

# PENAMBAHAN SISTEM PENGINDRAAN PADA ROBOT *UNMANNED GROUND VEHICLE* MENGGUNAKAN *CAMERA RANGEFINDER*

*I Nyoman Adi Artha Putra<sup>1</sup>, Kusnadi<sup>2</sup>, Anang Dwi H<sup>3</sup>*

*Teknik Otoranpur, Poltekad Kodiklatad*

*Pendem, Junrejo, Kota Batu, Jawa Timur 65324*

*E-mail : Nyomanputra15@gmail.com*

## **Abstrak**

Robot UGV adalah seperangkat alat mekanik yang bisa melakukan tugas fisik, baik dengan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dahulu. Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat dan berbahaya. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin berkembang, sehingga berdampak terhadap modernisasi alat utama sistem persenjataan. *Camera rangefinder* sebagai kamera pengintai yang dapat menentukan jarak antara robot dengan sasaran. Penggunaan sistem motor stepper sebagai penggerak *elevasi* dan *azimuth* akan membantu kinerja robot agar lebih optimal dalam mengamati obyek pada pertempuran jarak dekat. Penelitian ini dilaksanakan untuk meningkatkan pengamatan sasaran dan meningkatkan perkenaan senjata dengan sasaran, sehingga robot UGV akan menjadi lebih efektif dalam medan pertempuran. Perancangan akan dimulai dengan membuat konstruksi dudukan kamera kemudian menentukan motor stepper yang akan digunakan, dan yang terakhir menentukan kamera *rangefinder* serta program *image processing* dan bahasa pemrograman. Pengujian akan dilakukan dengan uji pengintaian sasaran, uji pengukuran jarak sasaran, uji tembak metode sasaran bergerak robot diam ataupun dilaksanakan uji tembak sasaran dan robot sama-sama bergerak. Berdasarkan data hasil pengujian, kamera mampu mendeteksi objek dengan jarak maksimal 200 meter akan tetapi pembacaannya lebih baik pada jarak maksimal 150 meter pada saat objek diposisikan pada jarak >150 meter pembacaan objek bola merah tidak begitu baik.

***Kata Kunci: Robot UGV, Camera Rangefinder, Motor Stepper***

## **Abstract**

*The UGV robot is a set of mechanical devices that can perform physical tasks, either with human supervision and control, or using predefined programs. Robots are usually used for tough and dangerous tasks. Advances in science and technology are increasingly developing, so that they have an impact on the modernization of the main weapon system. Camera rangefinder as a surveillance camera that can determine the distance between the robot and the target. The use of a stepper motor system as an elevation and azimuth driver will help the robot's performance to be more optimal in observing objects in close combat. This research was conducted to improve target observation and improve weapon targeting with targets, so that UGV robots will be more effective on the battlefield. The design will begin with making the construction of the camera mount then determining the stepper motor that will be used, and finally determining the rangefinder camera and image processing program and programming language. Tests will be carried out with target reconnaissance tests, target distance measurement tests, shooting test methods for moving targets of a stationary robot or a target firing test and the robot is both moving. Based on test data, the camera is able to detect objects with a maximum distance of 200 meters, but the reading is better at a maximum distance of 150 meters when the object is positioned at a distance of > 150 meters, the reading of the red ball object is not very good.*

***Keywords: UGV Robot, Camera Rangefinder, Stepper Motor***

## **PENDAHULUAN.**

Robot UGV adalah seperangkat alat mekanik yang bisa melakukan tugas fisik baik dengan pengawasan dan kontrol manusia ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dahulu. Robot biasanya digunakan untuk tugas berat dan berbahaya. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin berkembang, sehingga berdampak terhadap modernisasi alat utama sistem persenjataan dalam bidang pertahanan suatu

negara. Kekuatan pertahanan suatu negara juga sangat dipengaruhi oleh kekuatan militer yang dimilikinya, sedangkan kekuatan militer itu bergantung pula terhadap alat dan persenjataan yang digunakan, guna mendukung tugas pokok instansi khususnya TNI AD.

Robot *Unmanned Ground Vehicle* adalah salah satu Alutsista karya dari Bintara Mahasiswa Poltekad Kodiklatad jurusan Otomotif Kendaraan Tempur yang memiliki kemampuan bergerak secara otomatis ke segala arah. Robot UGV berbasis senjata otomatis ini masih memiliki kelemahan dalam pengindraan sasaran, dari kekurangan tersebut penulis berencana memodifikasi robot UGV dengan menambahkan *camera rangefinder* sebagai kamera pengintai yang dapat menentukan jarak antara robot dengan sasaran. Penggunaan sistem motor stepper sebagai penggerak *elevasi* dan *azimuth* akan membantu kinerja robot agar lebih optimal dalam mengamati obyek pada pertempuran jarak dekat.

Dari permasalahan di atas maka penulis mencoba melakukan penelitian dengan judul **“Penambahan Sistem Pengindraan pada Robot *Unmanned Ground Vehicle* Menggunakan *Camera Rangefinder*”** sebagai bentuk tugas akhir dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan di Poltekad Kodiklatad.

### Rumusan Masalah.

Berdasarkan pembahasan yang telah penulis bahas pada latar belakang maka penulis telah menentukan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perancangan penambahan sistem *rangefinder* pada robot UGV?
2. Bagaimana sistem ketika *rangefinder* dalam mencari sasaran dengan menggunakan sistem *elevasi* dan *azimuth*?
3. Bagaimana sistem *rangefinder* dapat mengukur sasaran?

### Batasan Masalah.

1. Perancangan Dudukan Kamera. Dalam perancangan dudukan kamera akan membahas kekuatan las.
2. Perhitungan *Elevasi* dan *Azimuth*. Dalam perancangan sistem *elevasi* dan *azimuth* akan membahas tentang:
  - a. Gaya pada motor.
  - b. Moment pada motor.
  - c. Daya motor.
3. Perhitungan Kamera kesasaran. Dalam perhitungan kamera kesasaran akan menghitung jarak dari kamera kesasaran.

### Tujuan Penelitian.

Tujuan dari penulisan proposal ini adalah untuk mencari dan menentukan sasaran guna mengukur jarak antara robot dengan sasaran.

### Manfaat Penelitian.

1. Secara akademisi. Penulisan tugas akhir ini adalah implementasi ilmu-ilmu yang telah didapatkan selama perkuliahan tentang senjata, bahasa pemrograman, kelistrikan teknik dan juga mata kuliah fisika.
2. Secara praktisi. Penulisan tugas akhir ini membantu penelitian dan pengembangan pada alutsista TNI khususnya matra darat agar alutsista TNI menjadi semakin maju dan dapat diproduksi dalam negeri.

### KAJIAN PUSTAKA

Di dalam perancangan penambahan sistem pengindraan pada robot *unmanned ground vehicle* dengan menggunakan *camera rangefinder* ini diperlukan kamera dan transmisi yang baik guna mendukung robot UGV dalam mengintai sasaran sekelilingnya. *Camera rangefinder* digunakan untuk mengukur jarak target dari posisi senjata. Sedangkan untuk mengunci target perlu penambahan program *image processing* untuk *target tracker* sasaran. Hal tersebut diperlukan guna mendukung optimalisasi kinerja robot UGV serta untuk mendukung pengamatan sasaran dan menghindari kegagalan dalam penambahan sistem *rangefinder* pada robot UGV tersebut.

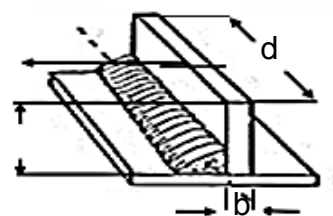
**Beban Yang Bekerja.** Dalam sebuah penelitian perancangan sistem pengindraan pada robot UGV, diperlukan adanya pertimbangan pada alat tersebut. Dimana, dalam membuat suatu perancangan dudukan kamera harus diketahui beban yang bekerja pada suatu alat/rancangan.

$$q = m \cdot g \quad \text{atau} \quad m = \frac{q}{g}$$

Dimana :

- q : Berat (N)
- m : Masa (kg)
- g : Percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

**Sambungan las.** Perhitungan kekuatan sambungan las pada dudukan *camera rangefinder* ini dapat dilihat dari gambar diagram dibawah ini.



Gambar 1. Sambungan Las T.  
(Sumber : Robert L. Mott, Elemen-elemen mesin dalam perancangan mekanis, 2009, hal 122)

Ukuran Las sambungan T.

$$A_w = 2b + 2d$$

Dimana:

- $A_w$  : Luas Las (mm<sup>2</sup>)  
 $b$  : Lebar Las (mm)  
 $d$  : Panjang Las (mm)

Tegangan Geser

$$\sigma_t = \frac{q}{A}$$

Dimana:

- $q$  : Beban (N)  
 $A$  : Luas Las (mm<sup>2</sup>)

### Komponen pada Sistem Elevasi dan Azimuth.

Adapun komponen-komponen pendukung yang digunakan dalam perencanaan sistem Elevasi dan Azimuth adalah menghitung poros

1. Daya yang direncanakan (P).

(Sumber : Ir Sularso MSME dan Kiyokatsu Suga 2004,hal 7).

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60} \text{ (Watt)}$$

Dimana :

- $n$  = Putaran transmisi roda gigi (rpm).  
 $T$  = Torsi (Nm).

2. Daya yang diharuskan ( $P_d$ )

$$P_d = f_c \times P \text{ (Watt)}$$

Dimana :

- $f_c$  = Factor koreksi.  
 $P$  = Daya yang direncanakan.

3. Momen puntir/torsi ( $T_m$ ).

$$T_m = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n} \text{ (kg.mm)}$$

Dimana :

- $T_m$  = Momen puntir (kg.mm).  
 $P_d$  = Daya rencana (kW).  
 $n$  = Putaran (rpm).

4. Tegangan geser yang diizinkan ( $\tau_a$ ).

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{S_{f1} \cdot S_{f2}} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Dimana :

- $\tau_a$  = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm<sup>2</sup>).

$\sigma_B$  = kekuatan tarik bahan poros (kg/mm<sup>2</sup>).

$S_{f1}$  = faktor keamanan 1 (dipilih dari tabel 6).

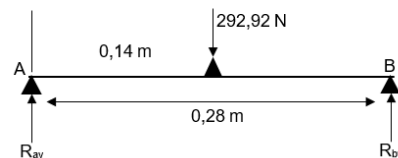
$S_{f2}$  = faktor keamanan 2 (diambil dari tabel 1,5).

5. Beban yang diterima (W).

$$W = m_{tot} \times g \text{ (N)}$$

Dimana :

- $m_{tot}$  = Berat total dudukan.  
 $g$  = Gaya gravitasi (m/s<sup>2</sup>)



Gambar 2. Free Body Diagram pada Poros

6. Momen lentur.

(Sumber : Ir Sularso, MSME dan Kiyokatsu Suga 2004,hal 8).

$$M = g \times r \text{ (Nm)}$$

Dimana :

- $g$  = Gaya gravitasi (kg/mm<sup>2</sup>).  
 $r$  = Jari-jari poros (m).

7. Tegangan lentur pada poros.

$$\sigma = \frac{W}{A} \text{ (m}^2\text{)}$$

Dimana :

- $W$  = Beban yang diterima (N).  
 $A$  = Tegangan lentur (m<sup>2</sup>).

**Transmisi.** Transmisi memiliki fungsi utama untuk mengatur perbandingan putaran mesin dengan menggunakan poros penggerak sehingga menghasilkan momen puntir yang diinginkan.

1. Momen puntir pada transmisi.

$$M = F \cdot r \text{ (Nm)}$$

(Sumber : J.J.M. HAGENDROORN., Konstruksi Mesin, 1989, hal 27).

Dimana :

- $M$  : Momen puntir (N.m).  
 $r$  : Jari-jari roda gigi (m).  
 $F$  : Gaya yang diterima roda gigi (N)

2. Kecepatan sudut.

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n \text{ (Rad/s)}$$

(Sumber : J.J.M.HAGENDROORN., Konstruksi Mesin, 1989,hal 17).

Dimana :  
 $\omega$  : Kecepatan sudut  
 (rad/detik)  
 $n$  : Frekuensi putaran  
 dalam detik (Rps)

3. Daya pada transmisi

$$P = M_p \cdot 2 \cdot \pi \cdot n \quad (\text{Watt})$$

(Sumber : J.J.M.HAGENDROORN.,  
 Konstruksi Mesin, 1989, hal 27).

Dimana :  
 $P$  : Daya (Watt).  
 $N$  : Frekuensi putaran  
 dalam detik (Rps).

4. Kecepatan keliling.

$$V = \omega \cdot r \quad (\text{m/s})$$

(Sumber : J.J.M.HAGENDROORN.,  
 Konstruksi Mesin, 1989, hal 17).

Dimana :  
 $V$  : Kecepatan keliling  
 (m/dtk)  
 $\omega$  : Kecepatan sudut  
 (rad/dtk)  
 $r$  : Jari-jari roda gigi (m)

**Image Processing.** Pengolahan citra atau *image processing* adalah proses untuk memperbaiki kualitas citra, khususnya menggunakan computer agar menjadi citra yang memiliki kualitas lebih baik agar lebih mudah untuk diterjemahkan oleh manusia atau mesin. Sedangkan pengolahan citra digital adalah pemrosesan gambar dua dimensi melalui komputer. Pada sistem pengolahan citra banyak keunggulan yang dapat dimanfaatkan salah satunya adalah pengenalan pola, kontur, warna dan lainnya. Salah satu contoh penerapannya yaitu pada beberapa bidang keilmuan seperti bidang penginderaan jarak jauh, *machine vision* atau *computer vision* merupakan sistem yang dapat melihat dan memahami olahan gambar yang di tangkap kamera. Penerapan pada aspek lainnya pengolahan citra berperan untuk mengenali bentuk-bentuk khusus yang dapat di tangkap oleh kamera sehingga bentuk tersebut dapat dipahami dalam bentuk lainnya. Beberapa metode pengolahan citra pada *camera rangefinder* akan diterapkan pada robot UGV dengan bantuan pustaka open cv.

**Open CV (Computer Vision)**

*Computer Vision* adalah kemampuan mesin/computer dalam melihat hingga mampu mengekstrak informasi dari sebuah gambar.

Salah satu bidang yang berkaitan dengan *Computer Vision* adalah Pengolahan Citra atau biasa disebut *Image Processing*. *Open CV* adalah sebuah *library* (perpustakaan) yang digunakan untuk mengolah gambar dan video sehingga mampu mengekstrak informasi pada gambar tersebut. *Open CV* dapat digunakan pada berbagai bahasa pemrograman, seperti C, C++, Java, Python, dan juga *support* pada berbagai *platform* seperti Windows, Linux, Mac OS, iOS dan Android.

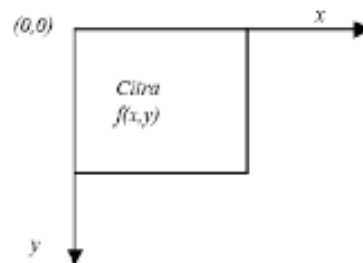
(Sumber : Sobri, Muhammad. *Pengantar Teknologi Informasi - Konsep dan Teori*)

**Citra Digital**

Citra atau *image* adalah angka digital, jika dilihat dari segi estetika, citra atau gambar adalah kumpulan warna yang bisa terlihat indah, memiliki pola, dan berbentuk abstrak. Citra dapat berupa foto udara, penampang lintang (*cross section*) dari suatu benda, gambar wajah, hasil tomografi otak dan lain sebagainya. Dari segi ilmiah, citra adalah gambar 3dimensi (3D) dari suatu fungsi, intensitas warna sebagai fungsi spasial  $x$  dan  $y$ . Pada komputer, warna dapat dinyatakan sebagai angka dalam bentuk skala RGB (*Red-Green-Blue*). Karena citra adalah angka, maka citra dapat diproses secara digital.

**Model Citra**

Citra merupakan matrik dua dimensi dari fungsi intensitas cahaya dalam suatu koordinat tertentu, maka referensi citra menggunakan dua variabel yang menunjuk posisi pada bidang dengan sebuah fungsi intensitas cahaya yang dapat dituliskan sebagai  $f(x,y)$  dimana  $f$  adalah nilai amplitudo pada koordinat spasial  $(x,y)$ .



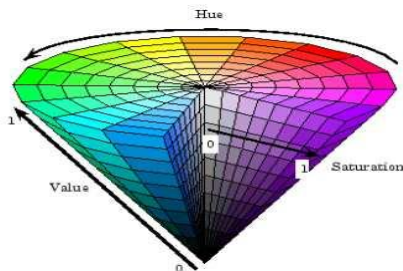
Gambar 3. Sistem Koordinat Citra

**Diagram RGB (Red-Green-Blue)**

Untuk citra yang berwarna maka digunakan model RGB (*Red-Green-Blue*), citra berwarna dinyatakan sebagai 3 buah matrik *grayscale*

yang berupa matrik untuk *Red (R-layer)*, matrik *Green (G-layer)* dan untuk matrik *Blue (B-layer)*. *R-layer* adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna merah (skala keabuan 0-255), nilai 0 menyatakan gelap (hitam) dan 255 menyatakan merah. *G-layer* adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna hijau, dan *B-layer* adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna-biru. Dari definisi tersebut, untuk menyajikan warna tertentu dapat dengan mudah dilakukan, yaitu dengan mencampurkan ketiga warna dasar RGB.

**Model Warna HSV.** Model warna HSV (*hue, saturation, value*) adalah satu bentuk representasi warna alternatif dari warna RGB (*red, green, blue*). Model warna HSV pertama kali diperkenalkan oleh A.R. Smith pada tahun 1978.

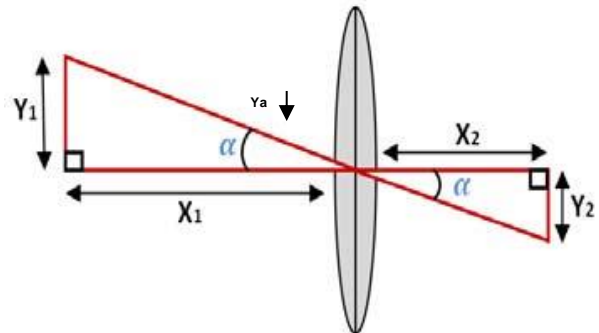


Gambar 4. Model Warna HSV

Pada gambar diatas dapat dilihat *hue* adalah sudut dari 0° sampai dengan 360°. Sudut 0° adalah warna merah, sudut 60° warna kuning, sudut 120° warna hijau, sudut 180° warna cyan, sudut 240° warna biru, sudut 300° warna magenta. *Hue* menyatakan warna sebenarnya seperti: merah, kuning, cyan, magenta, dan juga digunakan untuk menentukan kemerahan (*redness*), kehijauan (*greenness*), dan lainnya. *Saturation* adalah kemurnian atau kekuatan warna. Sedangkan *value* adalah kecerahan warna nilainya berkisar 0-100% apabila nilainya 0 maka warnanya akan menjadi hitam, semakin besar nilainya maka warna semakin cerah.

Pada program deteksi objek dilakukan penyaringan warna HSV sebelumnya akan ditetapkan nilai *range* batasan warna yang ingin dideteksi dalam bentuk bilangan dengan model warna RGB lalu warna yang berhasil dideteksi tersebut diubah ke bentuk HSV dan selanjutnya dijadikan citra biner (hitam-putih) untuk diolah pada proses berikutnya pada operasi morfologi.

**Perhitungan Jarak dan Tinggi.** Dalam perhitungan jarak dan tinggi harus menentukan objek yang akan diteliti. Operator akan mengatur ukuran tinggi segiempat pada layar dengan menyesuaikan tinggi objek.



Gambar 5. Kesebangunan Segitiga pada Pembentukan (Sumber: Lensa dan Cermin. Departemen Pendidikan Nasional)

Keterangan gambar:

- $X_1$  = Jarak benda terhadap kamera
- $Y_1$  = Tinggi benda sebenarnya
- $X_2$  = Focal Length camera
- $Y_2$  = Tinggi benda pada camera (bayangan)

1. Menghitung Jarak Benda Terhadap Kamera

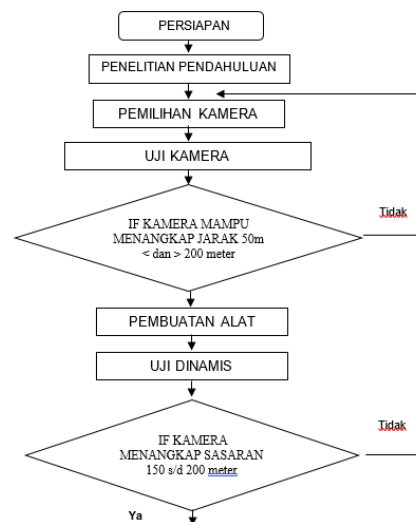
$$X_1 = (Y_1 \times X_2) / Y_2$$

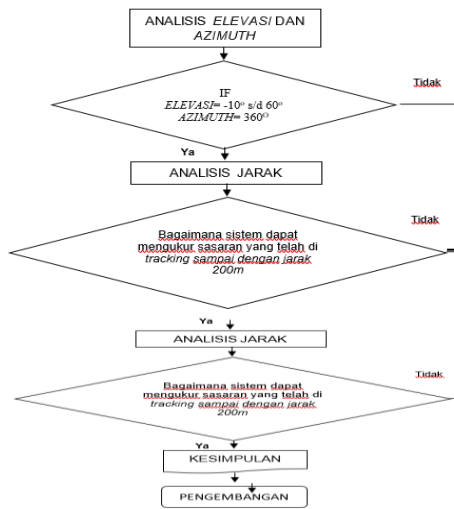
2. Menghitung Tinggi Sebenarnya

$$Y_1 = (Y_2 \times X_1) / X_2$$

## METODE PENELITIAN

### Diagram Alir Penelitian





### Tempat dan Waktu Penelitian.

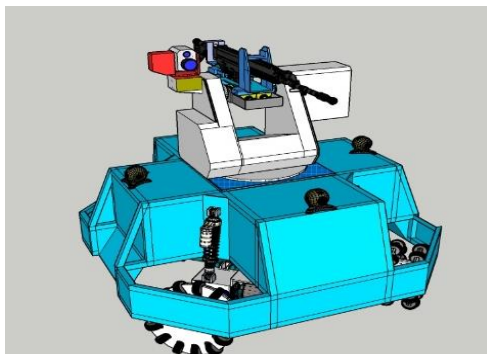
Tempat penelitian di Poltekad Kodiklatad serta PT Pindad Persero Turen Malang Waktu bulan April sampai dengan Agustus 2020.

### Variabel Penelitian.

1. Variabel bebas. Variabel yang ditentukan sendiri besarnya oleh perancang/peneliti. Dalam perancangan ini variabel bebas yang digunakan adalah:
  - a. Kamera dapat melakukan tracking sasaran sampai dengan jarak 200m.
  - b. Motor dapat menentukan sudut *elevasi* dan *azimuth*.
2. Variabel terikat. Dalam hal ini penulis menggunakan:
  - a. Kecepatan gerak sasaran.
  - b. Fokus warna.
  - c. Resolusi kamera.
  - d. Intensitas cahaya.
  - e. Kecepatan motor.
  - f. Arus yang digunakan motor.

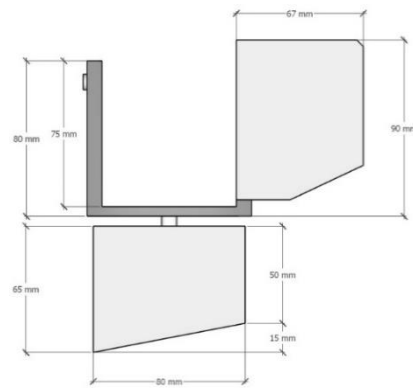
### Rancangan alat.

1. Rencana konseptual RCWS pada Robot UGV secara keseluruhan.



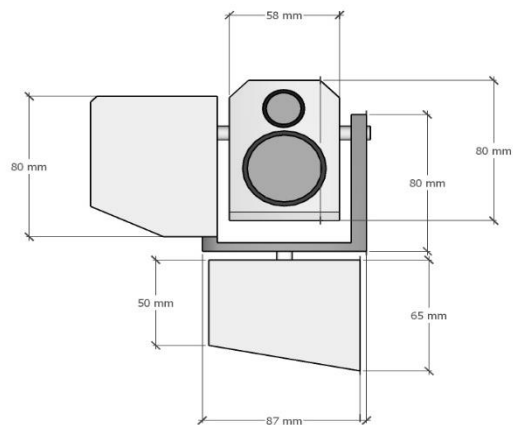
Gambar 6. Konseptual Robot UGV

2. Rencana Rancang Bangun Dudukan Kamera.



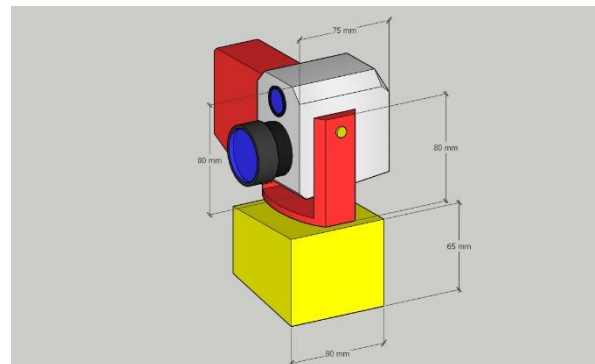
Gambar 7 Rencana Rancang Bangun Dudukan Kamera

3. Rencana Rancang bangun *Camera Rangefinder*



Gambar 8. Rencana Rancang bangun *Camera Rangefinder*

4. Rencana Rancangan *Camera Rangefinder 3D*



Gambar 9. Rencana Rancangan *Camera Rangefinder 3D*

### Cara Kerja Alat

- a. Baterai merupakan sumber listrik utama yang berguna untuk menggerakkan komponen

pada robot UGV, khususnya adalah motor servo *elevasi*, *azimuth* serta *camera rangefinder*.

b. *Camera rangefinder* dapat bergerak berubah sudut *elevasi* dan *azimuth* menggunakan sistem motor servo agar operator dapat lebih tajam dalam hal pengindraan sasaran yang terdapat di sekeliling robot.

c. Setelah *camera rangefinder* menentukan sasaran, data akan diolah menggunakan prosesor *raspberry* untuk menentukan jenis atau model dari sasaran.

d. Jenis sasaran yang telah *tracking* dapat diamati pada monitoring yang dikendalikan oleh operator.

e. Sistem pengukur jarak secara otomatis akan menentukan jarak tembak robot guna mengoptimalkan kemampuan robot dalam pertempuran jarak dekat (PJD).

f. Sistem akan terus bekerja selama sumber arus listrik (baterai) tetap terisi.

### Rencana Pengambilan Data



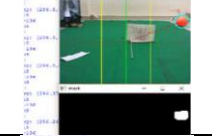
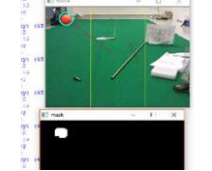




Tabel 1 Waktu Pelaksanaan Penelitian

| NO | URAIAN KEGIATAN            | WAKTU PELAKSANAAN |     |      |      |      |
|----|----------------------------|-------------------|-----|------|------|------|
|    |                            | 2020              |     |      |      |      |
|    |                            | APRIL             | MEI | JUNI | JULI | AGST |
| 1. | Pengumpulan Data           | x                 |     |      |      |      |
| 2. | Persiapan Bahan            | x                 |     |      |      |      |
| 3. | Pelaksanaan Pembuatan Alat | x                 | x   |      |      |      |
| 4. | Pengujian Alat             |                   | x   |      |      |      |
| 5. | Pengolahan Data            |                   | x   |      |      |      |
| 6. | Penyusunan Laporan         |                   | x   | x    |      |      |
| 7. | Ujian Tugas Akhir          |                   |     |      |      |      |
| 8. | Revisi Penyusunan Laporan  |                   |     |      |      | x    |

### PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

#### Pengumpulan Data Hasil Pengujian

Tabel 2 Data hubungan kecepatan motor dengan kecepatan objek sasaran secara teori

| No | Jarak Objek dengan Robot | Hasil            | Objek   |
|----|--------------------------|------------------|---|
| 1  | 50 m > elevasi -10°      | Terdeteksi       |    |
| 2  | 50 m > elevasi 0°        | Terdeteksi       |    |
| 3  | 100 m > elevasi 10°      | Terdeteksi       |    |
| 4  | 100 m > elevasi 20°      | Terdeteksi       |    |
| 5  | 150 m > elevasi 30°      | Terdeteksi       |    |
| 6  | 150 m > elevasi 40°      | Terdeteksi       |   |
| 7  | 200 m > elevasi 50°      | Tidak Terdeteksi |  |
| 8  | 200 m > elevasi 60°      | Tidak Terdeteksi |  |

### KESIMPULAN

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 1, kamera mampu mendeteksi objek dengan jarak maksimal 200 meter akan tetapi pembacaannya lebih baik pada jarak maksimal 150 meter pada saat objek diposisikan pada jarak >150 meter pembacaan objek bola merah tidak begitu baik dan sulit untuk dideteksi oleh kamera. Dari data pengujian juga didapatkan sudut maksimal pembacaan objek bola merah oleh kamera yaitu pada pada sudut -10° sampai 40°. Berdasarkan data hasil uji coba pada tabel diatas, ada beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu:

1. Kondisi pencahayaan lingkungan pengujian.
2. Kemampuan jarak pembacaan gambar kamera Canon EOS M10 Kit 15-45mm, kualitas gambar serta *viewing angle* lensa kamera.
3. Kecepatan pemrosesan gambar oleh mikroprosesor.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] C.E. Portugal-Zambrano, J.P. Mena-Chalco. 2011. *Robust Range Finder Through a Laser Pointer and a Webcam* .
- [2] Supardiono. (2004). Lensa dan Cermin. Departemen Pendidikan Nasional. N.
- [3] Gonzalez, Rafael C., & Woods, Richard E. (2002). *Digital Image Processing* (2<sup>rd</sup> ed.)(hal.37-38).Prentice Hall,Inc
- [4] Abd Fauzan. Ruang warna HSV. 2019. Website : <http://www.charisfauzan.net/>. diakses 18 februari 2019.
- [5] Anggry Yulio P. Operasi morfologi pada pengolahan citra. 2018. Website: <https://devtrik.com/opencv/operasimorfologi-pada-pengolahan-citra/>.
- [6] Gonzalez, Rafael C., & Woods, Richard E. (2002). *Digital Image Processing* (2 ed.) (hal. 37-38). Prentice-Hall, Inc. rd
- [7] Dick, A.R., Brooks, M.J.. 2004. A Stochastic Approach to Tracking objects Across multiple cameras. In: *Advances in Artificial Intelligence*, pp. 160-170.