

## SISTEM KONTROL OBJECT TRACKING BERBASIS WARNA PADA ROBOT PENGANTAR BARANG DENGAN INFORMASI SUARA

Setya Permana Sutisna<sup>1)</sup>, Ahmad Ainul Yakin<sup>2)</sup>, Edi Sutoyo<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor,  
Indonesia, 16162

### ABSTRAK

Perancangan alat pengantar barang otomatis ini akan dikontrol oleh mikrokontroler Arduino. Konsep *vision* pada *prototype* dilakukan untuk mengidentifikasi objek yang akan dipilihnya untuk dapat mengambil keputusan. Dengan menggunakan sensor kamera objek visual akan masuk dalam data dan mengetahui benda yang telah diprogram untuk proses selanjutnya. Penggunaan masing-masing sensor akan menjadi konsep gerak otomatis pada *prototype* alat angkut tersebut yang dapat menyelaraskan motor DC dengan objek yang sudah ditentukan. Rancang bangun pada sistem kontrol sensor kamera pada robot pengantar barang ini yaitu dengan jarak yang ditentukan dengan pencahayaan pada suatu ruangan. Hasil dari pengujian pada kamera Pixy 2 CMUcam5 sangat berpengaruh terhadap cahaya, terbukti pada percobaan dengan nilai Flux  $\phi = 2300$  percobaan sepenuhnya berhasil dengan pengujian 4 warna dengan hasil *width* dan *height* rata-rata yang paling baik *error %* yaitu **0.01** dan pada Flux cahaya ini nilai yang terendah dengan *width* dan *height* rata-rata *error %* yaitu **0.06**. Pada sistem suara berhasil diaktifkan pada saat robot sampai pada tujuan dengan nilai keluaran pada *speaker* yaitu **7desibel** dengan jarak 75cm dan halangan pintu ruangan. Pengujian respon motor berhasil dengan baik dengan respon motor untuk berbelok hanya pada jarak 200cm dengan sudut 20°. Pengujian robot obyek *tracking* dengan beban 2.5kg dan 22.5kg berjalan dengan baik. Terbukti pada pengujian ini didapatkan kecepatan robot pada beban 2.5kg dengan nilai resistansi **0.5  $\Omega$**  rata-rata dengan jarak 60cm yaitu **0.06m/s**, jarak 100cm yaitu **0.07m/s**, dan pada jarak 200cm yaitu **0.08m/s**. Pada beban 22.5kg dengan nilai resistansi **36  $\Omega$**  terdapat penurunan kecepatan rata-rata jarak 60cm yaitu **0.05m/s**, jarak 100cm yaitu **0.07m/s**, dan jarak 200cm yaitu **0.07m/s**.

**Kata kunci:** Objek *Tracking*, Arduino Mega 2560, Pixy 2 CMUcam5, Robot Pengantar Barang

### ABSTRACT

*The design of this automatic delivery device will be controlled by the Arduino microcontroller. The concept of vision in the prototype is carried out to identify the object that will be chosen to be able to make decisions. By using the camera sensor, visual objects will enter the data and find out which objects have been programmed for the next process. The use of each sensor will be the concept of automatic motion on the prototype of the conveyance which can align the DC motor with the specified object. The design of the camera sensor control system on this delivery robot is the distance specified by the lighting in a room. The results of the test on the Pixy 2 CMUcam5 camera really have an effect on light, proven in the experiment with a Flux value  $\phi = 2300$ , the experiment was completely successful by testing 4 colors with the best average width and height results, error% is 0.01 and in this light Flux value the lowest with an average error width and height% that is 0.06. The sound system is successfully activated when the robot reaches its destination with the output value on the speaker which is 7desibel with a distance of 75cm and the room door barrier. The motor response test works well with the motor's response to turning only at a distance of 200cm with an angle of 20°. Testing the object tracking robot with a load of 2.5kg and 22.5kg is running well. It is proven in this test that the robot speed at a load of 2.5kg with an average resistance value of 0.5  $\Omega$  with a distance of 60cm, namely 0.06m / s, a distance of 100cm, namely 0.07m / s, and at a distance of 200cm, namely 0.08m / s. At a load of 22.5kg with a*

resistance value of  $36 \Omega$  there is a decrease in the average speed of the 60cm distance, namely  $0.05m/s$ , the 100cm distance is  $0.07m/s$ , and the 200cm distance is  $0.07m/s$ .

**Keywords:** Object Tracking, Arduino Mega 2560, Pixy 2 CMUcam5, Delivery Robot

\* Penulis korespondensi

Email: [ahmadainulyakin37@yahoo.com](mailto:ahmadainulyakin37@yahoo.com)

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini begitu pesat, demikian pula dengan perkembangan teknologi elektronika. Robot merupakan bukti peradaban manusia yang semakin maju dari waktu ke waktu. Robot yang diberi data atau perintah untuk mengerjakan suatu sistem pengoperasian dimaksudkan untuk membantu kerja manusia yang bersifat membosankan dan dapat menimbulkan *stress*. Penggunaan robot menjadi salah satu hal paling penting saat ini dikarenakan robotik dapat mengembangkan tugas dan fleksibel waktu dalam pekerjaan manusia [1]. Kemampuan ini merupakan persesuaian kemampuan robot terhadap kemampuan manusia secara khusus [2].

Teknologi *mobile* Robot yang memiliki kemampuan mendeteksi objek lebih dikenal dengan robot vision. Masalah yang menjadi bahasan utama dalam robot vision adalah komputer vision. Komputer vision bertujuan untuk membuat suatu keputusan yang berguna tentang objek fisik nyata dan pemandangan berdasarkan gambar (*image*) yang didapat dari sensor [3].

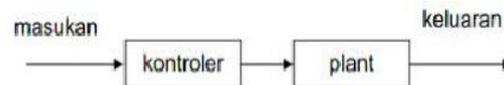
Konsep *vision* pada *prototype* dilakukan untuk mengidentifikasi objek warna yang akan dideteksi untuk dapat mengambil keputusan. Dengan menggunakan sensor kamera objek visual akan masuk dalam data dan mengetahui objek warna yang telah dipilih untuk proses selanjutnya. Sensor vision yang biasanya berupa kamera berperan penting dalam *object tracking* berbasis warna karena sensor inilah yang akan menentukan kinerja dari robot dalam melakukan tugasnya.

Sistem kontrol atau suatu alat untuk mengendalikan dan mengatur keadaan dari suatu sistem pada semua rangkaian elektronik yang telah terintegrasi dalam sistem kontrol tersebut, ada dua konsep sistem kontrol otomatis dalam proses keluaran yaitu sistem kontrol *Open Loop* dan sistem kontrol *Close Loop*.

### A. Open Loop.

Pada gambar 1 adalah suatu keadaan sistem *open loop*, konsep sistem *open loop* ini adalah

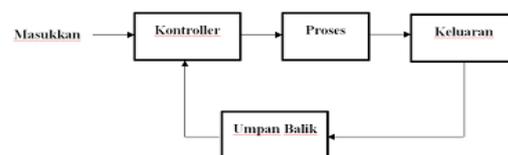
kontrol yang sederhana dimana hasil keluarannya tidak berpengaruh terhadap suatu aktifitas, hasil keluaran sistem *open loop* tidak dapat dibandingkan dengan masukan atau acuan.



Gambar 1. *Open Loop*

### B. Close Loop.

Gambar 2 merupakan kontrol loop tertutup dimana sistem kontrol yang keluaran sinyalnya mempunyai pengaruh terhadap aksi pengontrolan, pengontrolan sistem tertutup mempunyai umpan balik atau feedback dimana sebagian dari sinyal output diumpankan kembali ke input untuk mengurangi kesalahan dan meningkatkan kestabilan.



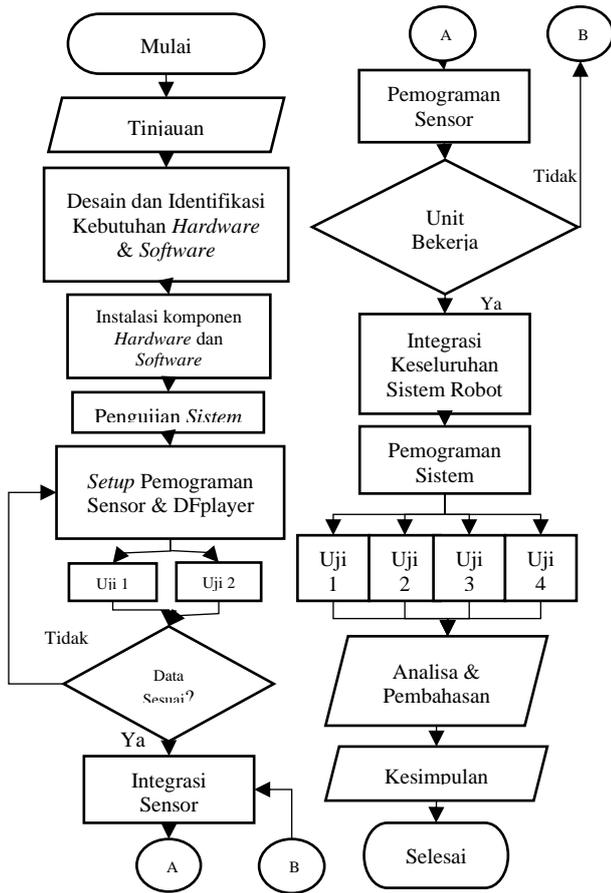
Gambar 2. *Close Loop*

*Object tracking* atau pelacakan objek adalah suatu proses untuk melacak satu objek atau lebih dengan konsep citra, pendeteksian objek yang bergerak dalam video dengan menyaring gambar objek setiap *frame per second* untuk mengenali objek. *Position-based visual* yang melakukan proses dengan mengacu pada pencarian posisi objek yang dilihat dari kamera sehingga dapat diikuti pergerakannya seperti pada percobaan visual servoing pada sebuah *mobile-robot nonholonomic* untuk mengikuti jalur dengan melihat bentuk jalur [5].

Berdasarkan latar belakang diatas penggunaan sensor *object tracking* akan menjadi konsep gerak otomatis pada robot pengantar barang tersebut yang dapat menyelaraskan motor DC dengan objek yang sudah ditentukan. Pada kali ini penulis hanya akan memulai peneliti dan membuat riset dari rencana robot *prototype* alat angkut barang dengan sistem objek *tracking*.

2. METODE PENELITIAN

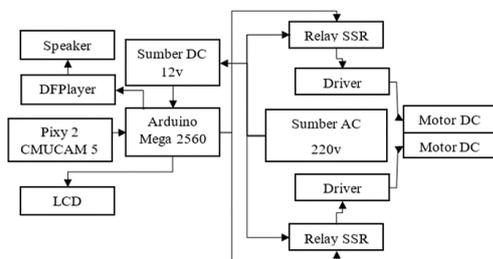
Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Perancangan Sistem

Blok Diagram Perangkat Keras (Hardware)



Gambar 4. Blok Diagram Perangkat Keras

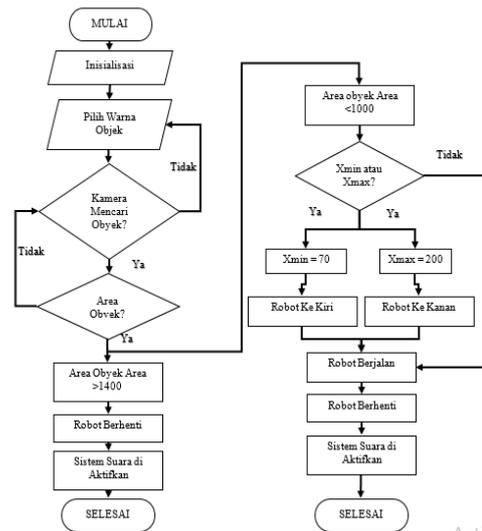
Gambar 4 adalah perancangan alat meliputi pembuatan diagram blok sebagai pernyataan pada rangkaian alat-alat yang akan digunakan, pada setiap blok pada gambar dibawah memiliki kerja dan fungsinya masing-masing, berikut adalah blok diagram yang akan

dibangun .

Perancangan Perangkat Lunak (Software)

perangkat lunak dibutuhkan untuk tahapan perancangan dari perangkat keras. Pada alat ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan sensor kamera Pixy 2 CMUCam5, agar sistem kontrol pada rangkaian robot dapat bekerja tanpa perangkat PC untuk mengontrol sistem. Adapun proses perangkat lunak yang dilakukan yaitu dengan software:

A. Arduino IDE



Artiva

pembuatan program Arduino itu sendiri, perancangan program ini didasari dengan logika pada robot pengantar barang, hal yang dilakukan dalam pemrograman ini menentukan library pada Arduino IDE untuk lebih memudahkan Arduino mengenali modul-modul yang akan digunakan.

B. PixyMon

Software ini digunakan untuk kendali sensor kamera Pixy 2 yang digunakan pada robot, agar lebih mudah melihat apa yang dilihat oleh kamera itu sendiri, dalam software ini penulis bisa mengatur brightness cahaya agar pengenalan warna bisa lebih distabilkan dan mudah untuk dikenali.

Diagram Alir Sistem

Gambar 5 Diagram Alir sistem

Gambar 5 diagram alur kerja perintah pada rancangan sistem untuk kerja robot yang aktual dengan gerak yang diinginkan pada sensor dan modul pada rangkaian sistem kontrol robot.

**Cara Pengujian**

Metode pengujian robot dengan menguji masing-masing bagian sensor dan modul secara terpisah. Adapun pengujian yang dilakukan:

**A. Pengujian Sensor Kamera**

Dalam tahap ini untuk mendapatkan data yang diinginkan, karena untuk meminimalkan terjadinya kegagalan dalam pengambilan data. pada tahap ini peneliti menggunakan mekanisme pendeteksian objek dengan variasi jarak dan warna seperti pada tabel 1, adapun *setup* warna dengan latar belakang berwarna gelap.

Tabel 1. Variasi Warna Dan Jarak

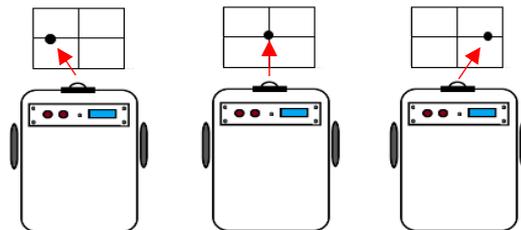
Warna	Jarak (Cm)	Error %
Objek Merah	50	
	100	
	150	
	200	
	250	
	300	
Objek Biru	50	
	100	
	150	
	200	
	250	
	300	
Objek Hijau	50	
	100	
	150	
	200	
	250	
	300	
Objek Ungu	50	
	100	
	150	
	200	
	250	
	300	

**B. Pengujian Suara Pada Modul Suara**

Pada pengujian modul ini hanya akan diukur nilai keluaran desibel pada speaker yang digunakan dengan Aplikasi Sound DB, dengan jarak dan halangan.

**C. Pengujian Robot**

Penelitian ini mencakup semua sistem dalam operasi kerja robot, dimana robot akan bermanuver dan bergerak dengan variasi jarak sudut dan beban dari titik awal ke titik akhir dengan masukan sensor kamera mengenali objek seperti pada gambar 5 dengan objek warna yang ditentukan terlebih dahulu dengan ketentuan nilai flux yang sudah diketahui.



Gambar 6. Sistem Tracking Robot

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**



Gambar 7. (a) Tampak Samping, (b) Tampak Depan

Untuk mencegah terjadinya korslet hubungan arus pendek pada rangkaian listrik dengan menggunakan MCB (*Miniature Circuit Breaker*) dan tombol *emergency stop* untuk memutus aliran listrik. Pada tahap ini dilakukan perhitungan berikut untuk pemakaian sesuai kebutuhan:

$$I = \frac{P(\text{watt})}{V \times \cos \phi} \tag{4}$$

Dimana pada MCB ini tenggangan listrik hanya 1 Phase

Maka: V = 220V  
P = 164.5

Hasil dari penjumlahan watt rangkaian pada sistem kontrol yaitu:

$$2 \text{ Motor dc} = 80 \text{ watt}$$

$$1 \text{ adaptor 12v} = 12 \text{ watt}$$

Maka didapat total watt = 172 watt

cos phi = besarnya faktor daya listrik (biasanya 0,8)

jadi,

$$I = \frac{172w}{220V \times 0,8} \quad (5)$$

didapatkan I = 0,98 A

maka dibulatkan menjadi 1 Ampere

maka MCB yang dibutuhkan 1 Ampere

**Pengujian Sensor Kamera**

Pada tahapan ini penulis melakukan beberapa percobaan terhadap sensor kamera Pixy 2 CMUcam5, dimana sensor ini akan diintegrasikan terhadap robot pengantar barang.

Pada percobaan ini dilakukan dengan lampu LED 20watt 151 lumen per watt dan LED

20Watt 68 lumen dimana ruangan ukuran 3m x 3m dan jumlah titik lampu hanya satu maka didapatkan:

FLUX Cahaya dapat diketahui:

$$\phi = 20watt \times \frac{115lumen}{1watt} \quad (6)$$

maka hasil yang didapat adalah  $\phi = 2300$

$$\phi = 20watt \times \frac{68lumen}{1watt} \quad (7)$$

maka hasil yang didapat adalah  $\phi = 1360$

Konversi dari lebar pixel ke focal length dengan nilai Flux  $\phi = 2300$  dan Flux  $\phi = 1360$ . Pada nilai ini didapat dari hasil output kamera dan Arduino dengan jarak 50cm sampai 300cm dengan lebar dan tinggi objek yang dideteksi 16cm

Tabel 2. Keluaran Nilai Dari Arduino IDE Dengan Width Dan Height Flux 2300

Hijau								Ungu							
No	Jarak Asli	LUX	Width	Height	Width Focal Length	Height Focal Length	Error (%)	Jarak Asli	LUX	Width	Height	Width Focal Length	Height Focal Length	Error (%)	
1	50	13	94	93	293.75	290.63	0.01	50	13	74	73	231.25	228.13	0.01	
2	100	16	44	48	275	300	0.04	100	13	46	44	287.5	275	0.02	
3	150	13	30	29	281.25	271.88	0.01	150	20	30	28	281.25	262.5	0.02	
4	200	13	22	19	275	237.5	0.03	200	13	22	21	275	262.5	0.01	
5	250	13	18	14	281.25	218.75	0.04	250	9	14	17	218.75	265.63	0.03	
6	300	9	12	15	225	281.25	0.03	300	9	14	10	262.5	187.5	0.04	
Rata-Rata Error							0.03	Rata-Rata Error							0.02
Merah								Biru							
No	Jarak Asli	LUX	Width	Height	Width Focal Length	Height Focal Length	Error (%)	Jarak Asli	LUX	Width	Height	Width Focal Length	Height Focal Length	Error (%)	
1	50	24	94	95	293.75	296.88	0.01	50	16	76	68	237.5	212.5	0.08	
2	100	22	48	49	300	306.25	0.01	100	13	54	41	337.5	256.25	0.13	
3	150	21	30	28	281.25	262.5	0.02	150	5	32	27	300	253.13	0.05	
4	200	13	24	24	300	300	0	200	9	20	22	250	275	0.02	
5	250	9	14	13	218.75	203.12	0.01	250	9	14	15	218.75	234.38	0.01	
6	300	9	14	12	262.5	225	0.01	300	5	14	10	262.5	187.5	0.04	
Rata-Rata Error							0.01	Rata-Rata Error							0.06

Tabel 3. Keluaran Nilai Dari Arduino IDE Dengan Width Dan Height Flux 1360

Hijau								Ungu							
No	Jarak Asli	L U X	Width	Height	Wedth Focal Length	Height Focal Length	Error (%)	Jarak Asli	L U X	Width	Height	Wedth Focal Length	Height Focal Length	Error (%)	
1	50	0	84	79	262.5	246.87	0.05	50	0	84	75	262.5	234.38	0.09	
2	100	0	0	0	0	0	100	100	1	34	7	212.5	43.75	0.27	
3	150	0	0	0	0	0	100	150	2	24	8	225	75	0.16	
4	200	0	0	0	0	0	100	200	0	0	0	0	0	100	
5	250	0	0	0	0	0	100	250	0	0	0	0	0	100	
6	300	0	0	0	0	0	100	300	0	0	0	0	0	100	
Rata-Rata Error							83.34	Rata-Rata Error							50.08
Merah								Biru							
No	Jarak Asli	L U X	Width	Height	Wedth Focal Length	Height Focal Length	Error (%)	Jarak Asli	L U X	Width	Height	Wedth Focal Length	Height Focal Length	Error (%)	
1	50	2	88	88	275	275	0	50	0	0	0	0	0	100	
2	100	1	42	17	262.5	106.25	0.25	100	0	0	0	0	0	100	
3	150	2	28	15	262.5	140.63	0.13	150	0	0	0	0	0	100	
4	200	0	20	14	250	175	0.06	200	0	0	0	0	0	100	
5	250	0	16	7	250	109.38	0.09	250	0	0	0	0	0	100	
6	300	0	0	0	0	0	100	300	0	0	0	0	0	100	
Rata-Rata Error							16.75	Rata-Rata Error							100

Untuk mengetahui nilai focal length pada tabel 2 dan 3 diatas didapat dengan nilai keluaran dari Arduino IDE pada nilai width dan height dengan persamaan (2)

A. Warna Hijau Focal Length Width Flux 2300

Dari tabel di atas maka didapat nilai Width adalah 94 pada jarak 50cm

$$F = \frac{94 \times 50 \text{cm}}{16 \text{cm}} \quad (7)$$

Maka nilai Focal length

$$F = 293.75$$

B. Warna Merah Focal Length Heigth Flux 1360

Dari tabel di atas didapat nilai Heigth adalah 17 pada jarak 100cm

$$F = \frac{17 \times 100 \text{cm}}{16 \text{cm}} \quad (8)$$

Maka nilai Focal length

$$F = 106.25$$

Untuk nilai error yang dilakukan yaitu dengan persamaan (9) dan selanjutnya dilakukan dengan perhitungan Software Microsoft Excel berikut sample perhitungan yang dilakukan:

$$\text{error} = \frac{\text{Width} - \text{Heigth}}{100} \quad (9)$$

A. Pada jarak 150cm Flux 1360

Warna Hijau

$$\text{error} = \frac{44 - 48}{100} \quad (10)$$

$$\text{error} = \frac{-2}{100} \quad (11)$$

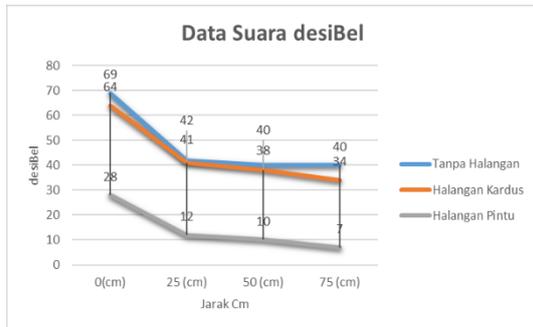
Pada perhitungan persentase hasil min diabaikan maka didapat hasil sebagai berikut:

$$\text{error} = \frac{2}{100} \quad (12)$$

$$\text{error} = 0.04$$

**Intensitas Suara Pada Jarak**

Gambar 8 pengujian pada respon modul suara DFplayer dengan diberikan resistor sebesar  $70k\Omega \pm 5\%$  pada kabel TX sama RX yang disambungkan pada Arduino, untuk sistem pengeras suara pada robot ini digunakan 1 speaker sebesar  $8\Omega$ . Pengujian ini dilakukan dengan *Softwrae Sound Meter dB*.



Gambar 8. Grafik Intensitas Suara Pada Jarak Dan Halangan

Dari grafik diketahui nilai tanpa halangan lebih besar dari yang lainnya, ini disebabkan karena faktor yang mempengaruhi nilai intensitas bunyi udara dipengaruhi serapan gelombang bunyi udara oleh benda yang menghalangi sehingga nilai desibel untuk halangan lebih kecil. Begitupun dengan jarak, pada sumber titik bunyi dengan titik pendengaran, gelombang bunyi akan merendah seiring dengan jarak.

**Respon Motor Terhadap Sensor Kamera**

Pada tabel 4 dilakukan pengujian respon motor, tujuannya agar bisa diketahui respon motor terhadap objek dengan jarak dan sudut berikut data yang didapat pada pengujian kali ini

Tabel 4. Respon Motor

Letak Objek	Jarak (Cm)	Respon Motor		Keterangan
		Kiri	Kanan	
Lurus 0°	40	Menyala	Menyala	Baik

Lurus 0°	100	Menyala	Menyala	Baik
Lurus 0°	200	Menyala	Menyala	Baik
Kiri 20°	40	Menyala	Menyala	Baik
Kiri 20°	100	Menyala	Menyala	Baik
Kiri 20°	200	Mati	Menyala	Baik
Kanan 20°	40	Menyala	Menyala	Baik
Kanan 20°	100	Menyala	Menyala	Baik
Kanan 20°	200	Menyala	Mati	Baik

didapatkan hasil pada sudut 20° dengan jarak 40 dan 10° motor menyala semua, dikarenakan nilai area pada sensor kamera akan berbelok jika dalam posisi nilai area 70 untuk kiri dan 200 untuk kanan, maka dari itu pada jarak 20° 40cm dan 20° 100cm nilai area pada kamera belum terpenuhi, maka kedua motor masih merespon.

**Percobaan Kecepatan Robot Dengan Beban 2.5kg Dan 22.5kg**

Pada percobaan ini yaitu dengan menguji kecepatan robot dengan beban 2.5kg dan 22.5kg, percobaan ini yaitu dengan jarak 60cm, 100cm, dan 200cm dimana pada setiap jaraknya dibagi tiga yaitu dengan sudut 0°, 20° kiri, dan 20° kanan.



Gambar 9. Percobaan 20° Dengan Jarak 100cm

Robot berjalan bergerak mengikuti objek dengan berjalan langsung berbelok karena data yang diambil oleh kamera untuk mikrokontroler yaitu per 1 detik, pada pengambilan data ini ditujukan untuk mencegah terjadinya relay yang terus berkedip menyala dan mati yang terlalu cepat dan motor tidak merespon.



Gambar 10 Grafik Perbandingan Kecepatan Jarak 60cm



Gambar 11 Grafik Perbandingan kecepatan Jarak 100cm



Gambar 12 Grafik Perbandingan Kecepatan Jarak 200cm

Perbandingan ini dapat dilihat dengan penurunan kecepatan pada beban yang lebih besar, namun pada perbandingan ini nilainya

tidak terlalu besar, rata-rata penurunan kecepatan yaitu 0.01m/s seperti pada percobaan jarak 60cm penurunannya dari beban 2.5kg yaitu 0.06m/s dan menurun pada beban 22.5kg yaitu rata-rata

0.05m/s, dan pada jarak 100cm perbandingan penurunan tidak terlalu besar yaitu rata-rata pada percobaan beban didapat hasil 0.07m/s. Namun terjadi penurunan yang sama seperti pada jarak 60cm, pada jarak 200cm penurunan rata-rata sebesar 0.01m/s yaitu dari beban 2.5kg 0.08m/s dan beban 22.5kg yaitu 0.07m/s.

#### 4. KESIMPULAN

Sistem kontrol objek tracking dan modul suara pada robot pengantar barang ini berhasil diimplementasikan, berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan, dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian pada kamera Pixy 2 CMUcam5 sangat berpengaruh terhadap cahaya, terbukti pada percobaan dengan nilai Flux  $\phi = 2300$  percobaan sepenuhnya berhasil dengan pengujian 4 warna yaitu Merah, Biru, Hijau, dan Ungu dengan nilai paling stabil yaitu merah dengan hasil width dan height rata-rata error % yaitu 0.01. dan pada Flux cahaya ini nilai biru yang terendah dengan width dan height rata-rata error % yaitu 0.06. dan pada pengujian dengan nilai Flux  $\phi = 1360$  warna merah masih terdeteksi hanya sampai dengan jarak 250cm dengan rata-rata error % = 16,755% dan pada percobaan warna biru tidak terdeteksi oleh kamera dikarenakan warna biru menjadi gelap pada nilai Flux yang rendah.
2. Pada sistem suara berhasil diaktifkan pada saat robot sampai pada tujuan dengan nilai keluaran pada speaker yaitu 7desibel dengan jarak 75cm halangan pintu ruangan.
3. Pengujian respon motor berhasil dengan baik dengan respon motor untuk berbelok hanya pada jarak 200cm dengan sudut  $20^\circ$ .
4. Pengujian robot obyek tracking dengan beban 2.5kg dan 22.5kg berjalan dengan baik. Terbukti pada pengujian ini didapatkan kecepatan robot pada beban 2.5kg dengan nilai resistansi  $0.5 \Omega$  rata-rata dengan jarak 60cm yaitu 0.06m/s, rata-rata jarak 100cm yaitu 0.07m/s, dan rata-rata pada jarak 200cm yaitu 0.08m/s. Pada beban 22.5kg dengan nilai resistansi  $36 \Omega$  terdapat penurunan kecepatan rata-rata jarak 60cm yaitu 0.05m/s, rata-rata jarak 100cm yaitu

0.07m/s, dan rata-rata jarak 200cm yaitu 0.07m/s.

#### 5. REFERENSI

- A. Adriansyah, M. R. GM, and Yuliza. (2014). Rancang Bangun Dan Analisa CCTV Berbasis Raspberry Pi. *J. Sinergi*, 18(2), 105-110.
- Cherubini, A., Chaumette, F., Oriolo, G. (2008). *A Position-Based Visual Servoing Scheme For Following Paths With Nonholonomic Mobile Robots*. International Conference on Intelligent Robots and Systems.
- COK ISTRI PUTRI KUSUMA KENCANAWATI. (2017). *AKUSTIK, NOISE DAN MATERIAL PENYERAP SUARA*. Denpasar: PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS UDAYANA.
- Davies, R. (2015). *Digitalisation For Productivity And Growth*. Dipetik 2020, dari [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS\\_BRI\(2015\)568337\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)
- Firmansyah, Away, Munadi, Ikhsan, Muddin. (Oktober 2014). Perancangan Lengan Robot 5 Derajat Kebebasan dengan Pendekatan Kinematik. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 11(2), 69-72.
- Kadir, A. (2016). *Pengantar Arduino*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Kagermann, H., Lukas, W.D., & Wahlster, W. (2013). Final Report: Recommendations For Implementing The Strategic Initiative Industrie 4.0.
- Law Lim Un Tung, dkk. (t.thn.). *Robot Mobil Dengan Sensor Kamera Untuk Menelusuri Jalur Pada Maze*. (Electrical Engineering Dept. PETRA Christian University) Diambil kembali dari [http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=%20vision&source=web&cd=10&ved=0CGkQFjAJ&url=http%3A%2F%2Fresearch.mercubuana.ac.id%2Fproceeding%2FB76-82\\_Liau\\_w\\_Lim.pdf&ei=ycYcT9mQGoTTrQeh94XiDQ&usg=AFQjCNE1vpIxGOSV6LT5f8XqkyqJQRDNWA](http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=%20vision&source=web&cd=10&ved=0CGkQFjAJ&url=http%3A%2F%2Fresearch.mercubuana.ac.id%2Fproceeding%2FB76-82_Liau_w_Lim.pdf&ei=ycYcT9mQGoTTrQeh94XiDQ&usg=AFQjCNE1vpIxGOSV6LT5f8XqkyqJQRDNWA)
- Leslie L. Doelle. (1986). *Akustik Lingkungan*. Jakarta: Erlangga .
- Nancy Natalie. (2011). *Rancang Bangun Robot Penerima Tamu Menggunakan Aplikasi Suara*. Manado: Universitas Sam Ratulangi (Skripsi).
- O. Yaseen Ismael and J. Hedley. (2016). Development Of An Omnidirectional Mobile Robot Using Embedded Color

- Vision System For Ball Following. *Am. Sci. Res. J. Eng.*, 22(1), 231-242.
- Soedoyo. (2004). *Fisika Dasar*. Yogyakarta: CV ANDI OFFSET.
- T. Deisy Rawis Jermias Tjakra and T. Tj Asrjad. (2016). Perencanaan Biaya Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) (Pada Proyek Konstruksi Bangunan (Studi Kasus: Sekolah St. Ursula Kotamobagu). *J. Sipil Statik*, 4(4), 241-252.
- Thojib dan Adhitama. (2013). Kenyamanan Visual Melalui Pencahayaan Alami Pada Kantor (Studi Kasus Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang). *Jurnal RUAS*, 11 (2)(1693-3702), 10-15.