

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan hasil pengujian dari sistem yang dibuat, pada tugas akhir ini pengujian yang dilakukan adalah pengujian sensor garis, pengujian modul sensor warna untuk mendeteksi warna, pengujian ultrasonik untuk jarak dan pengujian robot di arena yang telah dibuat dan ditentukan.

4.1. Pengujian dan Analisis Sensor Garis

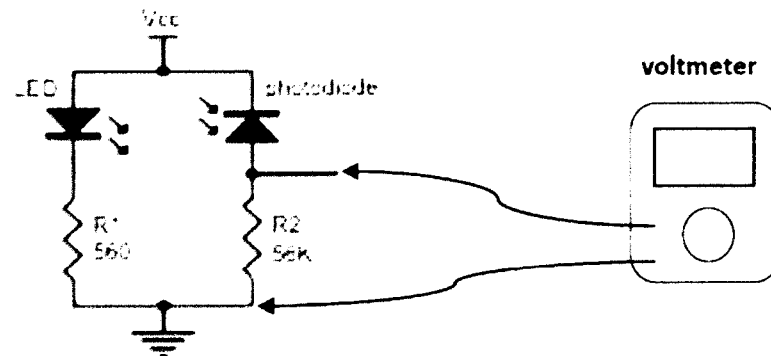
Sensor untuk mendeteksi garis lantai digunakan larik sensor *photodiode* berpasangan dengan LED *superbright* warna biru. Untuk mendeteksi pergeseran atau posisi robot terhadap garis digunakan 6 buah sensor secara berjejer dengan jarak antar sensor 12 mm dan jarak sensor dengan titik tengah kedua roda adalah 130 mm. Jarak ujung sensor tegak dengan lantai adalah 10 mm. Dalam robot ini digunakan sensor *photodiode* karena karakteristiknya yang paling memenuhi untuk sensor garis dan digunakan LED *superbright* sebagai sumber cahaya karena LED ini cukup terang untuk memberi pantulan pada lantai berwarna putih dan cahayanya cukup teredam oleh lantai berwarna hitam (garis). Foto dari sensor garis ini dapat ditunjukkan pada Gambar :



Gambar 4.1. Sensor Garis

Sensor ini memberikan nilai keluaran berupa tegangan antara 0 hingga 5 volt yang berubah mengikuti intensitas pantulan cahaya yang mengenainya. Dari rangkaian pembagi tegangan dapat diukur nilai keluaran tegangan untuk kondisi lantai hitam dan lantai putih yang diukur dengan voltmeter yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan hasil pembacaan tersebut dilihat pada LCD untuk menampilkan nilai ADC beserta penentuan nilai referensi ADC yang dicatat pada Tabel 4.1 dan dipresentasikan oleh grafik pada Gambar 4.3. Persamaan untuk nilai tegangan output dari pembagian tegangan sensor ini dapat dituliskan pada persamaan:

$$V_{\text{out}} = \frac{R_2}{R_2 + R_s} \cdot V_{\text{cc}} = \frac{56K\Omega}{56K\Omega + R_s} \cdot 5 \text{ volt}$$



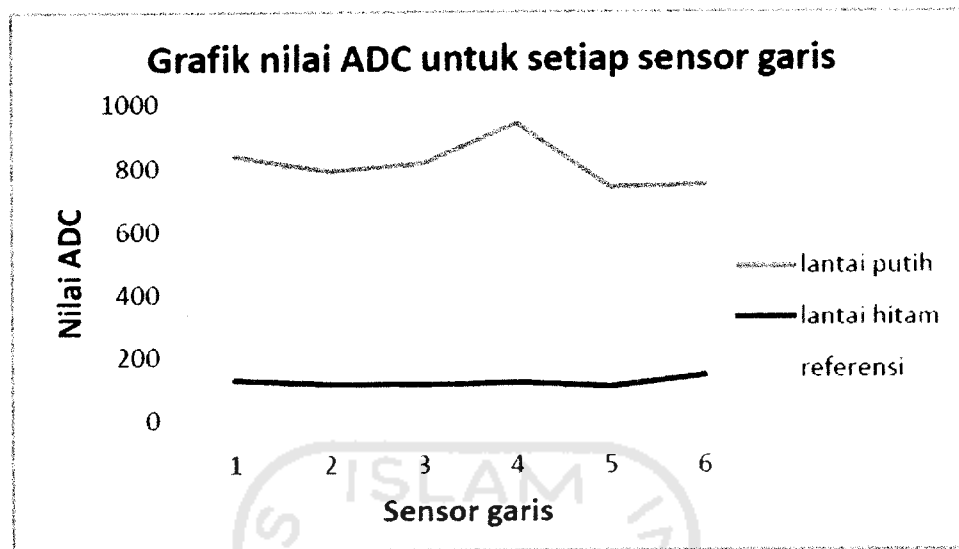
Gambar 4.2. Pengukuran keluaran sensor garis

Untuk mengetahui nilai referensi ADC atau nilai tengah dari nilai perbedaan nilai ADC digunakan persamaan yang dituliskan pada persamaa

$$\text{Nilai referensi ADC} = \frac{\text{ADC tertinggi} + \text{ADC terendah}}{2}$$

Tabel 4.1 Pengukuran tegangan keluaran ADC sensor

NO Sensor	Lantai Putih		Lantai Hitam		Referensi ADC
	Tegangan (V)	Nilai ADC	Tegangan (V)	Nilai ADC	
1	4,09	810	0,62	120	465
2	3,85	790	0,65	166	478
3	3,98	816	0,55	114	465
4	4,58	940	0,58	120	530
5	3,60	738	0,51	106	422
6	3,63	744	0,69	142	443



Gambar 4.3. Grafik Nilai ADC setiap sensor

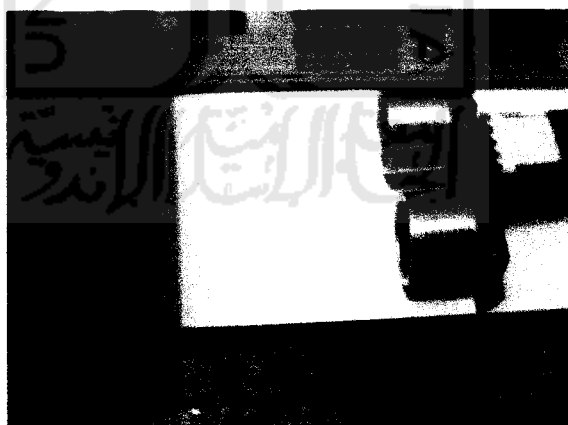
Dari Tabel 4.1 dan Gambar 4.3 terlihat adanya perubahan tegangan dan nilai ADC yang signifikan antara warna hitam dan putih. Selisih nilai ADC antara lantai warna hitam dan warna putih sangat besar sehingga pembacaan sensor telah bekerja dengan baik. Nilai ADC sensor garis sedikit berbeda bila dilakukan pembacaan pada beberapa tempat yang berbeda karena adanya sedikit pengaruh cahaya luar terutama cahaya matahari namun perbedaan ini tidak mengganggu selama proses kalibrasi ikut menyesuaikan. Proses pembacaan ADC dipilih mode *clock* tertinggi yaitu 200 kHz atau waktu konversi ADC dalam mikrokontroler antara 13-260 us dan proses setiap pembacaan *channel* ADC memerlukan waktu sekitar 0,5 ms.

4.2. Pengujian Sensor Ultrasonik SRF04

Pengujian sensor jarak dilakukan untuk mendapatkan nilai ke akuratan dalam pembacaan yang sesuai antara robot dan objek, serta untuk mengetahui jangkauan minimal dan maksimal sensor ultrasonik dengan objek, Pengujian dilakukan dalam posisi berhadapan langsung dengan objek, hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai pantul yang sempurna. Untuk membantu dalam menganalisa dan menentukan jarak yang diukur, maka dalam pengujian ini menggunakan tampilan modul LCD.



Gambar 4.4. Hasil Pengujian Tampilan LCD



Gambar 4.5. Pengujian SRF04 Jarak sebenarnya

Pengujian sensor SRF04 secara langsung dengan memberikan halangan langsung pada sensor SRF04 dan diukur menggunakan penggaris untuk melihat hasil pengukuran sebenarnya dan nilai *counter* yang ditampilkan pada LCD. LCD menampilkan code 1 untuk hasil pengukurannya dan disesuaikan dengan hasil pengukuran jarak menggunakan penggaris menunjukkan nilai yang sama, dan pada lcd baris ke 2 yaitu code 2 menampilkan hasil *counter* sensor terhadap pengukuran jarak. Untuk menghasilkan nilai pengukuran sebenarnya dapat menggunakan konversi :

$$\text{Pengukuran dalam CM} = \frac{\text{Nilai Counter} \times 0.034442}{2}$$

Keterangan :

Nilai counter = Lebar pulsa saat diberikan trigger

0.034442 = cepat rambat diudara saat mendapatkan pantulan mengenai objek atau dinding, 0.03442 didapat dari 344.424 m/detik (atau 1 cm setiap 29.034 us) saat memantul kembali.

Dari hasil data sheet SRF04 memiliki ketetapan tersendiri, untuk menghasilkan nilai ukur dalam cm memiliki rumus :

$$\text{Pengukuran dalam CM} = \frac{\text{Nilai Counter}}{58}$$

Tabel 4.2 Data Pengukuran SRF04

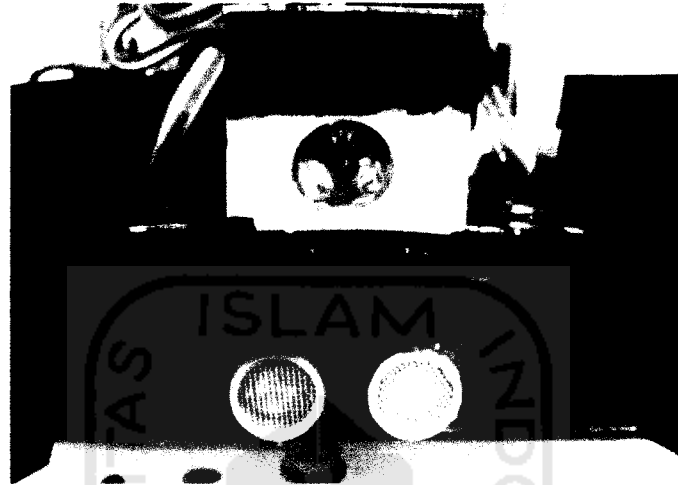
Data	Counter terukur (us)	Jarak pada LCD	Jarak sebenarnya (cm)	Jarak Dengan Rumus (cm)	Nilai error (Jarak sebenarnya – jarak dengan rumus)
1	298	5	5	5,1	-0,1
2	360	6	6	6,1	-0,1
3	585	10	10	10	0
4	705	12	12	12	0
5	878	15	15	15	0
6	996	17	17	17	0
7	1167	20	20	20	0
8	1281	22	22	22	0
9	1419	24	24	24	0
10	2323	40	40	40	0
11	3500	60	60	60	0

Dari tabel data pengukuran sensor jarak SRF-04 dapat disimpulkan, sensor jarak SRF04 dikategorikan 80 % akurat dalam pembacaan. Dari 11 kali pengujian jarak yang dihasilkan terdapat 2 data yang terjadi error.

4.3. Pengujian Sensor Warna

Sensor untuk mendeteksi warna objek digunakan sensor *photodiode* berpasangan dengan tiga LED *superbright* warna merah, hijau, dan biru yang menyala bergantian. Karakteristik pemilihan jenis sensor dan rangkaian hampir sama dengan sensor garis pada pembahasan sebelumnya. Sensor ini dipasang pada lengan dan akan bekerja hanya pada saat proses pembacaan warna objek saja. Pembacaan

nilai ADC dari keluaran sensor akan bergantian sesuai dengan warna yang sedang dipancarkan. Foto penempatan sensor warna akan ditunjukkan pada Gambar:



Gambar 4.6. Sensor warna dan peletakan sensor

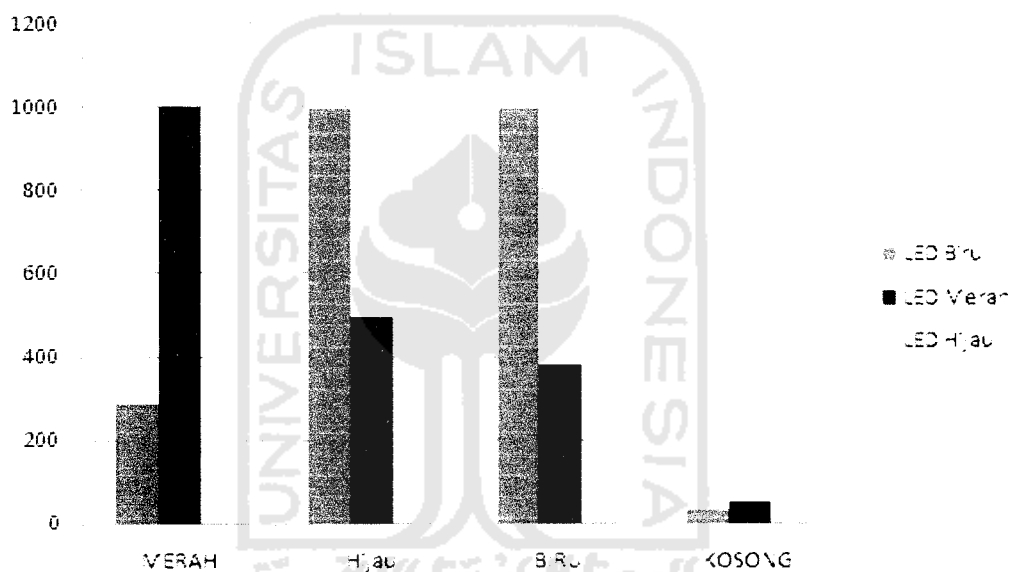
Dari rangkaian pembagi tegangan sensor ini memberikan nilai keluaran berupa tegangan antara 0 hingga 5 volt yang berubah mengikuti intensitas pantulan cahaya yang mengenainya dan akan dibaca oleh pin ADC lalu dikonversikan menjadi bilangan desimal pada setiap *variable* warnanya dengan nilai antar 0 hingga 1023. Nilai tegangan keluaran sensor saat proses *scanning* tidak dapat dibaca oleh multimeter karena perubahan tegangan untuk masing-masing warna sulit dibedakan karena terlalu cepat proses *scanning* atau pergantian nyala LED-nya. Untuk pengujian nilai RGB(*Red, Green, Blue*) hasil pantulan objek yang diuji akan dilihat langsung pada *variable* hasil konversi ADC. Hasil pembacaan tersebut dilihat pada LCD untuk

menampilkan nilai ADC untuk setiap intensitas warna yang dipantulkan dan dicatat pada Tabel data dan dipresentasikan dengan grafik.

Tabel 4.3 Data Pengukuran Sensor Warna objek Lingkaran

No Objek	Warna Objek	Pengujian Ke	ADC LED Merah	ADC LED Biru	ADC LED Hijau
1	Merah	1	995	271	250
		2	995	290	270
		3	995	290	250
		4	995	291	250
		5	995	290	250
		6	995	290	251
		7	995	291	260
		8	995	290	250
Nilai rata-rata tiap LED			995	287	253
2	Biru	1	384	991	140
		2	382	991	130
		3	383	991	150
		4	382	991	149
		5	382	991	150
		6	381	991	160
		7	380	991	160
		8	380	991	150
Nilai rata-rata tiap LED			381	991	148
3	Hijau	1	491	993	310
		2	491	994	320
		3	492	993	310
		4	493	993	310
		5	491	993	320
		6	492	993	300
		7	493	993	310
		8	493	993	300
Nilai rata-rata tiap LED			492	993	310

Dari table hasil pembacaan sensor warna terhadap warna objek yang akan di gunakan pada pengangkutan mendapatkan nilai rata-rata untuk setiap warna objek. Pengambilan data warna dilakukan sebanyak 8 (delapan) kali pengambilan, dan hasil pembacaan di catat untuk mendapatkan nilai rata-rata warna objek yang nantinya akan dimasukan kedalam *listing* program.



Gambar 4.7. Grafik Pengujian Sensor Warna Objek Lingkaran

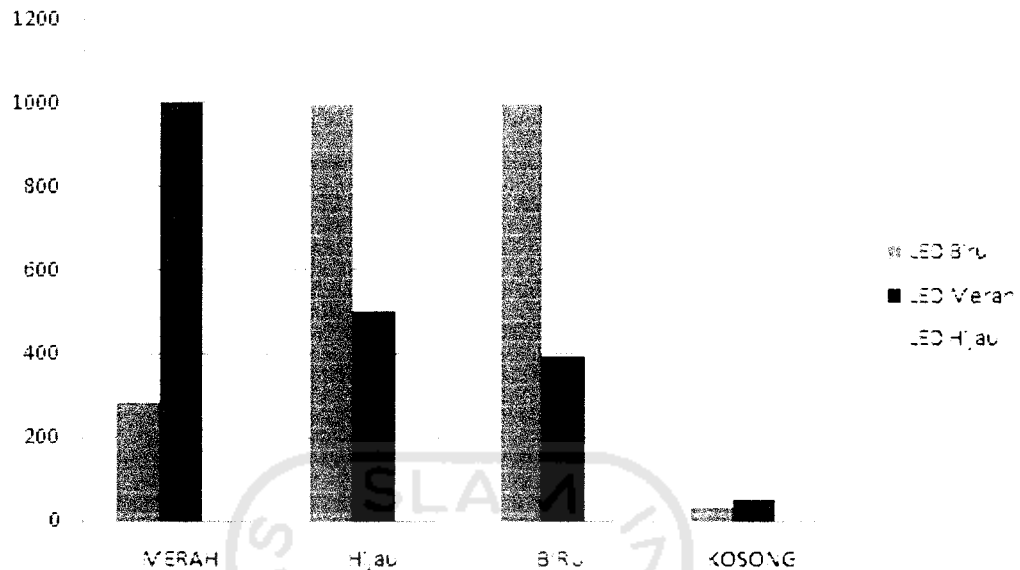
Pengujian dengan menggunakan objek lingkaran dapat dianalisa dengan grafik pembacaan ADC terhadap LED yang dipantulkan pada objek. Pada grafik merah, led biru, merah dan hijau memantulkan lebih banyak cahaya pada sensor *photodiode* dengan memiliki nilai ADC lebih besar dari 800. Grafik hijau terjadi

perubahan pada pantulan led biru, hal ini dikarenakan cahaya yang mengenai objek berwarna hijau lebih sedikit memantulkan cahaya dengan sinar berwarna biru. Grafik objek warna biru terlihat berbeda yang ditampilkan pada grafik hanya pada led hijau lebih banyak memantulkan cahaya yang menimpa pada objek biru, hal ini karena cahaya biru dan cahaya merah lebih banyak di serap oleh warna biru dan warna hijau lebih banyak di pantulkan pada sensor *photodiode*.

Pengujian berikutnya adalah pengambilan data dengan tidak menggunakan objek pantul atau kosong. Grafik menunjukkan nilai grafik lebih kecil, hal ini maksudnya adalah sinar yang dipancarkan led – led warna tidak terjadi pemantulan cahaya pada sensor *photodiode*.

Tabel 4.4 Data Pengukuran Sensor Warna objek Datar

NO Objek	Warna Objek	ADC LED Merah	ADC LED Biru	ADC LED Hijau
1	Merah	996	280	250
2	Biru	390	991	160
3	Hijau	500	993	330
4	Kosong	30	50	80



Gambar 4.8. Grafik Pengujian Sensor Warna Objek Datar

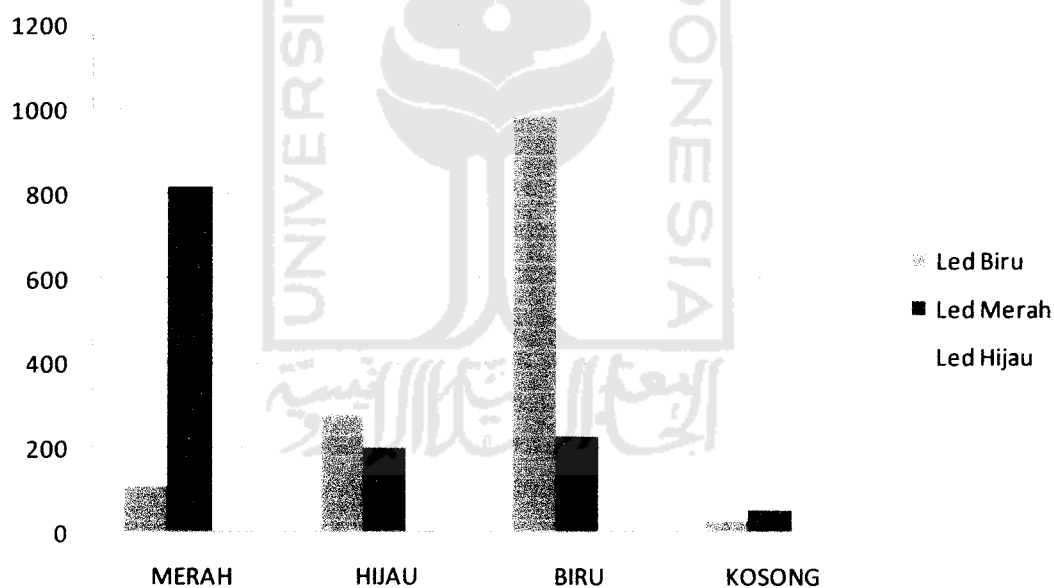
Pengujian dengan objek lengkung dan objek datar tidak jauh berbeda hasil yang ditampilkan pada grafik, hal ini dikrena jarak antara sensor dan objek tidak berbeda, sehingga pantulan cahaya akan sama yang dihasilkannya.

Selain menggunakan objek datar dan objek lengkung, pengujian dilakukan menggunakan objek yang tidak datar dan tidak lengkung dan hasil grafik sangat jauh berbeda dengan memiliki nilai data yang tidak stabil tergantung posisi saat pengambilan data pantulan cahaya. Pengujian dilakukan menggunakan kertas yang remas –remas sampai memiliki permukaan yang tidak beraturan. Hasil pengambilan data cahaya pada sensor terjadi tidak stabil dan tidak selalu sama dikarenakan objek yang selalu berubah dan pantulan cahaya led warna yang tidak sempurna memantul

pada objek target. Dengan demikian dari hasil data yang diperoleh, untuk objek yang tidak beraturan tidak direkomendasikan untuk sensor yang telah dirancang.

Tabel 4.5 Data Pengukuran Sensor Warna objek Tidak Datar

NO Objek	Warna Objek	ADC LED Biru	ADC LED Merah	ADC LED Hijau
1	Merah	110	820	70
2	Hijau	280	200	80
3	Biru	988	130	50
4	Kosong	30	50	80



Gambar 4.9. Grafik Pengujian Sensor Warna Objek Tidak Datar

Dari hasil pengujian terhadap beberapa warna objek dan bentuk dari objek terdapat beberapa perbedaan yang dapat dilihat pada hasil tabel pengukuran dan

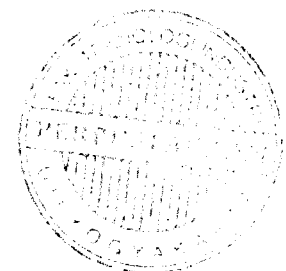
dipersentasikan kedalam grafik. Dengan hasil analisa yang didapatkan maka dalam penetapan bentuk objek yang akan digunakan adalah dengan bentuk objek lingkaran dengan alasan, nilai yang diukur saat melakukan pengujian yang diterapkan pada robot dapat dipertahankan, dengan menggunakan lengan griper yang berbentuk melengkung sehingga dapat menutupi cahaya luar yang masuk pada sensor, sehingga nilai ADC dari pengambilan data tetap sama.

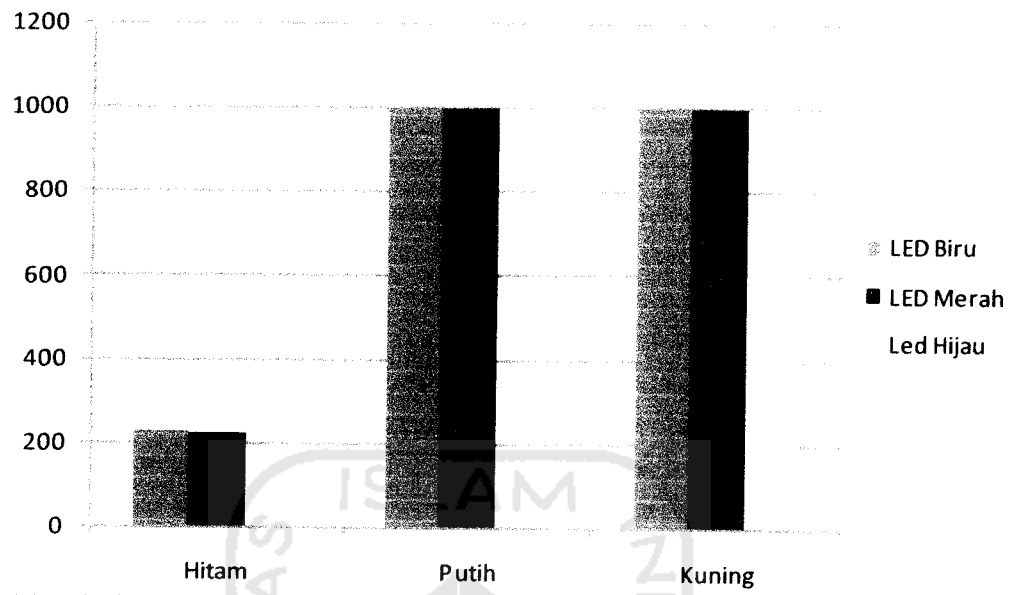
Sensor yang dirancang akan bekerja dan akan mengangkat jika data warna sesuai dengan nilai data yang dimasukan kedalam sintak program yang dicompile.

Robot tidak akan mengangkat dengan data warna duluar yang diset secara program, maka dilakukan beberapa sampel warna yang dengan nilai data yaitu dari nilai warna Hitam, Putih dan warna kuning cerah.

Tabel 4.6 Data Pengukuran Sensor dengan warna lain

NO Objek	Warna Objek	ADC LED Biru	ADC LED Merah	ADC LED Hijau
1	Hitam	227	225	40
2	Putih	996	996	64
3	Kuning	996	996	66

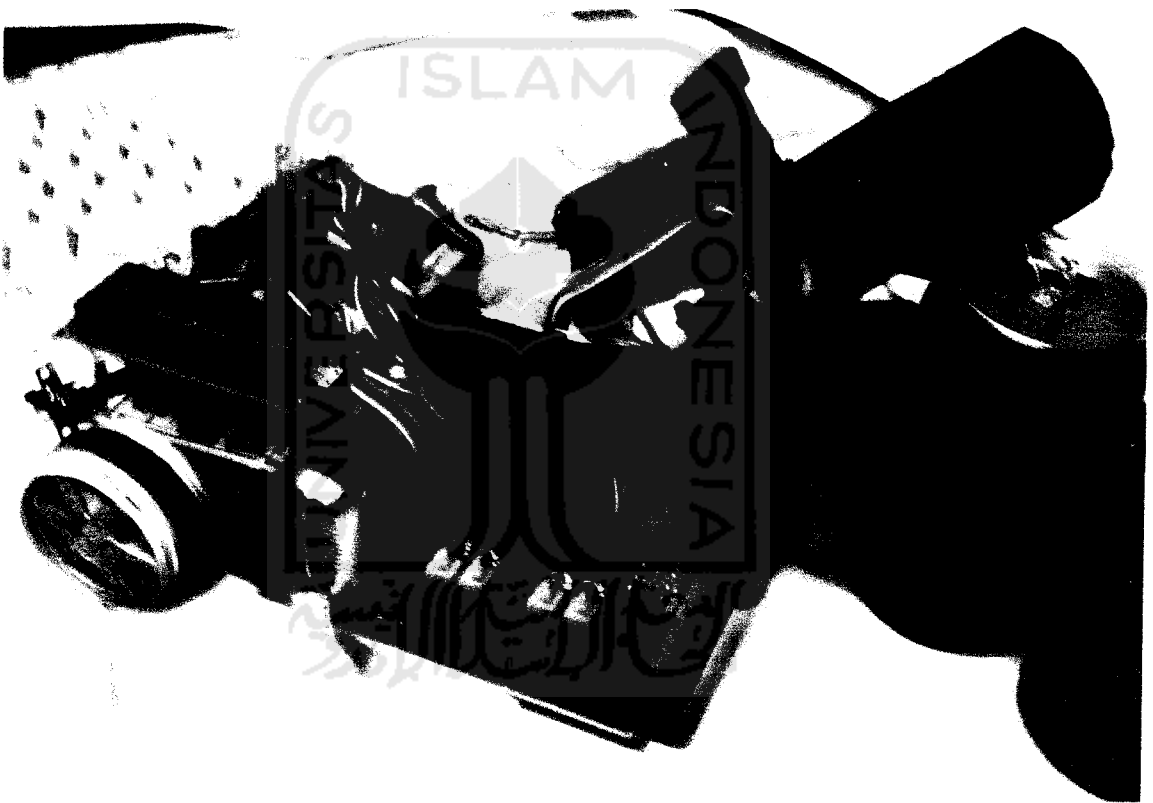




Gambar 4.10. Grafik Pengujian Sensor dengan warna lain

4.4 Pengujian dan hasil dari keseluruhan robot pengangkut barang

Dari proses perancangan dan pembuatan kerangka beserta komponen rangkain elektronika robot ini, kemudian robot diuji untuk melakukan proses pengangkutan barang berupa silinder ringan berdiameter 6 cm. Badan robot hasil dari perancangan robot ini dapt dilihat pada Gambar



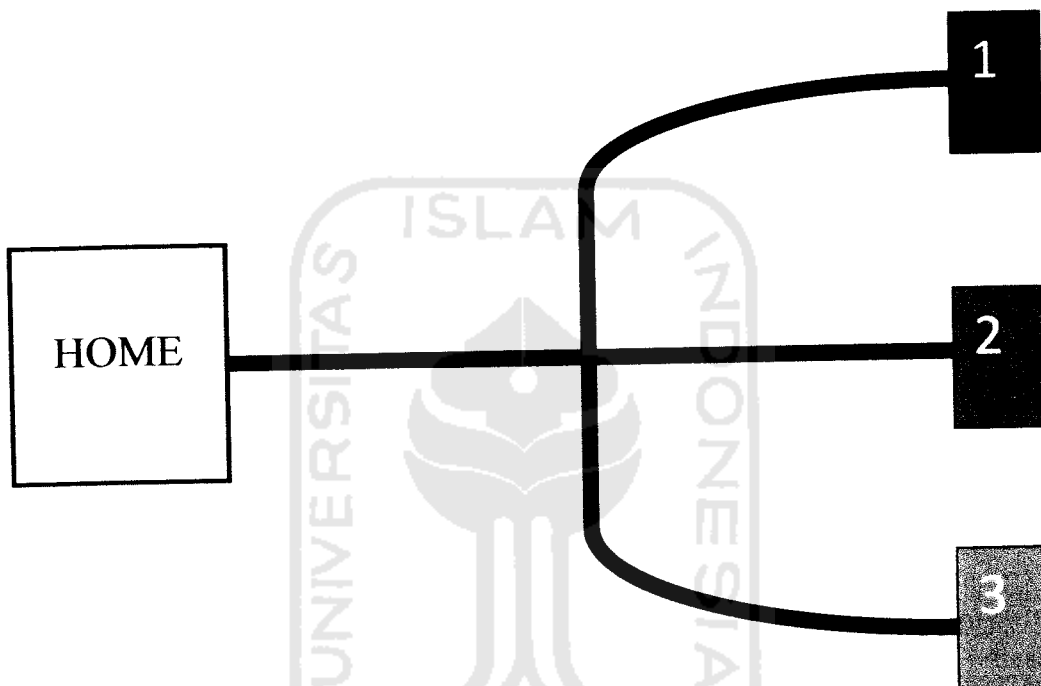
Gambar 4.11. Robot Pengangkut barang Tampak samping

Proses awal mekanik robot adalah menguji pergerakan lengan yang terdiri dari 2 buah servo penggerak dan didapatkan hasil yang cukup baik dalam proses mengambil dan meletakkan objek.



Gambar 4.12. Robot saat mengangkat Objek

Percobaan selanjutnya menguji algoritma *mapping* pada arena sesungguhnya yang terdiri dari *home* atau posisi awal start dan tiga posisi target yang diurutkan sesuai warna objek yaitu Merah, Hijau, dan Biru yang dipisahkan jalurnya oleh sebuah perempatan. Arena dapat ditunjukkan pada Gambar berikut:



Gambar 4.13. Arena Robot pengangkut barang

Tugas yang diberikan adalah robot dapat mengantarkan objek secara otomatis dengan cara mengambil objek dari posisi *home* kemudian sesuai warna objek robot akan meletakkan objek pada target yang ditentukan. Objek yang akan dipindahkan adalah 3 buah objek warna merah yang akan diletakkan pada lokasi terget 1, 3 buah objek warna hijau yang akan diletakkan pada lokasi terget 3, dan tiga buah objek

warna biru yang akan diletakkan pada lokasi terget 2. Peletakan awal objek diletakkan pada posisi *home* secara bergantian dengan urutan warna secara acak dan robot berhasil semua objek dipindahkan dengan warna yang telah ditentukan diselesaikan dengan baik.

