

Implementasi Pengenalan Musuh Berbasis *Image Processing* Pada Robot Penjaga Di Daerah Pos Pengamanan Di Wilayah Papua

Arif Muzakki*¹, Dekki Widiatmoko², Achmad Afif Irwansyah³, Mochammad Syafaat⁴, Aguk Sridaryono⁵

^{1,2,3,4}, Teknik Elektronika Sistem Senjata, Teknik Elektronika, Politeknik Angkatan Darat Indonesia

*Corresponding Author: arifmuzakkiy@gmail.com

Received 2023-12-29; Revised 2024-03-25; Accepted 2024-05-17

Abstrak

Era Revolusi 4.0 telah memberikan perubahan disegala aspek kehidupan termasuk pada teknologi Militer yang saat ini telah menghadirkan beberapa teknologi militer seperti unmanned system, sistem robotik yang berkolaborasi dengan Big Data yang mampu untuk mendeteksi ancaman dan serangan musuh. Indonesia sebagai negara yang kaya terhadap sumber alam masih belum terbebas dari konflik bersenjata. Papua menjadi wilayah paling tinggi terjadi konflik bersenjata di Indonesia. KKB diklaim sebagai dalang dari setiap serangan yang terjadi. Serangan yang digencarkan KKB tidak hanya melukai warga sipil, namun juga personel TNI-POLRI hingga Pos Militer atau Pos jaga. Belum adanya teknologi khusus pada Pos Militer atau Pos Jaga sehingga dalam mengantisipasi serangan mengandalkan kesigapan dari personel yang bertugas. Berdasarkan kondisi tersebut, penulis ingin menghadirkan robot penjaga yang dapat diaplikasikan pada Pos Militer di Papua. Robot penjaga yang diusulkan peneliti didukung dengan senjata SS2 v2 serta terintegrasi dengan kamera yang memungkinkan mengenali musuh atau kawan. Proses pengenalan musuh atau kawan mengimplementasikan image processing. Hasil pengenalan akan dikirim ke layar yang ada di Pos Militer melalui video sender. Hasil dari penelitian diperoleh sistem dapat bekerja dengan baik dari jarak 2 meter hingga 12 meter. Perubahan sudut juga memberikan pengaruh terhadap hasil pengenalan objek musuh atau kawan dan hasil pengenalan terbaik diperoleh pada sudut 0° hingga 60°. Intesitas cahaya yang terukur 0 Lux menghasilkan pengenalan objek musuh atau kawan yang buruk dan pengujian perubahan intensitas meliputi 169, 271, 341 dan 412 masih menghasilkan pengenalan objek musuh atau kawan dalam kategori baik.

Kata kunci: Robot Penjaga, *Image Processing*, Pengenalan Musuh, Pengenalan Kawan.

1. Latar Belakang

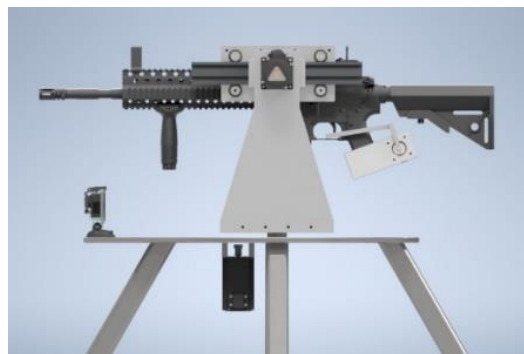
Saat ini kita telah memasuki Era Revolusi 4.0 yang memberikan perubahan disegala aspek kehidupan manusia. Efek revolusi industri 4.0 telah mengubah beberapa kebiasaan manusia meliputi: cara hidup, cara bekerja, hingga cara berhubungan satu orang dengan lainnya. Ciri khas dari era revolusi industri 4.0 adalah kecepatan, efisiensi dan kualitas produksi yang jauh lebih baik dibandingkan era revolusi industri sebelumnya [1]. Revolusi industri 4.0 merupakan era industri digital yang memungkinkan untuk mengkolaborasikan beberapa teknologi dan mampu secara realtime mengirimkan data untuk ditampilkan secara jarak jauh [2]. Sektor yang telah merasakan akibat dari pengaruh revolusi industri 4.0 ini seperti sektor pendidikan, industri makanan dan minuman, industri tekstil dan pakaian, industri otomotif, industri elektronik, serta industri kimia. Bidang elektronika khusus bidang robotika tidak luput dari pengaruh revolusi industri 4.0 yang telah memberikan kemajuan terhadap teknologi manufaktur dan

teknologi produksi. Hal ini memungkinkan peningkatan terhadap hasil proses produksi suatu barang serta kecepatan dalam menghasilkan suatu barang produksi. Revolusi Industri 4.0 menjadi pendorong terciptanya alat-alat canggih yang kehadirannya dianggap mempermudah kehidupan manusia [3].

Teknologi Militer tidak luput dari implikasi Revolusi Industri 4.0 yang memberikan perubahan terhadap strategi perang dan taktik tempur. Hasil implikasi ini juga ditandai dengan hadirnya kendaraan tak berawak (unmanned system) yang didukung dengan Artificial Intelligence (A.I), serta sistem robotik yang berkolaborasi dengan Big Data yang mampu untuk mendeteksi ancaman dan serangan musuh [4].

Indonesia sebagai negara yang kaya terhadap sumber alam masih belum terbebas dari konflik bersenjata. Papua menjadi wilayah paling tinggi terjadi konflik bersenjata di Indonesia. Tercatat disepanjang tahun 2022 telah terjadi 53 kasus kekerasan dan konflik bersenjata [5]. Kelompok kriminal bersenjata (KKB) diklaim sebagai dalang dari setiap serangan yang terjadi. Serangan yang digencarkan KKB tidak hanya melukai warga sipil, namun juga personel TNI dan POLRI [6]. Pos Militer dan Pos jaga terkadang juga sebagai target serangan. Terdapat 6 personel gugur akibat serangan tersebut [7]. Belum adanya teknologi khusus pada Pos Militer atau Pos Jaga sehingga dalam mengantisipasi serangan mengandalkan kesigapan dari personel yang bertugas.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis ingin menghadirkan robot penjaga yang dapat diaplikasikan pada Pos Militer di Papua. Robot penjaga yang diusulkan peneliti didukung dengan senjata SS2 v2 serta terintegrasi dengan kamera yang memungkinkan mengenali musuh atau kawan. Proses pengenalan musuh atau kawan mengimplementasikan *image processing* [8]. Hasil pengenalan akan dikirim ke layar yang ada di Pos Militer melalui *video sender*. Adapun bentuk robot penjaga yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Robot Penjaga

Penelitian tentang robot penjaga dan *image processing* telah dilakukan oleh berbagai peneliti, diantaranya oleh peneliti [9] yang mengusulkan robot penjaga yang dinamai "*Troopers Guard Robot 25 (TGR-25)*". Robot tersebut dirancang agar dapat membantu dimedan pertempuran. penggerak pada robot penjaga tersebut menggunakan motor DC dan stepper. Dikarena menggunakan 4 Motor DC dan 4 Motor Stepper robot penjaga tersebut menggunakan 2 buah baterai dengan spesifikasi masing-masing baterai 12 Volt 150 Ah yang dipasang seri yang menghasilkan daya sebesar 3600 Wh. Pengolahan citra yang diaplikasikan pada Robot Otonom pengumpul bola tenis meja telah diterapkan oleh peneliti [10]. Pengolahan citra diterapkan untuk mendeteksi bola tenis meja. Agar dapat dapat mengarahkan robot ke bola tenis, dilakukan proses penentuan jarak robot ke bola, ketika jarak antara bola dengan robot diketahui maka proses selanjutnya adalah *path planning*. Robot yang diusulkan akan mengumpulkan bola tenis meja yang berserakan sesuai dengan jalur yang sudah dibuat hasil dari proses *path planning*. Tujuan dari diciptakan robot ini agar pemain tidak perlu mengambil bola-bola yang berserakan. Hasil dari penelitian ini adalah proses pendeteksian jumlah bola tenis meja di lapangan

menghasilkan akurasi rata-rata 91,67% sedangkan pada pembacaan jarak dalam proses scanning menghasilkan akurasi rata-rata sebesar 80%.

Penerapan sistem pengolahan citra digital untuk mendeteksi warna pada robot kotak sampah yang dapat bergerak secara otomatis telah dilakukan oleh peneliti [11]. Robot tersebut mampu bergerak menuju ruangan yang telah ditentukan mengikuti perintah dari user. Cara kerja dari robot tersebut dimulai dari Webcam menangkap sebuah gambar lalu diproses menggunakan metode HSV yang akan menghasilkan nilai HSV. Nilai tersebut diperoleh dari proses sampling warna. Penerapan metode HSV dalam menfilter warna yang diinginkan, ini dilakukan karena metode tersebut diklaim lebih mudah dalam proses pendeteksian warna, baik kondisi dengan intensitas cahaya yang rendah maupun yang tinggi [12]. Hasil dari penelitian ini sistem mampu mendeteksi warna sesuai yang diharapkan.

Self Driving Car mengaplikasikan *image processing* pada robot beroda telah dilakukan oleh peneliti [13]. Peneliti tersebut juga mengintegrasikan *image processing* dan metode *fuzzy logic* sebagai kendalinya. Robot yang diusulkan dapat mengenali objek berupa garis seperti garis marka pada jalan beraspal serta laju mobil dapat dikendalikan secara otomatis dengan metode logika Fuzzy. Hasil dari penelitian ini adalah teknik pengolahan citra yang didukung metode *Haar-Like Classifiers* menghasilkan akurasi sebesar 92,7%.

Pengolahan citra yang diintegrasikan dengan metode kontroler Braitenberg untuk menavigasi Robot gerakan robot berdasarkan landmark garis telah diterapkan oleh peneliti [14]. Cara kerja dari sistem yang diusulkan peneliti tersebut dimulai dari webcam yang terhubung dengan computer akan menangkap gambar yang selanjutnya akan dilakukan proses pengolahan citra untuk proses mendeteksi landmark garis. Pada tahap ini mengimplementasikan deteksi tepi tipe canny [15]. Hasil deteksi akan dikelola computer lalu akan mengirimkan data kontrol ke arduino melalui komunikasi serial. Arduino yang menerima data akan menggerakkan Motor DC untuk mengikuti *landmark* garis yang telah ditentukan. Pergerakan Motor DC tersebut dikendalikan dengan menerapkan metode kontroler Braitenberg [16]. Hasil dari penelitian ini adalah akurasi robot untuk mengikuti garis *landmark* adalah 100% berhasil mengikuti lintasan yang memiliki sudut belokan 135 ° namun jika terdapat lintasan yang memiliki sudut belokan 90° akan menghasilkan akurasi sebesar 80%.

2. Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang diusulkan peneliti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Metode Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, penelitian ini dimulai dari studi literatur yang akan mencari literatur dari jurnal penelitian, artikel konferensi atau prosiding hingga web tutorial tentang teknik pengolahan citra dan cara untuk membangun robot penjaga. Setelah referensi telah mencukupi dilakukan dengan persiapan penelitian yang mencakup referensi alat *yang* yang dibutuhkan hingga pengadaan alat dalam membangun sistem. Setelah dilakukan persiapan alat, tahap selanjutnya dilakukan perancangan sistem yang meliputi mendesain sistem hingga implementasi dari alat. Tahap selanjutnya dilakukan pengambilan data dari alat yang telah dibuat untuk dievaluasi. Hasil dari pengambilan data akan dianalisa untuk mengetahui kinerja dari alat yang diusulkan. Sedangkan diagram alir dari penelitian ditunjukkan pada gambar 3.



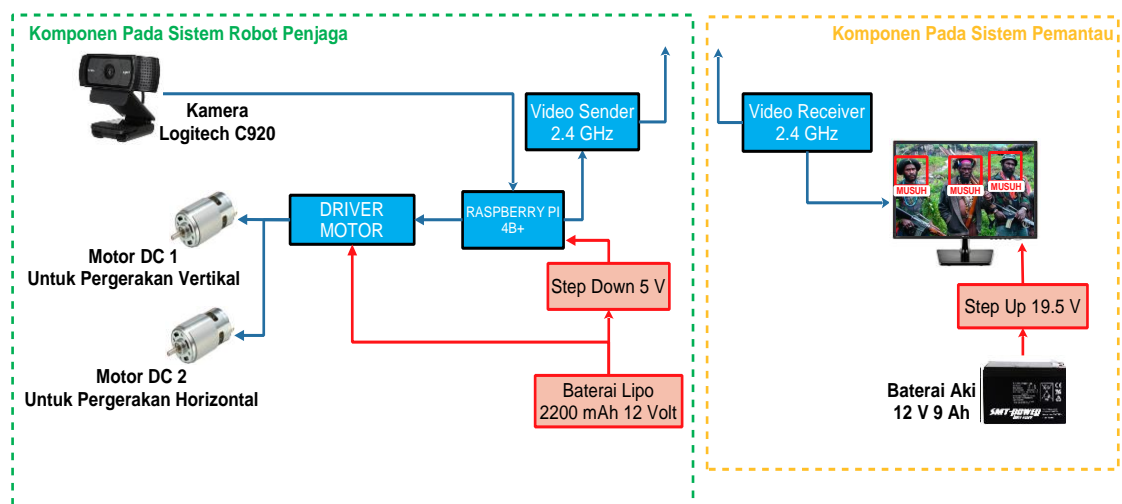
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan gambar 3 penelitian ini dimulai dari Pengumpulan Data, Kumpulkan dataset citra yang mencakup berbagai gambar musuh yang mungkin dihadapi oleh robot penjaga, Pastikan dataset mencakup variasi dalam pencahayaan, sudut pandang, dan latar belakang. Lakukan preprocessing pada citra untuk meningkatkan kualitas dan relevansi informasi. Ini bisa mencakup normalisasi intensitas, peningkatan kontras, dan pengurangan noise. Identifikasi dan ekstraksi area dari citra yang mengandung objek musuh, Metode seperti segmentasi warna atau deteksi tepi dapat digunakan untuk

memisahkan objek dari latar belakang. Ekstrak fitur-fitur yang relevan dari objek yang diidentifikasi. Ini bisa mencakup bentuk, tekstur, atau fitur lain yang dapat membantu dalam pengenalan objek. Gunakan metode pembelajaran mesin (machine learning) untuk melatih model pengenalan objek, Convolutional Neural Networks (CNN) adalah pilihan umum untuk tugas ini. Gunakan dataset yang telah dikumpulkan sebelumnya untuk melatih model. Evaluasi kinerja model pada dataset yang terpisah untuk memastikan bahwa model dapat mengenali musuh dengan tingkat akurasi yang tinggi. Implementasikan model pengenalan musuh pada perangkat keras robot penjaga, Pastikan ketersediaan sumber daya yang cukup (prosesor, memori) untuk menjalankan model dengan cepat dan efisien. Tentukan respons robot saat musuh terdeteksi. Ini bisa mencakup sistem peringatan, pelacakan, atau tindakan defensif. Uji sistem pada lingkungan nyata dengan variasi kondisi seperti perubahan pencahayaan, gerakan musuh, dan perubahan latar belakang. Lakukan optimasi pada model dan algoritma untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja sistem, Lakukan pemeliharaan rutin dan pembaruan untuk menanggapi perubahan dalam lingkungan atau ancaman potensial baru. Hasil dari pengambilan data akan dianalisa untuk mengetahui kinerja dari alat yang diusulkan.

2.1 Perancangan Sistem

Adapun sistem yang diusulkan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

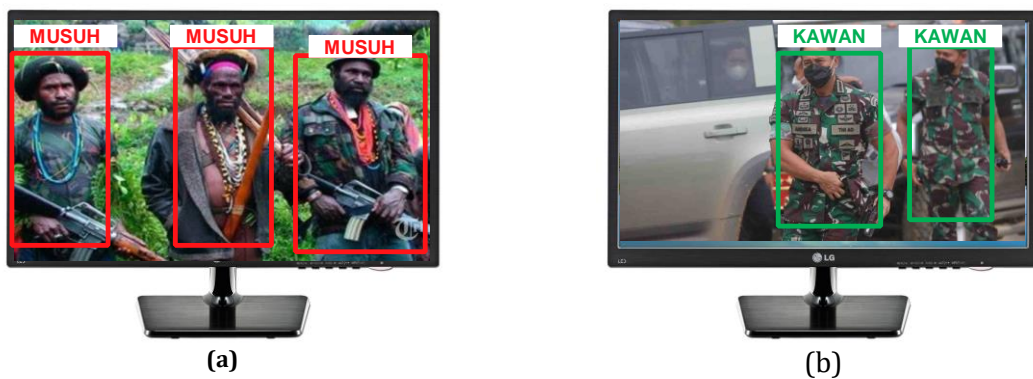
Berdasarkan Gambar 4, Robot penjaga yang diusulkan peneliti yang didukung dengan pengenalan musuh berbasis *image processing* terdiri dari komponen yakni Baterai Lipo 12 Volt 2200 mAh, Step down, Raspberry Pi 4B+ [17], Video Sender dan Receiver, LCD Monitor, Step up, Aki 12 V 9Ah. Adapun fungsi dari tiap komponen tersebut adalah sebagai berikut::

- Webcam Logitech C920 dipergunakan untuk menangkap gambar dan hasil tangkapan gambar dipergunakan sebagai masukan Raspberry Pi 4B+.
- Raspberry Pi 4B+ dipergunakan untuk mengelola hasil tangkapan gambar dan akan dilakukan proses pengenalan musuh menggunakan pengolahan citra.
- Video Sender dan Receiver dipergunakan untuk media pengiriman video berbasis komunikasi radio dengan frekuensi 2.4 GHz.
- Step down dipergunakan untuk menurunkan tegangan dari 12 volt ke 5 volt sebagai masukan daya ke Raspberry Pi 4B+.
- Baterai lipo 2200 mAh 12 volt sebagai catu daya sistem.
- Baterai Aki 12 V 9 Ah dipergunakan sebagai catu daya ke LCD Monitor.

- g. Step up dipergunakan untuk mengubah tegangan 12 V ke 19.5 V sebagai masukan ke LCD Monitor.
- h. Driver Motor dipergunakan sebagai pengendali motor DC.
- i. Motor DC dipergunakan sebagai penggerak untuk melakukan pergerakan horizontal dan vertikal.

2.2 Cara Kerja Sistem

Adapun cara kerja dari sistem yang diusulkan penulis adalah dimulai dari webcam Logitech c920 menangkap gambar. Hasil tangkapan gambar tersebut akan dikelola oleh Raspberry Pi 4B+. Raspberry akan melakukan proses pengenalan musuh menggunakan pengolahan citra. Kategori yang dianggap musuh selain yang menggunakan loreng TNI sedangkan kategori yang dianggap sebagai teman adalah personel yang menggunakan baju loreng TNI. Jika hasil dari tangkapan layar yang telah diproses pengolahan citra dikenali sebagai musuh, selanjutnya hasil proses pengenalan tersebut akan dikirim dan ditransmisikan melalui komunikasi radio video sender dan akan diterima pada video receiver yang selanjutnya akan ditampilkan hasil pengenalan musuh tersebut ke Layar LCD Monitor. Contoh bentuk hasil dari proses pengenalan musuh atau kawan yang ditampilkan pada layar monitor ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 5 Hasil dari Proses Pengenalan Musuh atau Kawan

3. Hasil Pengujian dan Pembahasan

Hasil dari penelitian terdiri atas hasil dari beberapa pengujian yang dilakukan peneliti yang meliputi : pengujian kinerja alat, pengujian perubahan jarak, pengujian perubahan sudut, pengujian perubahan intensitas cahaya dan pengujian banyak objek musuh atau kawan.

a. Pengujian kinerja alat

Fungsi logistik sigmoid dapat digunakan untuk memodelkan deteksi terhadap kawan atau musuh pada berbagai kondisi. Misalnya:

$$D(x)=11+e^{-k(x-x_0)} \quad D(x)=1+e^{-k(x-x_0)}$$

di mana x adalah kondisi (0 untuk menghadap depan, 1 untuk menghadap kiri, 2 untuk menghadap kanan, 3 untuk menghadap belakang), dan k serta x_0 adalah parameter yang bisa diestimasi dari data. Pengujian ini diawali dengan mengatur jarak kamera terhadap objek musuh atau kawan yang diatur pada jarak 5 meter. Objek musuh diatur untuk menghadap kearah depan, samping kiri, samping kanan, dan belakang. Setiap kondisi hadap dilakukan pengujian sebanyak 5x. Pada saat

pengujian berada didalam ruangan yang terukur intensitas cahayanya yakni 176 Lux. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Table 1. Hasil Pengujian Kinerja Alat

No	Kondisi	Deteksi	
		Kawan	Musuh
1	Menghadap ke depan	Terdeteksi	Terdeteksi
2	Menghadap ke kiri	Terdeteksi	Terdeteksi
3	Menghadap ke kanan	Terdeteksi	Terdeteksi
4	Menghadap ke belakang	Terdeteksi	Terdeteksi

Berdasarkan Tabel 1, sistem yang diusulkan dapat bekerja dengan baik yang diuji pada jarak 5 meter dan intensitas cahaya yang terukur sebesar 176 Lux. Perubahan arah hadap pada saat pengujian tidak memberikan pengaruh terhadap pengenalan musuh atau kawan.

b. Pengujian Perubahan Jarak

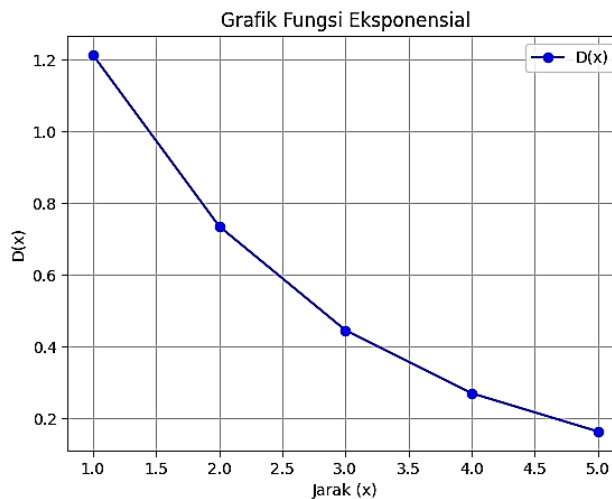
Pengujian perubahan jarak dapat dijelaskan dengan model fungsi eksponensial:

$$D(x) = a \cdot e^{-bx}$$

di mana x adalah jarak, dan a serta b adalah parameter yang bisa diestimasi. Pengujian ini diawali dengan mengatur jarak kamera terhadap objek musuh atau kawan yang diatur dari jarak 2 meter hingga 16. Kondisi saat pengujian berada didalam ruangan yang terukur intensitas cahayanya yakni 176 Lux. Kamera yang digunakan pada pengujian ini adalah webcam Logitech C920 Beresolusi 1920x1080 piksel. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5x dari setiap jarak yang diuji. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Table 2. Hasil Pengujian Perubahan Jarak

No	Jarak (m)	Deteksi Musuh	Deteksi Kawan
1	1	Terdeteksi	Terdeteksi
2	2	Terdeteksi	Terdeteksi
3	3	Terdeteksi	Terdeteksi
4	4	Terdeteksi	Terdeteksi
5	5	Terdeteksi	Terdeteksi



Gambar 6. Grafik hasil pengujian perubahan jarak

Berdasarkan Tabel 2, Masukkan rumus $D(x)=a \cdot e^{-bx}$ ke sel C2 (berdasarkan contoh tabel). perubahan jarak antara kamera terhadap objek musuh/kawan memberikan pengaruh terhadap pengenalannya atau kawan, sistem yang diusulkan bekerja dengan baik pada jarak dari 2 meter hingga 12 meter pada kondisi didalam ruangan dengan intensitas cahaya yang terukur 176 Lux. Sedangkan sistem mulai tidak bisa mengenali objek pada jarak 14 meter.

c. Pengujian perubahan sudut terhadap hasil deteksi

Pada pengujian ini, menggunakan fungsi sinusoidal atau fungsi sigmoid dapat menggambarkan perubahan deteksi berdasarkan sudut. Sebagai contoh, untuk sudut θ :

$$D(\theta) = A \cdot \sin(B \cdot \theta + C) + D$$

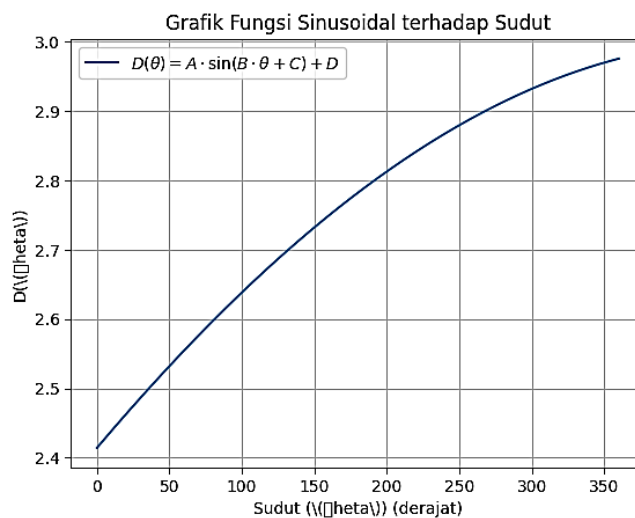
Pengujian ini diawali dengan mengatur jarak kamera terhadap objek musuh atau kawan yang diatur pada jarak 5 meter serta sudut kamera diatur dari 0o hingga 90o ke kanan dan juga diatur dari 0o hingga 90o ke kiri. Selain itu kondisi saat pengujian berada didalam ruangan yang terukur intensitas cahayanya yakni 176 Lu Untuk membuat tabel simulasi pengujian perubahan sudut terhadap hasil deteksi dengan fungsi sinusoidal $D(\theta) = A \cdot \sin(B \cdot \theta + C) + D$, kita dapat membuat tabel dengan kolom-kolom berikut:

- a. **Sudut (θ):** Nilai sudut yang diuji.
- b. **$D(\theta)$:** Nilai fungsi sinusoidal pada sudut tersebut.

Berikut adalah tabel simulasi pengujian. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 3.

Table 3. Hasil Pengujian Kinerja Alat

No	Sudut Kamera	D°
1	0°	$A \cdot \sin(0 \cdot B + C) + D$
2	30°	$A \cdot \sin(30 \cdot B + C) + D$
3	60°	$A \cdot \sin(60 \cdot B + C) + D$
4	90°	$A \cdot \sin(90 \cdot B + C) + D$
5	120°	$A \cdot \sin(120 \cdot B + C) + D$



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Kinerja Alat

- Berdasarkan Tabel 3, A , B , C , dan D adalah parameter dari model fungsi sinusoidal. Nilai-nilai ini harus ditentukan atau dihitung dari percobaan atau pemodelan lainnya.
 - Anda dapat menentukan nilai-nilai A , B , C , dan D sesuai dengan karakteristik fungsi sinusoidal yang ingin Anda simulasikan.
 - Jika Anda ingin menggunakan fungsi sigmoid, formulanya akan sedikit berbeda dan memerlukan parameter yang berbeda.
- Tabel ini memberikan contoh nilai-nilai fungsi $D(\theta)$ pada beberapa sudut yang berbeda. Sesuaikan parameter dan nilai sudut sesuai dengan kebutuhan eksperimen atau model yang Anda inginkan.

d. Pengujian perubahan intensitas cahaya

Dalam pengujian ini, menggunakan fungsi logaritmik atau eksponensial untuk menggambarkan bagaimana deteksi berubah seiring dengan intensitas cahaya:
 $D(x) = a \cdot \log(bx + 1)$

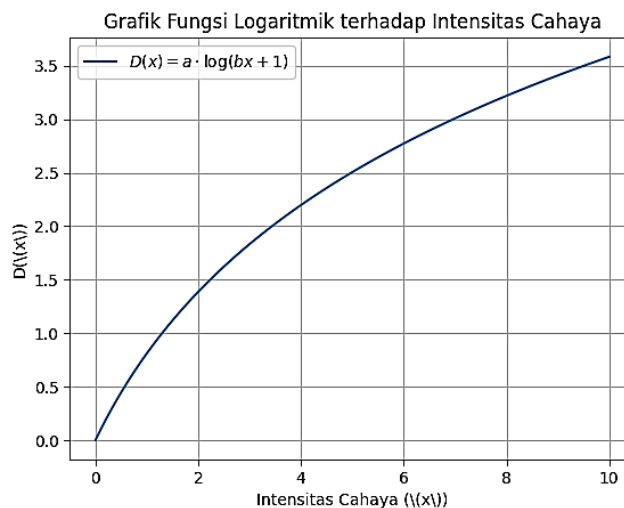
Untuk membuat tabel simulasi pengujian perubahan intensitas cahaya dengan fungsi logaritmik $D(x) = a \cdot \log(bx + 1)$, kita dapat membuat tabel dengan kolom-kolom berikut:

- Intensitas Cahaya (x):** Nilai intensitas cahaya yang diuji.
- D(x):** Nilai fungsi logaritmik pada intensitas cahaya tersebut.

Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 4.

Table 4. Hasil Pengujian Perubahan Intensitas Cahaya

No	Intensitas Cahaya	D(z)
1	0	$a \cdot \log(0 \cdot b + 1)$
2	1	$a \cdot \log(1 \cdot b + 1)$
3	2	$a \cdot \log(2 \cdot b + 1)$
4	3	$a \cdot \log(3 \cdot b + 1)$
5	4	$a \cdot \log(4 \cdot b + 1)$



Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Perubahan Intensitas Cahaya

Berdasarkan Tabel 4, Tabel ini memberikan contoh nilai-nilai fungsi $D(x)$ pada beberapa intensitas cahaya yang berbeda. Sesuaikan parameter dan nilai intensitas cahaya sesuai dengan kebutuhan eksperimen atau model yang Anda inginkan. perubahan intensitas cahaya memberikan pengaruh terhadap hasil pengenalan musuh atau kawan. Perubahan intensitas diakibatkan dari pengaturan lampu yang ada diruangan. Kondisi yang pengenalan terburuk ketika semua lampu tidak menyala yang terukur nilai intensitas cahaya sebesar 0 Lux.

© The Author(s)
 Published by Universitas Negeri Padang
 This is an open-access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

e. Pengujian banyak objek musuh atau kawan

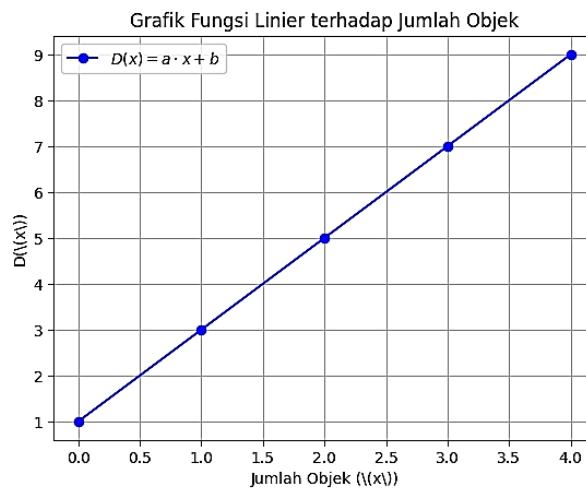
Pengujian ini bisa dijelaskan dengan fungsi linier atau polinomial:

$$D(x) = a \cdot x + b$$

di mana x adalah banyaknya objek, dan a serta b adalah parameter yang bisa diestimasi. Pengujian ini diatur antara jarak objek musuh atau kawan yakni pada jarak 5 meter. Objek musuh diatur untuk menghadap kearah depan. Objek musuh atau kawan diatur berjumlah dari 2 orang hingga 10 orang. Setiap kondisi dilakukan pengujian sebanyak 5x. Pengujian ini dilakukan didalam ruangan yang terukur intensitas cahayanya yakni 176 Lux. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 5.

Table 5. Hasil Pengujian Banyak Objek Musuh Atau Kawan

No	Jumlah Onjek (x)	D(x)
1	0	a.0+b
2	1	a.2+b
3	2	a.3+b
4	3	a.4+b
5	4	a.5+b



Gambar 9. Grafik hasil pengujian banyak objek musuh atau kawan

Tabel ini memberikan contoh nilai-nilai fungsi $D(x)$ pada beberapa jumlah objek musuh atau kawan yang berbeda. Sesuaikan parameter dan nilai jumlah objek sesuai dengan kebutuhan eksperimen atau model yang Anda inginkan. Pengujian banyak objek musuh atau kawan yang diuji pada jarak 5 meter sistem dapat bekerja dengan baik dan tidak terpengaruh terhadap jumlah objek yang dikenali. Perubahan sudut juga memberikan pengaruh terhadap hasil pengenalan objek musuh atau kawan dan hasil pengenalan terbaik diperoleh pada sudut 0° hingga 60° .

4. Kesimpulan

Melalui serangkaian pengujian yang komprehensif, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi objek musuh atau kawan menunjukkan kinerja yang memuaskan dengan Sistem mampu mengenali objek pada jarak 5 meter dengan intensitas cahaya 176 Lux, menunjukkan kinerja yang stabil dalam kondisi tersebut. Jarak objek musuh dan objek kawan terhadap kamera memberikan pengaruh terhadap proses deteksi kedua objek tersebut. Pengenalan objek dipengaruhi oleh sudut kamera, dengan hasil terbaik

© The Author(s)
 Published by Universitas Negeri Padang
 This is an open-access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

pada rentang sudut 0° hingga 60°. Sudut 75° dan 90° menyebabkan penurunan signifikan dalam kinerja system. Intensitas cahaya memainkan peran krusial dalam pengenalan objek. Sistem menunjukkan kinerja terburuk ketika tanpa cahaya, dengan intensitas cahaya 0 Lux. Sistem memiliki kemampuan yang baik dalam mengenali sejumlah objek, mulai dari 2 hingga 10, pada jarak 5 meter. Jumlah objek tidak mempengaruhi kinerja secara signifikan. Hasil penelitian ini memberikan wawasan tentang batasan dan kekuatan sistem deteksi objek. Perlu adanya pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan toleransi terhadap variasi lingkungan dan jarak. Kesimpulan ini dapat menjadi dasar bagi penelitian dan pengembangan mendatang dalam upaya meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem deteksi objek musuh atau kawan.

Referensi

- [1] N. Helmi, "Kementerian Pertahanan Republik Indonesia," <https://www.kemhan.go.id/>.
- [2] Achmad Afif Irwansyah, Jeki Saputra, and Budi Harijanto, "Teknologi Implementasi Image Processing Untuk Pengambilan Data Real Time Pada Robot Berkaki 6 (Hexapod) Berbasis Raspberry Pi 3," *elektronika*, vol. 3, no. <https://journal.poltekad.ac.id/index.php/elka/issue/view/25>, Oct. 2022.
- [3] D. G. Alfiyanti, Desyandri, and Y. Erita, "Peran Filsafat Ilmu Dalam Perkembangan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Di Era Revolusi Industri 4.0," *Didakt. J. Ilm. PGSD STKIP Subang*, vol. 8, no. 2, pp. 2343–2352, 2023, doi: 10.36989/didaktik.v8i2.554.
- [4] J. Chen, J. Sun, and G. Wang, "From Unmanned Systems to Autonomous Intelligent Systems," *Engineering*, vol. 12, pp. 16–19, 2022, doi: 10.1016/j.eng.2021.10.007.
- [5] E. F. Santika, "Ini Jumlah Korban Jiwa Akibat Kasus Kekerasan hingga Konflik Bersenjata di Papua Sepanjang 2022," databoks.katadata.co.id.
- [6] H. Mappiwali, "KKB Serang TNI di Puncak Papua, Seorang Prajurit Gugur!," <https://detik.com/>.
- [7] B. Noroyono and Agus Raharjo, "TNI Benarkan Teroris KKB Papua Serang Pos Militer Mugi-Nduga," news.republika.co.id.
- [8] Eko Wahyu Pratama, Mohammad Ansori, and Kusno Suryadi, "The System Identification Of Friend And Enemy Using Night Vision Camera On Battle Robot (Cqb) Using Pattern Recognition Method," *elektronika*, vol. 2, no. <https://journal.poltekad.ac.id/index.php/elka/issue/view/19>, Oct. 2021.
- [9] M. Ridwan, F. A. Firmanto, and I. Setyabudi, "Rancang Bangun Engine Management System (EMS) pada Troopers Guard Robot 25 (TGR-25)," *J. Otoranpur*, vol. 2, pp. 1–8, 2021.
- [10] F. R. Julianto, W. A. Cahyadi, and M. Z. Romdlony, "Implementasi Pengolahan Citra Pada Robot Otonom Pengumpul Bola Tennis Meja," *J. TEKTRIKA*, vol. 6, no. 2, pp. 50–57, 2022.
- [11] M. R. V. Aditya, N. L. Husni, D. A. Pratama, and A. S. Handayani, "Penerapan Sistem Pengolahan Citra Digital Pendeteksi Warna pada Starbot," *TEKNIKA*, vol. 14, no. 2, pp. 185–191, 2020.
- [12] A. K. Panggabean, A. Syahfaridzah, and N. A. Ardiningih, "Mendeteksi Objek Berdasarkan Warna Dengan Segmentasi Warna Hsv Menggunakan Aplikasi Matlab," *METHOMIKA J. Manaj. Inform. dan Komputerisasi Akunt.*, vol. 4, no. 2, pp. 94–97, 2021, doi: 10.46880/jmika.vol4no2.pp94-97.
- [13] S. M. S. Yoga, P. Pangaribuan, and A. Z. Fuad, "Kendali Robot Beroda sebagai Self Driving Car Berbasis Image Processing dengan Metode Fuzzy Logic," *J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 77–92, 2022.
- [14] A. R. Chaidir, G. A. Rahardi, K. Anam, G. A. Rahardi, and K. Anam, "Navigasi Robot Bergerak Berdasarkan Landmark Garis Menggunakan Kontroler Braitenberg dan Pengolahan Citra," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 8, no. 3, pp. 185–191, 2020, doi:

- 10.14710/jtsiskom.2020.13643.
- [15] F. Denta Sukma and R. Mukhaiyar, "Alat Pendeteksi Ekspresi Wajah pada Pengendara Berbasis Image Processing," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 2, 2022, doi: 10.24036/jtein.v3i2.261.
- [16] D. P. Sari, I. Lutfi, and F. Saputra, "Kendali Kestabilan Putaran Motor DC Robot Pemindah Barang dengan Metode Ziegler-Nichols pada Industri," vol. 4, no. 2, pp. 655–664, 2023.
- [17] Wiro Esa Majid, Gatut Yulisusianto, and Rahmad Santoso, "Rancang bangun sistem tracking pada kamera night vision sebagai pengganti pos dengan berbasis image processing," *elektronika*, vol. 1, no. <https://journal.poltekad.ac.id/index.php/elka/issue/view/1>, May 2020.