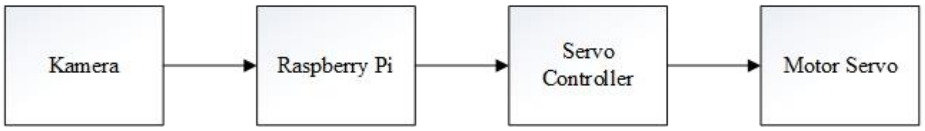
BAB IV

ANALISIS DAN PENGUJIAN

Pada bab ini akan membahas mengenai analisa dan pengujian dari alat yang dibuat, yaitu sebagai berikut :

4.1. Pengujian Pengolahan Citra



Gambar 4.1 *Set-up* Pengujian

Pada **Gambar 4.1** di atas, merupakan pemasangan komponen untuk pengujian pengolahan citra. Pengujian Pengolahan citra ini bertujuan untuk mengetahui seberapa baik sistem saat mendeteksi target berupa lingkaran yang berwarna merah, hijau, dan biru. Pengujian Pengolahan citra dilakukan pada keadaan pencahayaan yang baik karena jika cahaya berubah redup atau terlalu terang akan mempengaruhi proses pendeteksian target terutama pada nilai *Hue Saturation Value* (HSV). Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan kamera yang terhubung dengan Raspberry Pi dan terpasang pada robot.

4.1.1. Pengujian Kamera

Pengujian kamera merupakan awal untuk membuat pengembangan alogaritma pengolahan citra untuk sistem deteksi target ini. Kamera telah dipasang pada mekanik robot dengan sedemikian rupa sehingga mendapatkan sudut yang sesuai saat melakukan *object tracking*.



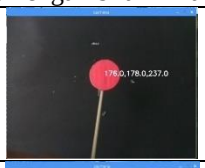
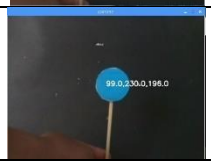
Gambar 4.1 Tampilan Input Kamera Saat Ada dan Tidak Ada Target

Dari **Gambar 4.1** diatas, merupakan tampilan *frame* saat kamera aktif, dimana yang sebelah kiri merupakan input saat tidak ada target, dikiri atas tertulis Tidak Ada Target dan yang sebelah kanan merupakan input saat ada target, dikiri atas tertulis Target Terdeteksi!. Sedangkan untuk indikasi target terdeteksi, ditandai lingkaran kuning di tepi objek yang terdeteksi. Resolusi *Frame* yang digunakan untuk pengujian ini adalah ***Height = 480 , Width = 320***.

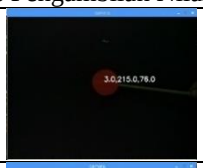
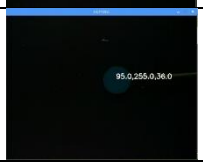
4.1.2. Pengambilan Nilai HSV

Proses pengujian berikut adalah pengambilan nilai *Hue Saturation Value* (HSV), karena pada saat melakukan *object tracking* yang diambil data warnanya adalah nilai HSV. Nilai HSV pada pengujian diambil pada dua kondisi waktu, yaitu siang dan malam.

Tabel 4.1 Nilai HSV saat siang hari

Warna	Proses Pengambilan Nilai HSV	Nilai HSV
Merah		H :176.0 S : 178 .0 V : 237.0
Hijau		H : 74.0 S : 204 .0 V : 194.0
Biru		H : 99.0 S : 230 .0 V : 196.0

Tabel 4.2 Nilai HSV saat malam hari

Warna	Proses Pengambilan Nilai HSV	Nilai HSV
Merah		H : 3.0 S : 215 .0 V : 76.0
Hijau		H : 63.0 S : 225 .0 V : 60.0
Biru		H : 95.0 S : 225 .0 V : 36.0

Dari perbandingan pada **Tabel 4.1** dan **Tabel 4.2**, memiliki perbandingan antara data HSV siang dan malam hari, di mana setiap warna memiliki selisih pada berikut ini :

Selisih nilai HSV = Data Siang – Data Malam

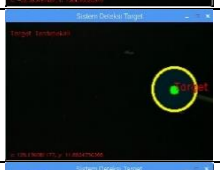
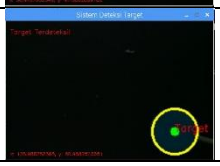
1. Merah : H = 173 , S = -37 , V = 161
2. Hijau : H = 11 , S = -21 , V = 134
3. Biru : H = 4 , S = 5 , V = 160

Selisih dari HSV di atas cukup untuk mempengaruhi hasil pengolahan citra, untuk itu jika melakukan *object tracking* berbeda waktu maka harus dilakukan pengambilan ulang nilai HSV.

4.1.3. Pengujian Deteksi Berdasarkan Warna

Proses pengujian deteksi berdasarkan warna di mana target yang harus bisa dideteksi oleh sistem adalah target yang berwarna merah, hijau dan biru. Pada pengujian ini diambil 9 (sembilan) data posisi koordinat acak dari tiap target dan diambil saat siang dan malam. Berikut adalah adalah hasil percobaan pendeteksian target berdasarkan warna.

Tabel 4.3 Deteksi Lingkaran Biru

Posisi	Proses Deteksi	
	Siang	Malam
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Lingkaran Biru

Posisi	Koordinat (pixel)		Keterangan		Indikasi	
	Siang	Malam	Siang	Malam	Siang	Malam
1	x = 45 y = 5	x = 53 y = 20	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
2	x = -34 y = 4	x = -32 y = 8	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
3	x = 133 y = 5	x = 126 y = 11	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
4	x = -46 y = 4	x = -29 y = -39	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
5	x = 44 y = -51	x = 53 y = -37	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
6	x = 129 y = -45	x = 141 y = -34	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
7	x = -29 y = 59	x = -21 y = 64	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
8	x = 49 y = 58	x = 56 y = 61	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
9	x = 128 y = 50	x = 128 y = 60	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil

Hasil percobaan sistem pendeteksian warna biru dengan nilai HSV siang hari (99.0, 230.0, 196.0) dan nilai HSV malam hari (95.0, 255.0, 36.0) serta koordinat yang berbeda sistem dapat mendeteksi target dengan baik, hal ini menunjukkan indikasi berhasil untuk target berwarna biru.

Tabel 4.5 Deteksi Lingkaran Hijau

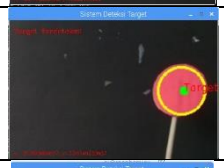
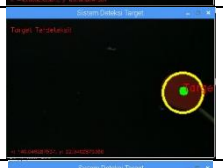
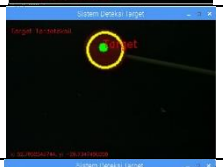
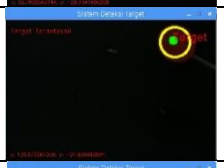
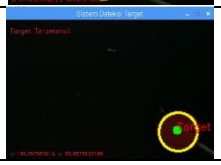
Posisi	Proses Deteksi	
	Siang	Malam
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Lingkaran Hijau

Posisi	Koordinat (pixel)		Keterangan		Indikasi	
	Siang	Malam	Siang	Malam	Siang	Malam
1	x = 51 y = 6.5	x = 56 y = 16	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
2	x = -44 y = 5	x = -25 y = 16	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
3	x = 129 y = 20	x = 135 y = 19	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
4	x = -44 y = -35	x = -31 y = -10	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
5	x = 50 y = -44	x = 48 y = -23	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
6	x = 116 y = -30	x = 138 y = -35	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
7	x = -27 y = 42	x = -26 y = 72	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
8	x = 43 y = 44	x = 46 y = 64	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
9	x = 120 y = 41	x = 146 y = 66	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil

Hasil percobaan sistem pendeteksian warna hijau dengan nilai HSV siang hari (74.0, 204.0, 194.0) dan nilai HSV malam hari (63.0, 255.0, 60.0) serta koordinat yang berbeda sistem dapat mendeteksi target dengan baik, hal ini menunjukkan indikasi berhasil untuk target berwarna hijau.

Tabel 4.7 Deteksi Lingkaran Merah

Posisi	Proses Deteksi	
	Siang	Malam
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Lingkaran Merah

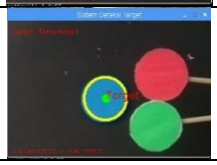
Posisi	Koordinat (pixel)		Keterangan		Indikasi	
	Siang	Malam	Siang	Malam	Siang	Malam
1	x = 46 y = 16	x = 51 y = 15	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
2	x = -29 y = 4	x = -40 y = 7	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
3	x = 121 y = 4	x = 140 y = 22	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
4	x = -36 y = -38	x = -25 y = -19	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
5	x = 44 y = -30	x = 52 y = -26	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
6	x = 129 y = -42	x = 135 y = -31	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
7	x = -30 y = 52	x = -24 y = 73	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
8	x = 40 y = 44	x = 47 y = 64	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
9	x = 117 y = 49	x = 135 y = 65	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil

Hasil percobaan sistem pendeteksian warna merah dengan nilai HSV siang hari (176.0, 178.0, 237.0) dan nilai HSV malam hari (3.0, 215.0, 76.0) serta koordinat yang berbeda sistem dapat mendeteksi target dengan baik, hal ini menunjukkan indikasi berhasil untuk target berwarna merah.

4.1.4. Pengujian Deteksi Menggabungkan Dengan Warna Lain

Pengujian kali ini adalah percobaan menyatukan warna yang ingin dideteksi dengan warna lain. Hal ini bertujuan untuk memastikan warna utama dapat terdeteksi dengan baik tanpa terganggu dengan warna lain. Percobaan ini dilakukan dengan waktu berbeda, yaitu siang dan malam.

Tabel 4.9 Pengujian Dengan Warna Utama Biru

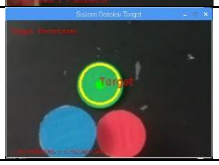
Warna	Proses Deteksi	
	Siang	Malam
Biru – Merah		
Biru – Hijau		
Biru – Merah – Hijau		

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Dengan Warna Utama Biru

Warna Utama	Warna Lain	Keterangan		Indikasi
		Siang	Malam	
Biru	Merah	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil
Biru	Hijau	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil
Biru	Merah & Hijau	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil

Hasil pengujian sistem pendeteksi warna utama biru digabungkan dengan warna lain, warna biru masih tetap terdeteksi dengan baik pada saat siang dan malam.

Tabel 4.11 Pengujian Dengan Warna Utama Hijau

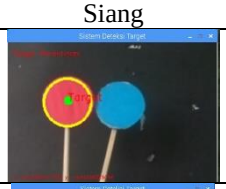
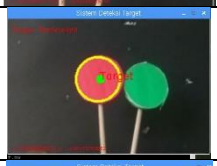
Warna	Proses Deteksi	
	Siang	Malam
Hijau – Biru		
Hijau –Merah		
Hijau – Biru – Merah		

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Dengan Warna Utama Hijau

Warna Utama	Warna Lain	Keterangan		Indikasi
		Siang	Malam	
Hijau	Biru	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil
Hijau	Merah	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil
Hijau	Merah & Biru	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil

Hasil pengujian sistem pendeteksi warna utama hijau digabungkan dengan warna lain, warna biru masih tetap terdeteksi dengan baik pada saat siang dan malam.

Tabel 4.13 Pengujian Dengan Warna Utama Merah

Warna	Proses Deteksi	
	Siang	Malam
Merah – Biru		
Merah –Hijau		
Merah – Hijau – Biru		

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Dengan Warna Utama Biru

Warna Utama	Warna Lain	Keterangan		Indikasi
		Siang	Malam	
Merah	Biru	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil
Merah	Hijau	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil
Merah	Hijau & Biru	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil

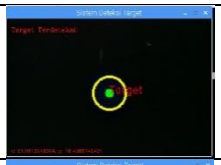
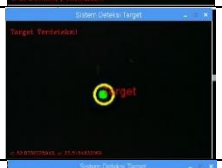
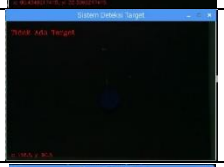
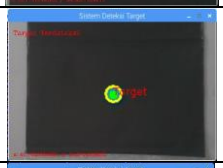
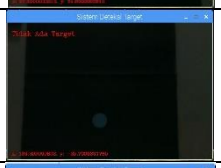
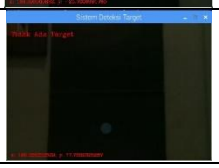
Hasil pengujian sistem pendeteksi warna utama merah digabungkan dengan warna lain, warna biru masih tetap terdeteksi dengan baik pada saat siang dan malam.

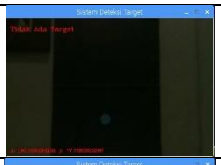
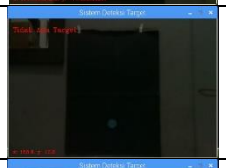
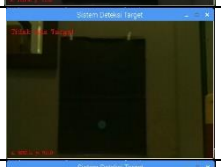
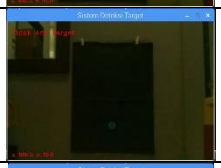
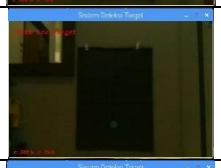
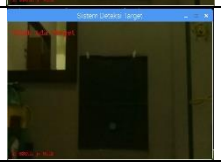
Dari pengujian deteksi warna di atas dapat dilihat bahwa seberapa baik dan akuratnya dari pendeteksian lingkaran yang dihasilkan. Pengambilan posisi target pada koordinat yang berbeda bertujuan untuk proses *tracking*.

4.1.5. Pengujian Deteksi Dengan Jarak Berbeda

Proses pengujian berikut adalah proses menedeteksi target berdasarkan jarak yang berbeda, dengan rentang jarak 30 – 200cm dan kondisi waktu yang berbeda. Berikut hasil pengujian deteksi berdasarkan jarak.

Tabel 4.15 Pengujian Jarak Deteksi Dengan Warna Biru

Jarak (Cm)	Proses Deteksi	
	Siang	Malam
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		
100		
110		
120		

130				
140				
150				
160				
170				
180				
190				
200				

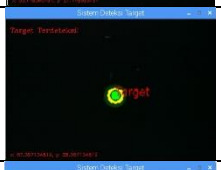
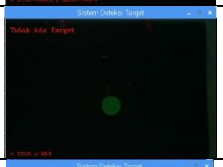
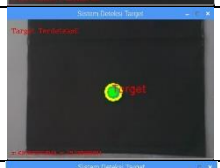
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Pengujian Jarak Deteksi Dengan Warna Biru

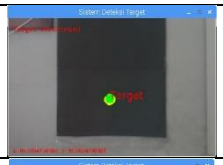
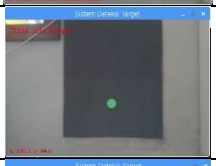
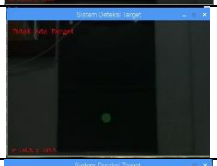
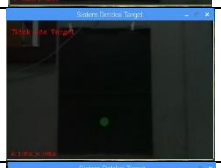
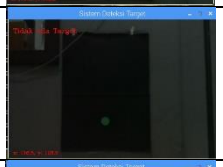
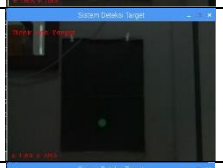
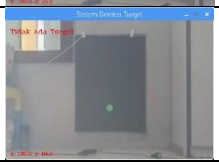
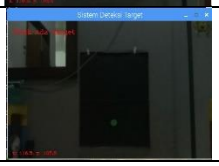
Jarak (Cm)	Keterangan		Indikasi	
	Siang	Malam	Siang	Malam
30	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
40	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
50	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
60	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
70	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
80	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
90	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
100	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
110	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
120	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
130	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
140	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
150	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
160	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
170	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
180	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
190	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
200	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil

Analisis Hasil Pengujian :

Dari pengujian di atas, warna biru mulai tidak terbaca oleh sistem pada jarak 70cm ke atas saat malam hari, sedangkan pada siang hari warna biru tidak terdeteksi saat masuk jarak 140cm ke atas. Hal ini diakibatkan oleh perbedaan cahaya yang mempengaruhi nilai HSV.

Tabel 4.17 Pengujian Jarak Deteksi Dengan Warna Hijau

Jarak (Cm)	Proses Deteksi	
	Siang	Malam
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		
100		
110		
120		

130		
140		
150		
160		
170		
180		
190		
200		

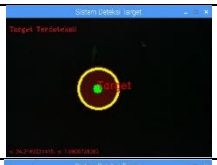
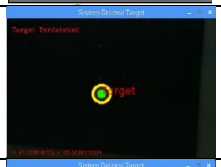
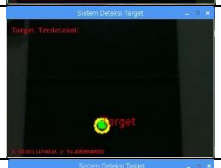
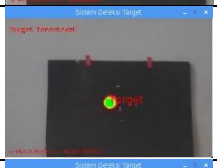
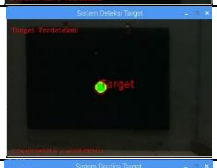
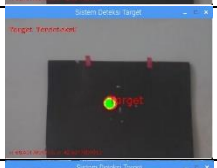
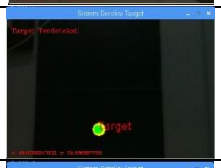
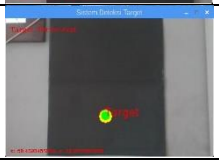
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Pengujian Jarak Deteksi Dengan Warna Hijau

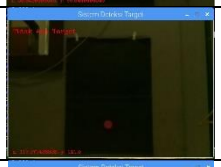
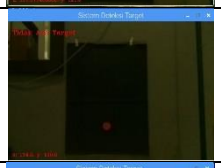
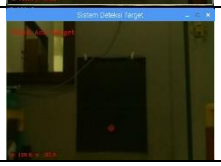
Jarak (Cm)	Keterangan		Indikasi	
	Siang	Malam	Siang	Malam
30	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
40	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
50	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
60	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
70	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
80	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
90	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
100	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
110	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
120	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
130	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
140	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
150	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
160	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
170	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
180	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
190	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
200	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil

Analisis Hasil Pengujian :

Dari pengujian di atas, warna hijau mulai tidak terbaca oleh sistem pada jarak 80cm ke atas saat malam hari, sedangkan pada siang hari warna hijau tidak terdeteksi saat masuk jarak 130cm ke atas. Hal ini diakibatkan oleh perbedaan cahaya yang mempengaruhi nilai HSV.

Tabel 4.19 Pengujian Jarak Deteksi Dengan Warna Merah

Jarak (Cm)	Proses Deteksi	
	Siang	Malam
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		
100		
110		
120		

130					
140					
150					
`160					
170					
180					
190					
200					

Tabel 4.20 Hasil Pengujian Pengujian Jarak Deteksi Dengan Warna Merah

Jarak (Cm)	Keterangan		Indikasi	
	Siang	Malam	Siang	Malam
30	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
40	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
50	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
60	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
70	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
80	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
90	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
100	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
110	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
120	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
130	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Berhasil	Tidak Berhasil
140	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil	Berhasil
150	Tidak Terdeteks	Terdeteksi	Tidak Berhasil	Berhasil
160	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
170	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
180	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
190	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil
200	Tidak Terdeteks	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil	Tidak Berhasil

Analisis Hasil Pengujian :

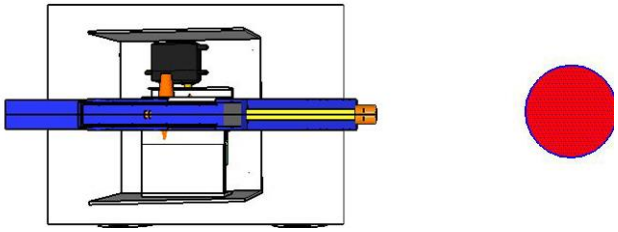
Dari pengujian di atas, merah hijau mulai tidak terbaca oleh sistem pada jarak 140cm ke atas saat malam hari, sedangkan pada siang hari warna merah tidak terdeteksi saat masuk jarak 150cm ke atas. Hal ini diakibatkan oleh perbedaan cahaya yang mempengaruhi nilai HSV.

4.2. Pengujian Gerak Robot Mendeteksi Target

Pengujian gerak robot bertujuan untuk mengetahui apakah sistem sudah mampu di implementasikan ke robot, ada beberapa kondisi pengujian yang dilakukan saat deteksi target, yaitu lurus, atas, bawah, kanan, kanan atas, kanan bawah, kiri, kiri atas, kiri bawah.

4.2.1. Pengujian Target Posisi Lurus

Pada pengujian ini, jarak antara target dengan robot 40 cm dan posisi robot dalam keadaan lurus dengan nilai target (x) = 51 (y) = 1,9 serta posisi derajat motor servo horizontal 90^0 dan vertikal 90^0.



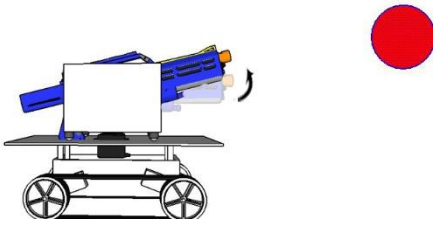
Gambar 4.2 Ilustrasi posisi target lurus dengan kamera



Gambar 4.3 Pengujian posisi target lurus

4.2.2. Pengujian Target Posisi Atas

Pada pengujian ini jarak antara target dengan robot 40 cm dan posisi robot dalam keadaan posisi ke atas target dengan nilai target (x) = 44 (y) = -30 serta posisi derajat motor servo horizontal 90^0 dan vertikal 130^0.



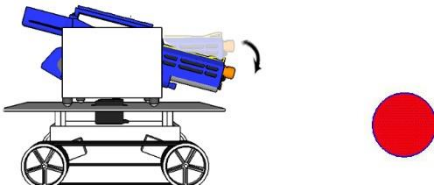
Gambar 4.4 Ilustrasi posisi target ke atas



Gambar 4.5 Pengujian posisi target ke atas

4.2.3. Pengujian Target Posisi Bawah

Pada pengujian ini jarak antara target dengan robot 40 cm dan posisi robot dalam keadaan posisi ke bawah target dengan nilai target (x) = 47 (y) = -64 serta posisi derajat motor servo horizontal 90^0 dan vertikal 70^0.



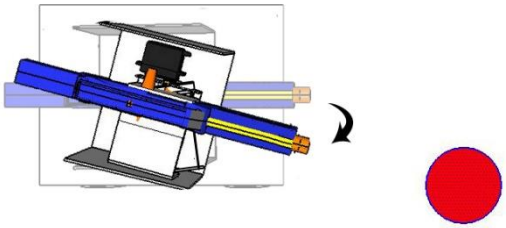
Gambar 4.6 Ilustrasi posisi target ke bawah



Gambar 4.7 Pengujian posisi target ke bawah

4.2.4. Pengujian Target Posisi Kanan

Pada pengujian ini jarak antara target dengan robot 40 cm dan posisi robot dalam keadaan posisi ke kanan target dengan nilai target (x) = 140 (y) = 22 serta posisi derajat motor servo horizontal 140^0 dan vertikal 90^0.



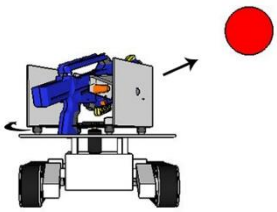
Gambar 4.8 Ilustrasi posisi target ke kanan



Gambar 4.9 Pengujian posisi target ke kanan

4.2.5. Pengujian Target Posisi Kanan Atas

Pada pengujian ini jarak antara target dengan robot 40 cm dan posisi robot dalam keadaan posisi ke kanan atas target dengan nilai target (x) = 135 (y) = -31 serta posisi derajat motor servo horizontal 140^0 dan vertikal 130^0.



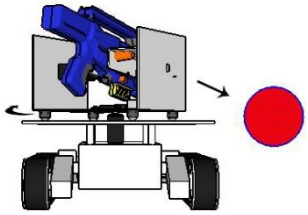
Gambar 4.10 Ilustrasi posisi target ke kanan atas



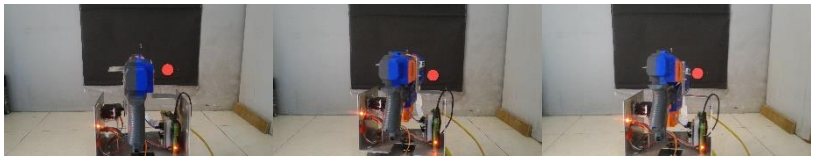
Gambar 4.11 Pengujian posisi target ke kanan atas

4.2.6. Pengujian Target Posisi Kanan Bawah

Pada pengujian ini jarak antara target dengan robot 40 cm dan posisi robot dalam keadaan posisi ke kanan bawah target dengan nilai target (x) = 135 (y) = 35 serta posisi derajat motor servo horizontal 140^0 dan vertikal 70^0.



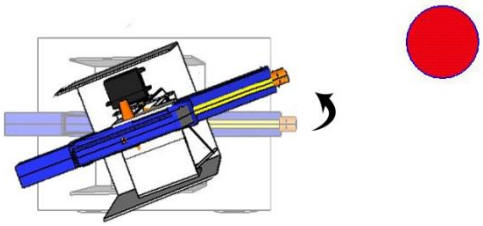
Gambar 4.12 Ilustrasi posisi target ke kanan bawah



Gambar 4.13 Pengujian posisi target ke kanan bawah

4.2.7. Pengujian Target Posisi Kiri

Pada pengujian ini jarak antara target dengan robot 40 cm dan posisi robot dalam keadaan posisi ke kiri target dengan nilai target (x) = -40 (y) = 7 serta posisi derajat motor servo horizontal 40^0 dan vertikal 90^0.



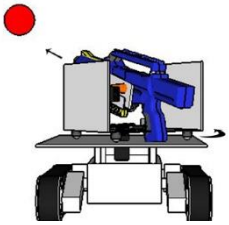
Gambar 4.14 Ilustrasi posisi target ke kiri



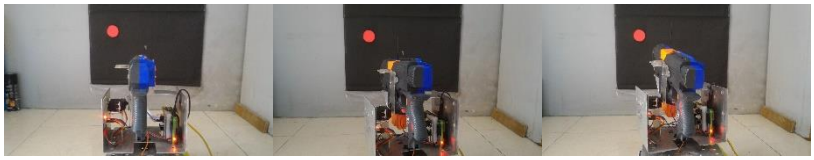
Gambar 4.15 Pengujian posisi target ke kiri

4.2.8. Pengujian Target Posisi Kiri Atas

Pada pengujian ini jarak antara target dengan robot 40 cm dan posisi robot dalam keadaan posisi ke kiri atas target dengan nilai target (x) = -40 (y) = -19 serta posisi derajat motor servo horizontal 40^0 dan vertikal 130^0.



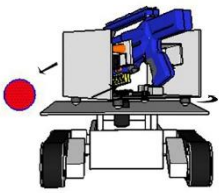
Gambar 4.16 Ilustrasi posisi target ke kiri atas



Gambar 4.17 Pengujian posisi target ke kiri atas

4.2.9. Pengujian Target Posisi Kiri Bawah

Pada pengujian ini jarak antara target dengan robot 40 cm dan posisi robot dalam keadaan posisi ke kiri bawah target dengan nilai target (x) = -24 (y) = 73 serta posisi derajat motor servo horizontal 40^0 dan vertikal 70^0.



Gambar 4.18 Ilustrasi posisi target ke kiri bawah



Gambar 4.19 Pengujian posisi target ke kiri bawah

4.3. Pengujian Respon Waktu *Tracking* Target

Pengujian respon waktu diperlukan untuk mengetahui seberapa cepat robot dapat bereaksi ketika sistem mendeteksi target sehingga dapat diketahui seberapa

baik sistem pendeteksi dan komponen *hardware* pada robot beroperasi. Berikut adalah data hasil pengujian yang dilakukan.

Tabel 4.21 Pengujian Respon Waktu

Posisi (ke Arah)	Respon waktu (detik)	Derajat Servo (Horizontal & Vertikal)
Atas	2,38	H = 90 V = 130
Bawah	2,80	H = 90 V = 70
Kanan	1,69	H = 140 V = 90
Kiri	1,80	H = 40 V = 90
Kanan Atas	2,84	H = 140 V = 130
Kanan Bawah	3,27	H = 140 V = 70
Kiri Atas	2,63	H = 40 V = 130
Kiri Bawah	3,08	H = 40 V = 70

$$Respon_{avg} = \frac{\sum_1^N Respon\ Waktu}{N}$$

$$= \frac{2{,}38 + 2{,}80 + 1{,}69 + 1{,}80 + 2{,}84 + 3{,}27 + 2{,}63 + 3{,}08}{8}$$

$$= 2{,}56125\ detik$$

Dari hasil pengujian respon waktu di atas, waktu yang di dihasilkan merupakan pengaruh dari mekanik dan komponen yang robot, sehingga semakin baik mekanik dan komponen, semakin baik pula pergerakkan *tracking* dan waktu yang didapat bisa lebih cepat.

4.4. Pengujian Motor DC

Pengujian Motor DC dilakukan untuk mengetahui seberapa baik robot untuk gerak maju, mundur dan belok. Pada pengujian ini menggunakan *driver* motor L298 dan 2 buah Motor DC.

Tabel 4.22 Pengujian Motor DC

Gerak	PWM	Motor (M)
Maju	PWM A = 255 PWM B = 255	M1 = HIGH M2 = HIGH
Mundur	PWM A = 255 PWM B = 255	M1 = LOW M2 = LOW
Belok Kanan	PWM A = 255 PWM B = 255	M1 = HIGH M2 = LOW
Belok Kiri	PWM A = 255 PWM B = 255	M1 = LOW M2 = HIGH
Berhenti	PWM A = 0 PWM B = 0	M1 = LOW/HIGH M2 = LOW/HIGH

4.5. Pengujian Modul Bluetooth

Pengujian modul *bluetooth* dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh jangkauan pengiriman data dari pengendali ke robot. Berikut adalah hasil percobaan yang dilakukan.

Tabel 4.23 Data hasil pengujian modul *bluetooth*

Jarak	Area terbuka	Ruangan Tertutup
1 Meter	Data terkirim	Data terkirim
2 Meter	Data terkirim	Data terkirim
3 Meter	Data terkirim	Data terkirim
4 Meter	Data terkirim	Data terkirim
5 Meter	Data terkirim	Data terkirim
6 Meter	Data terkirim	Data terkirim
7 Meter	Data terkirim	Data tidak terkirim
8 Meter	Data terkirim	Data tidak terkirim
9 Meter	Data tidak terkirim	Data tidak terkirim
10 Meter	Data tidak terkirim	Data tidak terkirim

Berdasarkan tabel pengujian modul *bluetooth* di atas dapat diketahui berapa jarak komunikasi data yang baik antara *bluetooth* yang terdapat pada pengendali dengan *bluetooth* yang terdapat pada robot yaitu berkisar antara 1-8 meter untuk area terbuka dan 1-6 meter untuk ruangan tertutup, namun untuk

mendapatkan pergerakan robot yang baik, maka jarak antara *bluetooth* yang terdapat pada pengendali dengan *bluetooth* yang terdapat pada robot dibatasi menjadi 1-3 meter.