]. Sehingga UAV dapat digunakan dalam hal pencarian, pengintaian, penyerangan, dan lain - lain.

UAV mulai dirintis di Indonesia pada 2011 oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). UAV ini dirancang untuk menjalankan berbagai misi salah satunya adalah misi pemantauan wilayah Indonesia terutama untuk wilayah pegunungan dan pulau - pulau terpencil.

Pada bidang militer terutama aktivitas pengintaian dan pencarian, penentuan jarak antara UAV dengan sasaran sangat penting untuk mengetahui lokasi sasaran yang akurat. Selain itu, sistem penentuan jarak dapat digunakan untuk perkiraan jarak UAV dengan jalur pendaratan sehingga menghasilkan

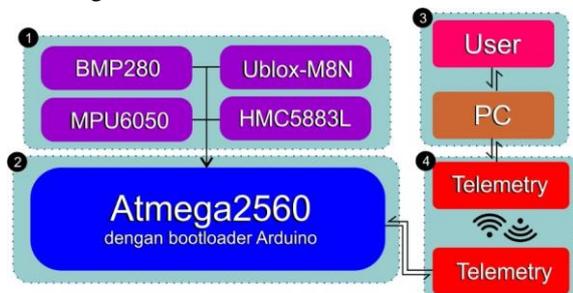
pendaratan UAV yang optimal. Sistem pekiraan jarak ini yang umum digunakan adalah *Laser Range Finder (LRF)*, *Radio Detection and Ranging (RaDAR)* dan komputasi citra melalui kamera. Namun cara ini membutuhkan peralatan dengan teknologi canggih, daya komputasi tinggi, dan biaya yang mahal.

Penentuan jarak sasaran UAV juga dapat dilakukan secara sederhana, yaitu dengan memanfaatkan pembacaan sensor *Inertia Measurment Unit (IMU)*, dan *barometer*. Untuk memperoleh jarak dapat menggunakan kalkulasi trigonometri ketinggian UAV terhadap sudut antara UAV dan sasaran. Sehingga kalkulasi ini akan menghasilkan jarak UAV dengan sasaran terhadap tanah. Berdasarkan konsep penentuan jarak sasaran yang sederhana diatas, dirancanglah *Alat Estimasi Lokasi Target pada UAV Berdasarkan Posisi dan Ketinggian Kamera*. Sehingga dengan adanya alat ini diharapkan memberikan pilihan lain dalam menentukan jarak sasaran terhadap UAV dengan metode yang lebih sederhana dan biaya yang lebih murah. Sehingga kinerja dari UAV akan lebih bagus dan optimal dengan biaya yang lebih murah.

II. Metode Penelitian

Perancangan *Alat Estimasi Lokasi Target UAV Berdasarkan Posisi Kamera* berupa sebuah *mini box* yang berisi sebuah mikrokontroller yang dilengkapi dengan sensor *barometer gyroscope*, sensor kompas, GPS, dan telemtry. Sensor barometer, gyroscope, dan kompas berguna untuk mengetahui ketinggian, sudut terhadap mata angin, dan kemiringan kamera yang data – data sensor ini nantinya digunakan untuk estimasi jarak target dengan kamera terhadap permukaan tanah. Mikrokontroller akan membaca data dari sensor – sensor ini lalu mengolah data tersebut menjadi data jarak estimasi. Dengan mengkombinasikan data estimasi jarak tersebut dengan data sudut kamera terhadap mata angin dan posisi GPS, akan diperoleh data estimasi *latitude* dan *longitude* pada target. Sehingga alat estimasi jarak ini dapat mengetahui jarak dan posisi *latitude longitude* target yang sedang diamati menggunakan kamera. Berikut hasil realisasi dari *Alat Estimasi Lokasi Target UAV Berdasarkan Posisi Kamera*

A. Diagram Blok Sistem



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Bagian – bagian pada diagram blok sistem pada gambar 1 terdiri atas:

1) Sensor

Dalam menentukan jarak dan posisi target, diperlukan data ketinggian, kemiringan, sudut terhadap mata angin, dan posisi *latitude longitude* kamera. Sehingga digunakan sensor BMP280, MPU6050, HMC5883L, dan Ublox M8N untuk memperoleh data - data yang diperlukan.

2) Mikrokontroler

Untuk memperoleh data dari ke 4 sensor, digunakan IC ATmega2560 (yang telah diisi dengan *bootloader* Arduino) untuk membaca data - data dari sensor BMP280, MPU6050, dan HMC5883L dengan menggunakan komunikasi *Inter-Integrated Circuit (I²C)* antara mikrokontroler dengan sensor. Sedangkan untuk memperoleh data posisi *latitude* dan *longitude* dari sensor Ublox M8N, digunakan komunikasi *serial* antara mikrokontroler dengan sensor.

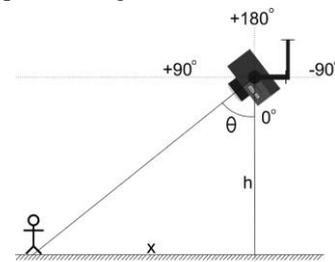
3) Komunikasi

Data dari sensor dan perhitungan jarak dan posisi target, lalu dikirim secara serial melalui komunikasi radio *telemetry* 433MHz dari mikrokontroler ATmega2560 menuju PC pengguna. Selain itu, PC dapat mengirimkan data ketinggian tanah terhadap permukaan laut ke mikrokontroler ATmega2560 sebagai kalibrasi sensor BMP280 agar dapat mengukur ketinggian kamera terhadap permukaan tanah.

4) *Graphic User Interface (GUI)*

Terdapat GUI yang dirancang agar dapat menampilkan data sensor dan perhitungan jarak dan posisi target dari mikrokontroler ATmega2560 sehingga pengguna dapat memonitoring jarak dan posisi target dengan mudah. Selain itu, di GUI juga terdapat masukan ketinggian tanah terhadap permukaan air laut untuk mengkalibrasi pembacaan sensor BMP280.

B. Konsep Perhitungan Jarak dan Posisi Target



Gambar 2. Konsep Perhitungan Jarak Target

Nilai θ merupakan sudut kemiringan kamera terhadap sumbu horizontal dengan sudut pembacaan sesuai pada gambar 2. Nilai h merupakan ketinggian kamera terhadap permukaan tanah. Sedangkan nilai x merupakan jarak target pada permukaan tanah. Pada konsep perhitungan jarak target,

untuk mencari x diperlukan nilai parameter h dan θ . Nilai x dapat dihitung sesuai dengan persamaan (1) dan (2) berikut.

$$\tan \theta = \frac{x}{h} \dots\dots\dots(1)$$

$$x = h \tan \theta \dots\dots\dots(2)$$

Pada konsep perhitungan posisi, terdapat beberapa parameter yang dibutuhkan yaitu jarak target, sudut terhadap mata angin, dan posisi *latitude* dan *longitude* kamera. Dalam penentuan posisi berdasarkan jarak dan titik asal, dapat menggunakan persamaan segitiga trigonometri sederhana. Jarak disimbolkan sebagai r , sudut terhadap mata angin sebagai α , posisi asal sebagai a_0 pada arah utara, b_0 pada arah timur, perpindahan posisi sebagai a_t pada arah utara, dan b_t pada arah timur. Namun pada pembacaan posisi *latitude* dan *longitude* memiliki satuan derajat. Sehingga harus dikonversi dari derajat GPS ke meter. Untuk 1 derajat *latitude* diperkirakan sebesar 111,111 meter. Dan 1 derajat *longitude* sama dengan $\cos(\text{latitude})$ nya [7]. Sehingga perumusan tersebut jika diubah dari meter ke derajat ialah seperti persamaan (3) dan (4) berikut.

$$a_t = \frac{r \sin \alpha}{111.111 \cdot \cos(\text{latitude})} \dots\dots\dots(3)$$

$$b_t = \frac{r \cos \alpha}{111.111} \dots\dots\dots(4)$$

Setelah memperoleh perpindahan posisi, maka posisi target dapat diperoleh melalui persamaan (5) dan (6) berikut.

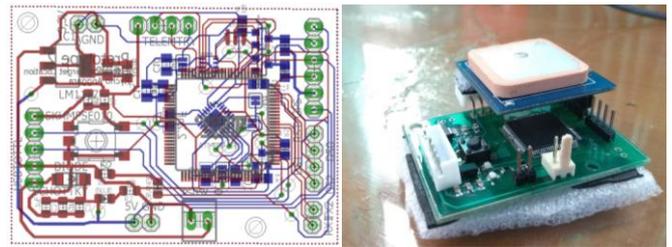
$$\text{Target latitude} = a_0 + a_t \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{Target longitude} = b_0 + b_t \dots\dots\dots(6)$$

Namun penggunaan rumus ini masih memiliki error karena diperuntukkan untuk permukaan yang datar dengan cakupan wilayah yang sempit yaitu kurang dari ratusan kilometer.

C. Perancangan Board Mikrokontroler

Pada perancangan *board* mikrokontroler ini, mikrokontroler utama yang digunakan adalah IC ATmega2560. IC ini nantinya akan diberi bootloader Arduino, sehingga dapat diprogram menggunakan Arduino IDE. Selain IC ATmega2560, juga akan di pasang sensor BMP280 dan MPU6050. Pada *board* mikrokontroler ini juga diberi beberapa konektor untuk *downloader*, Ublox M8N, HMC5883L, *telemetry* dan catu daya. Desain *Printed Circuit Board* (PCB) menggunakan komponen *Surface Mount Device* (SMD) untuk mendapatkan ukuran *board* yang kecil. Hasil desain *board* mikrokontroler ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3 dan 4. Desain *Board* Mikrokontroler dan Hasil Realisasi

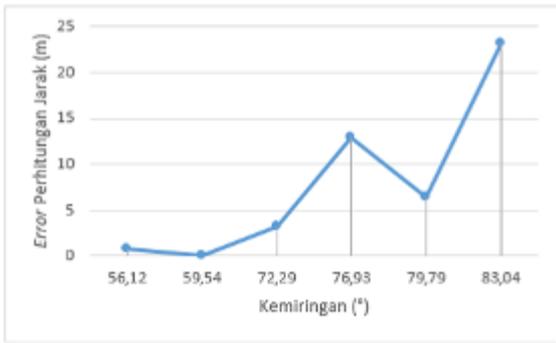
iii. Hasil dan Pembahasan

Pengujian *Alat Estimasi Lokasi Target UAV Berdasarkan Posisi Kamera* dilakukan pada 2 lokasi yaitu lantai 4 gedung Teknik Fisika ITS dan lantai 11 gedung Pusat Riset ITS. Hasil Pengujian berupa data ketinggian, kemiringan kamera, hasil perhitungan jarak, dan besar error yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Data Kemiringan, Ketinggian, dan Jarak yang diperoleh

Target		Kemiringan(°)	Ketinggian(m)	Error (m)	Jarak (m)	Error (m)
Gedung Teknik Fisika	Target 1	72.79	10.59	0.51	33.19	3.187
	Target 2	79.79	10.38	0.7171	57.62	6.424
	Target 3	83.04	10.40	0.7	85.14	23.14
Gedung Pusat Riset	Target 1	56.12	42.93	0.07	63.94	0.793
	Target 2	59.54	42.92	0.08	72.96	0.041
	Target 3	76.93	42.96	0.04	184.99	12.985

Pada lokasi pengujian di gedung Teknik Fisika ITS, pembacaan ketinggian pada setiap target memiliki error yang tidak jauh berbeda. Tetapi hasil perhitungan jarak yang didapat pada setiap target memiliki nilai error yang berbeda – beda. Jika dibandingkan dengan sudut kemiringan, semakin besar sudut kemiringan maka semakin besar juga nilai *error* yang diperoleh. Begitu juga pada pengujian di Pusat Riset ITS. Data ketinggian yang diperoleh pada pembidikan setiap target memiliki *error* yang tidak jauh berbeda. Namun jika dibandingkan nilai *error* hasil perhitungan jarak dengan sudut kemiringan, maka semakin besar sudut kemiringan maka nilai *error* pada perhitungan jarak juga semakin besar. Perbandingan nilai sudut kemiringan terhadap besar *error* perhitungan jarak target dari pengujian ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Kurva Sudut Kemiringan terhadap Error Perhitungan Jarak Target

Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa jika sudut kemiringan kamera semakin mendekati 90°, maka error perhitungan jarak target juga semakin besar.

Sedangkan pada penentuan posisi target, data – data yang diperlukan adalah jarak target, sudut hadap kamera, dan posisi latitude dan longitude kamera. Data – data ini dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Error Posisi Target, Error Pembacaan GPS, Error Jarak, dan Sudut Hadap Kamera.

Target	Sudut Hadap (°)	Error Jarak(m)	Error GPS (m)	Error Posisi Target (m)	
Gedung	Target 1	24.50	3.187	4.83	3.87
Teknik	Target 2	43.43	6.424	2.76	5.52
Fisika	Target 3	357.89	23.14	2	23.39
Gedung	Target 1	319.42	0.793	2.53	4.98
Pusat	Target 2	300.30	0.041	12.98	15.15
Riset	Target 3	330.99	12.985	0.45	12.985

Dapat dilihat bahwa pengujian penentuan posisi target pada setiap target akan memiliki error sebesar error dari parameter sudut hadap, error perhitungan jarak, dan error pembacaan GPS. Pada pengujian ini, nilai error yang sering muncul adalah pada pembacaan GPS dan perkiraan jarak. Sebab kesalahan pembacaan jarak seperti yang telah dijelaskan sebelumnya karena sifat dari $\tan \theta$ yang naik secara cepat ketika sudutnya mendekati 90°. Sehingga sedikit error pada sudut kemiringan akan menyebabkan error hasil perhitungan jarak semakin besar. Error pembacaan posisi GPS disebabkan oleh kondisi cuaca dan halangan yang ada disekitar pengujian. Karena pada saat percobaan kondisi cuaca sedang berawan dan pengujian di dalam gedung Pusat Riset ITS, sehingga masih terdapat nilai error pada pembacaan GPS.

Sehingga dari pengujian Alat Estimasi Lokasi Target UAV Berdasarkan Posisi Kamera ini dapat memberikan perkiraan jarak target yang baik pada sudut kemiringan

kamera kurang dari sama dengan 72.29°. Sedangkan untuk perkiraan posisi target, akan memberikan perkiraan posisi target yang baik jika pengujian dilakukan di tempat yang tinggi dan pada ruangan terbuka. Agar sudut kemiringan kamera dapat dibawah 72.29° dan pembacaan GPS dapat lebih akurat.

IV. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Error dari hasil perhitungan jarak akan naik secara cepat jika terdapat sedikit saja error pembacaan sudut kemiringan kamera pada sudut lebih dari 72.29°.
2. Alat ini akan memiliki akurasi yang tinggi jika lokasi pengujian pada tempat yang tinggi dan pada ruang terbuka.
3. Alat Estimasi Lokasi Target UAV Berdasarkan Posisi Kamera ini merupakan inovasi baru yang berguna untuk mengetahui jarak dan posisi target berdasarkan pembacaan sensor gyroscope, barometer, kompas, dan GPS dengan biaya yang murah.

Daftar Pustaka

- [1] V. F. Vidal, L. M. Honório, M. F. Santos, M. F. Silva, A. S. Cerqueira, and E. J. Oliveira, “UAV vision aided positioning system for location and landing,” in 2017 18th International Carpathian Control Conference (ICCC), 2017, pp. 228–233.
- [2] “ATmega2560” [Online]. Available: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf [Accessed: 25-Apr-2018].
- [3] “MPU-6050 Six-Axis (Gyro + Accelerometer) MEMS MotionTracking™ Devices” [Online]. Available: https://store.invensense.com/datasheets/invensense/MPU-6050_DataSheet_V3%204.pdf [Accessed: 25-Apr-2018].
- [4] “BMP 280” [Online]. Available: https://ae-bst.resource.bosch.com/media/_tech/media/datasheets/BST-BMP280-DS001-19.pdf [Accessed: 25-Apr-2018].
- [5] “HMC5883L Datasheet PDF” [Online]. Available: https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/HMC5883L_3-Axis_Digital_Compass_IC.pdf [Accessed: 25-Apr-2018].
- [6] “NEO-M8 Series” [Online]. Available: [https://www.u-blox.com/sites/default/files/NEO-M8_DataSheet_\(UBX-13003366\).pdf](https://www.u-blox.com/sites/default/files/NEO-M8_DataSheet_(UBX-13003366).pdf) [Accessed: 25-Apr-2018].
- [7] “Calculating Latitude/Longitude X miles from point?” [Online]. Available: <https://gis.stackexchange.com/questions/5821/calculating-latitude-longitude-x-miles-from-point>. [Accessed: 25-May-2018].