BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

Untuk mengetahui kehandalan dan keberhasilan dari sistem yang dibuat, maka dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen pembangun sistem terutama sensor-sensor.

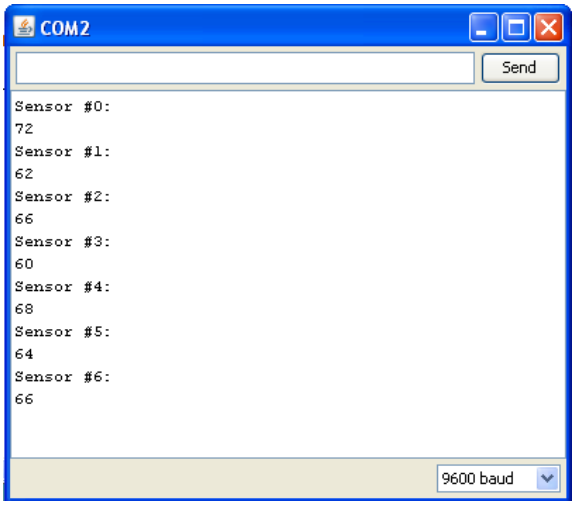
4.1. Pengujian Sistem

4.2.1. Pengujian Sensor Garis

Sensor garis yang digunakan hanya dapat mendeteksi dua warna yaitu hitam dan putih. *Output* dari sensor ini adalah berupa tegangan *analog*, agar sensor dapat berhubungan dengan mikrokontroler diperlukan ADC (*Analog to Digital Converter*) yang berfungsi untuk mengkonversi *output* sensor menjadi data *digital*, dalam hal ini ADC yang digunakan adalah ADC *internal* yang disediakan oleh mikrokontroler ATmega32, ADC ini merupakan ADC yang memiliki 10 bit konversi data dengan 8 kanal input, untuk mendapatkan data dari ADC menggunakan rumus:

$$\text{ADC} = \frac{V_{in} \times 1024}{V_{ref}} \quad \text{.....4.1}$$

Hasil pengukuran yang didapat oleh mikrokontroler dapat ditampilkan pada layar monitor, gambar 4.1 merupakan tampilan monitor dari hasil pengukuran yang didapat.



Gambar 4.1 Tampilan hasil pembacaan sensor terhadap garis

Pengujian dilakukan pada tanggal 26 Mei 2011 pukul 6.43 AM di sebuah ruangan (kamar) yang di dalamnya dipengaruhi oleh cahaya lampu tetapi tanpa ada pengaruh cahaya matahari karena saat diuji di tempat yang dipengaruhi cahaya matahari baik ketika pembacaan warna putih maupun hitam dan pada jarak 5 mm nilai ADC yang terbaca adalah ±50.

Hasil pengujian sensor garis secara keseluruhan terhadap jarak ketika pembacaan warna putih dan hitam terdapat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2.

Tabel 4.1 Hasil pengujian sensor terhadap jarak ketika pembacaan warna putih

Jarak (mm)	Nilai ADC Sensor Garis Ketika Baca Putih						
	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6
2	53	53	61	72	65	55	58
4	53	53	61	58	63	58	63
6	60	56	62	58	65	59	64
8	117	63	63	58	67	59	63
10	410	262	154	71	182	287	345
12	612	483	385	244	365	528	581

Tabel 4.2 Hasil pengujian sensor terhadap jarak ketika pembacaan warna hitam

Jarak (mm)	Nilai ADC Sensor Garis Ketika Baca Hitam						
	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6
2	851	847	913	915	923	861	816
4	826	807	895	863	906	836	802
6	772	747	817	738	850	761	756
8	792	755	843	784	855	761	752
10	870	859	872	832	901	816	858
12	842	834	874	855	860	817	860

Pengujian yang dilakukan hanya sampai pada jarak 12 mm, karena jika diatas 12 mm data pembacaan garisnya tidak terlalu bagus dan sudah tidak bisa membedakan garis hitam dan garis putih.

4.2.2. Pengujian Motor Driver L293D

Pengujian dilakukan pada tanggal 26 Mei 2011 pukul 7.00 PM di sebuah ruangan (kamar) di lintasan *track* yang terbuat dari kertas duplek berwarna putih dan garis hitam yang terbuat dari selotip.

Pengujian motor *driver* dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dalam menggerakan dan mengatur putaran motor. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian driver motor

Enable	IN+	IN-	Kondisi Motor	Keterangan
0	X	X	Tidak Berputar	Berhasil
1	0	0	Tidak Berputar	Berhasil
	0	1	Berputar	Berhasil
	1	0	Berputar Berlawanan Arah	Berhasil
	1	1	Tidak Berputar	Berhasil

Keterangan:

a. Jika *enable* bernilai nol (Low), maka berapapun inputnya motor tidak akan berputar.
b. Jika *enable* bernilai satu, maka kondisi motor sesuai dengan inputan. Kondisi motor dapat terlihat pada tabel 4.3.

Pengujian *driver* motor ini dilakukan dengan cara memberikan inputan dari mikrokontroler ke *driver* motor. Untuk menggerakkan satu motor dc dibutuhkan tiga inputan yaitu input *enable*, *input positif* dan *input negatif*.

4.2.3. Pengujian Sistem Kendali Robot

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan kehandalan sistem kendali robot yang digunakan, maka dilakukan pengujian terhadap pergerakan robot. Gerakan-gerakan yang sering dilakukan oleh robot seperti maju lurus (line Following), putar kanan 90^0, putar kiri 90^0, putar kiri 180^0.

Sama halnya ketika robot melakukan pergerakan berputar penggunaaan motor *driver* berperan sangat penting agar ketepatan berputar selalu terpenuhi.

Untuk membuktikan keberhasilan pergerakan robot, maka dilakukan pengujian sebanyak 10 kali. Pengujian dilakukan pada tanggal 30 Mei 2011 pukul 3.07 AM di sebuah ruangan (kamar) di lintasan *track* yang terbuat dari kertas duplek berwarna putih dan garis hitam yang terbuat dari selotip saat tegangan batere pada kondisi 8 Volt. Tabel 4.4 adalah hasil pengujian pergerakan robot.

Tabel 4.4 Hasil pengujian pergerakan robot.

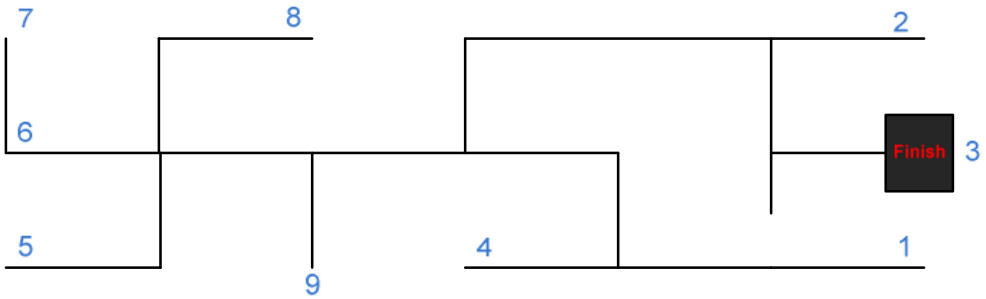
Pergerakkan	Percobaan	Keterangan
putar kanan 90°	1	Berhasil
	2	Berhasil
	3	Berhasil
	4	Berhasil
	5	Berhasil
	6	Berhasil
	7	Berhasil
	8	Berhasil
	9	Berhasil
	10	Berhasil
putar kiri 90°	1	Berhasil
	2	Berhasil
	3	Berhasil
	4	Berhasil

	5	Berhasil
	6	Berhasil
	7	Berhasil
	8	Berhasil
	9	Berhasil
	10	Berhasil
putar kiri 180°	1	Berhasil
	2	Berhasil
	3	Berhasil
	4	Berhasil
	5	Berhasil
	6	Berhasil
	7	Berhasil
	8	Berhasil
	9	Berhasil
	10	Berhasil

4.2.4. Pengujian Menyelesaikan Line Maze

Pengujian dilakukan pada tanggal 3 Juli 2011 pukul 12.16 AM di sebuah ruangan (kamar) yang di dalamnya dipengaruhi oleh cahaya lampu tetapi tanpa ada pengaruh cahaya matahari di lintasan *track* yang terbuat dari kertas duplek berwarna putih dan garis hitam yang terbuat dari selotip saat tegangan batere pada kondisi 8 Volt.

Pengujian dilakukan dengan meletakkan robot di beberapa titik yang kemungkinan bisa menjadi titik *start* (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8), selanjutnya robot akan bergerak menelusuri semua bentuk persimpangan yang dihadapi sampai menemui titik *finish* (titik 3). Seperti yang terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Titik-titik posisi robot saat pengujian

Peletakan robot dibeberapa titik kemungkinan titik *start*, bertujuan untuk menguji sistem kendali dan ketepatan algoritma yang dirancang. Untuk melihat hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil pengujian menyelesaikan line maze pada titik start 1

Percobaan	Posisi Start	Posisi Finish	Waktu			Keterangan
			Tanpa Simplifikasi	Menggunakan Simplifikasi	Selisih Waktu (Δt)	
1	1	3	01:35	00:22	01:13	Berhasil
2	1	3	01:33	00:21	01:12	Berhasil
3	1	3	01:39	00:22	01:17	Berhasil
4	1	3	01:36	00:23	01:13	Berhasil
5	1	3	01:36	00:22	01:14	Berhasil
6	1	3		Gagal	-	Gagal
7	1	3		Gagal	-	Gagal
8	1	3	01:35	00:21	01:14	Berhasil
9	1	3	01:37	00:22	01:15	Berhasil
10	1	3		Gagal	-	Gagal
Rata-rata			01:36	00:22	01:14	

Pada pengujian ini terdapat perbedaan antara waktu pada saat *running* pertama (tanpa menggunakan program simplifikasi) dan waktu pada saat *running* kedua (menggunakan program simplifikasi), karena pada proses *running* pertama robot sempat menemui jalan buntu. Dan pada waktu *running* kedua jalur buntu ini telah dihindari oleh robot. Sehingga waktu yang diperlukan pun lebih singkat. Dalam pengujian ini dijumpai kegagalan pada beberapa percobaan dikarenakan faktor mekanik dari robot yang kurang sesuai dengan panjang garis lurus pada *track* sehingga setiap kali menemui persimpangan robot selalu dalam keadaan miring yang menyebabkan pergerakan robot tidak sesuai dengan instruksi selain itu kecepatan robot sangat dipengaruhi oleh tegangan catu daya, pada saat catu daya mulai berkurang maka kecepatan robot pun berkurang yang juga menyebabkan pergerakan robot tidak sesuai dengan instruksi.

Tabel 4.6 Hasil pengujian menyelesaikan line maze pada titik start 2

Percobaan	Posisi Start	Posisi Finish	Waktu			Keterangan
			Tanpa Simplifikasi	Menggunakan Simplifikasi	Selisih Waktu (Δt)	
1	2	3	00:08	00:07	00:01	Berhasil
2	2	3	00:08	00:07	00:01	Berhasil
3	2	3	00:07	00:07	00:00	Berhasil
4	2	3	00:08	00:08	00:00	Berhasil
5	2	3	00:08	00:07	00:01	Berhasil
6	2	3	00:08	00:07	00:01	Berhasil
7	2	3	00:08	00:07	00:01	Berhasil
8	2	3	00:08	00:07	00:01	Berhasil
9	2	3	00:07	00:07	00:00	Berhasil
10	2	3	00:07	00:07	00:00	Berhasil
Rata-rata			00:08	00:07	00:01	

Pada pengujian ini terdapat selisih antara waktu pada saat *running* pertama (tanpa menggunakan program simplifikasi) dan waktu pada saat *running* kedua (menggunakan program simplifikasi) sangat kecil, karena pada proses *running* pertama robot sama-sama tidak menemui jalan buntu.

Tabel 4.7 Hasil pengujian menyelesaikan line maze pada titik start 4

Percobaan	Posisi Start	Posisi Finish	Waktu			Keterangan
			Tanpa Simplifikasi	Menggunakan Simplifikasi	Selisih Waktu (Δt)	
1	4	3	01:26	00:20	01:06	Berhasil
2	4	3	01:29	00:20	01:09	Berhasil
3	4	3	01:28	Gagal	-	Gagal
4	4	3	01:35	00:20	01:15	Berhasil
5	4	3	01:26	00:21	01:05	Berhasil
6	4	3	01:33	Gagal	-	Gagal
7	4	3	01:30	Gagal	-	Gagal
8	4	3	01:22	00:20	01:02	Berhasil
9	4	3	01:29	00:21	01:08	Berhasil
10	4	3	01:28	00:22	01:06	Berhasil
Rata-rata			01:29	00:21	01:08	

Pada pengujian ini terdapat perbedaan antara waktu pada saat *running* pertama (tanpa menggunakan program simplifikasi) dan waktu pada saat *running* kedua (menggunakan program simplifikasi), karena pada proses *running* pertama robot sempat menemui jalan buntu. Dan pada waktu *running* kedua jalur buntu ini telah dihindari oleh robot. Sehingga waktu yang diperlukan pun lebih singkat. Dalam pengujian ini dijumpai kegagalan pada beberapa percobaan dikarenakan faktor mekanik dari robot yang kurang sesuai dengan panjang garis lurus pada *track* sehingga setiap kali menemui persimpangan robot selalu dalam keadaan miring yang menyebabkan pergerakan robot tidak sesuai dengan instruksi selain itu kecepatan robot sangat dipengaruhi oleh tegangan catu daya, pada saat catu daya mulai berkurang maka kecepatan robot pun berkurang yang juga menyebabkan pergerakan robot tidak sesuai dengan instruksi. Tetapi kegagalan yang ditemui pada pengujian ini hanya ditemui pada saat proses *running* kedua.

Tabel 4.8 Hasil pengujian menyelesaikan line maze pada titik start 5

Percobaan	Posisi Start	Posisi Finish	Waktu			Keterangan
			Tanpa Simplifikasi	Menggunakan Simplifikasi	Selisih Waktu (Δt)	
1	5	3	00:43	00:21	00:22	Berhasil
2	5	3	00:44	00:21	00:23	Berhasil
3	5	3	00:44	00:21	00:23	Berhasil
4	5	3	00:42	00:19	00:23	Berhasil
5	5	3		Gagal	-	Gagal
6	5	3	00:43	00:20	00:23	Berhasil
7	5	3	00:43	00:20	00:23	Berhasil
8	5	3	00:47	00:22	00:25	Berhasil
9	5	3	00:52	00:24	00:28	Berhasil
10	5	3	00:47	00:25	00:22	Berhasil
Rata-rata			00:45	00:21	00:23	

Pada pengujian ini terdapat perbedaan antara waktu pada saat *running* pertama (tanpa menggunakan program simplifikasi) dan waktu pada saat *running* kedua (menggunakan program simplifikasi), karena pada proses

running pertama robot sempat menemui jalan buntu. Dan pada waktu *running* kedua jalur buntu ini telah dihindari oleh robot. Sehingga waktu yang diperlukan pun lebih singkat hanya selisih waktunya tidak terlalu besar, karena pada saat proses *running* pertama persimpangan dan jalan yang ditemui sedikit. Dalam pengujian ini dijumpai kegagalan pada beberapa percobaan dikarenakan faktor mekanik dari robot yang kurang sesuai dengan panjang garis lurus pada *track* sehingga setiap kali menemui persimpangan robot selalu dalam keadaan miring yang menyebabkan pergerakan robot tidak sesuai dengan instruksi selain itu kecepatan robot sangat dipengaruhi oleh tegangan catu daya, pada saat catu daya mulai berkurang maka kecepatan robot pun berkurang yang juga menyebabkan pergerakan robot tidak sesuai dengan instruksi. Tetapi kegagalan yang ditemui pada pengujian ini hanya ditemui pada saat proses *running* kedua.

Tabel 4.9 Hasil pengujian menyelesaikan line maze pada titik start 6

Percobaan	Posisi Start	Posisi Finish	Waktu			Keterangan
			Tanpa Simplifikasi	Menggunakan Simplifikasi	Selisih Waktu (Δt)	
1	6	3	00:57	00:23	00:34	Berhasil
2	6	3	01:02	00:22	00:40	Berhasil
3	6	3	00:54	00:21	00:33	Berhasil
4	6	3		Gagal	-	Gagal
5	6	3		Gagal	-	Gagal
6	6	3	00:56	00:20	00:36	Berhasil
7	6	3	00:57	00:22	00:35	Berhasil
8	6	3	00:56	00:21	00:35	Berhasil
9	6	3	00:56	00:21	00:35	Berhasil
10	6	3	00:57	00:22	00:35	Berhasil
Rata-rata			00:62	00:21	00:35	

Tabel 4.10 Hasil pengujian menyelesaikan line maze pada titik start 7

Percobaan	Posisi Start	Posisi Finish	Waktu			Keterangan
			Tanpa Simplifikasi	Menggunakan Simplifikasi	Selisih Waktu (Δt)	
1	7	3	00:29	Gagal	-	Gagal
2	7	3	00:31	00:22	00:09	Berhasil
3	7	3	00:31	00:22	00:09	Berhasil
4	7	3	00:32	00:24	00:07	Berhasil
5	7	3	00:33	Gagal	-	Gagal
6	7	3	00:31	00:22	00:09	Berhasil
7	7	3	00:31	00:23	00:08	Berhasil
8	7	3	00:31	00:23	00:08	Berhasil
9	7	3	00:29	Gagal	-	Gagal
10	7	3	00:31	00:22	00:09	Berhasil
Rata-rata			00:31	00:22	00:09	

Hasil pada pengujian ini hampir sama seperti pengujian-pengujian sebelumnya dan penyebab kegagalannya sama seperti pada pengujian sebelumnya.

Tabel 4.11 Hasil pengujian menyelesaikan line maze pada titik start 8

Percobaan	Posisi Start	Posisi Finish	Waktu			Keterangan
			Tanpa Simplifikasi	Menggunakan Simplifikasi	Selisih Waktu (Δt)	
1	8	3	00:43	00:21	00:22	Berhasil
2	8	3	00:43	00:21	00:22	Berhasil
3	8	3	Gagal	-	-	Gagal
4	8	3	00:42	00:19	00:22	Berhasil
5	8	3	00:44	00:21	00:23	Berhasil
6	8	3	00:42	00:20	00:22	Berhasil
7	8	3	Gagal	-	-	Gagal
8	8	3	00:44	00:22	00:22	Berhasil
9	8	3	00:43	00:21	00:22	Berhasil
10	8	3	00:42	00:19	00:22	Berhasil
Rata-rata			00:43	00:21	00:22	

Hasil pada pengujian ini hampir sama seperti pengujian-pengujian sebelumnya dan penyebab kegagalannya sama seperti pada pengujian sebelumnya.

Tabel 4.12 Hasil pengujian menyelesaikan line maze pada titik start 9

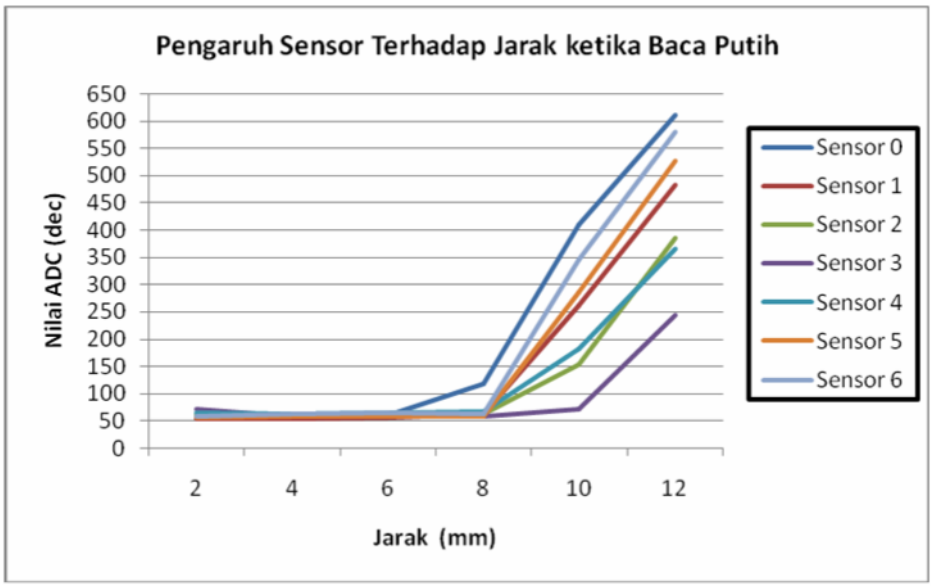
Percobaan	Posisi Start	Posisi Finish	Waktu			Keterangan
			Tanpa Simplifikasi	Menggunakan Simplifikasi	Selisih Waktu (Δt)	
1	9	3	01:28	Gagal	-	Gagal
2	9	3	Gagal	Gagal	-	Gagal
3	9	3	Gagal	Gagal	-	Gagal
4	9	3	Gagal	Gagal	-	Gagal
5	9	3	01:26	Gagal	-	Gagal
6	9	3	01:33	Gagal	-	Gagal
7	9	3	Gagal	Gagal	-	Gagal
8	9	3	Gagal	Gagal	-	Gagal
9	9	3	Gagal	Gagal	-	Gagal
10	9	3	01:28	Gagal	-	Gagal
Rata-rata			01:28	Gagal	-	

Pada pengujian ini pada proses *running* kedua selalu menemui kegagalan dikarenakan program untuk kendali robotnya kurang baik sehingga saat bertemu bentuk T-junction (persimpangan yang berbentuk huruf T) selalu dianggap belokan kiri, padahal hasil simplifikasinya sudah benar.

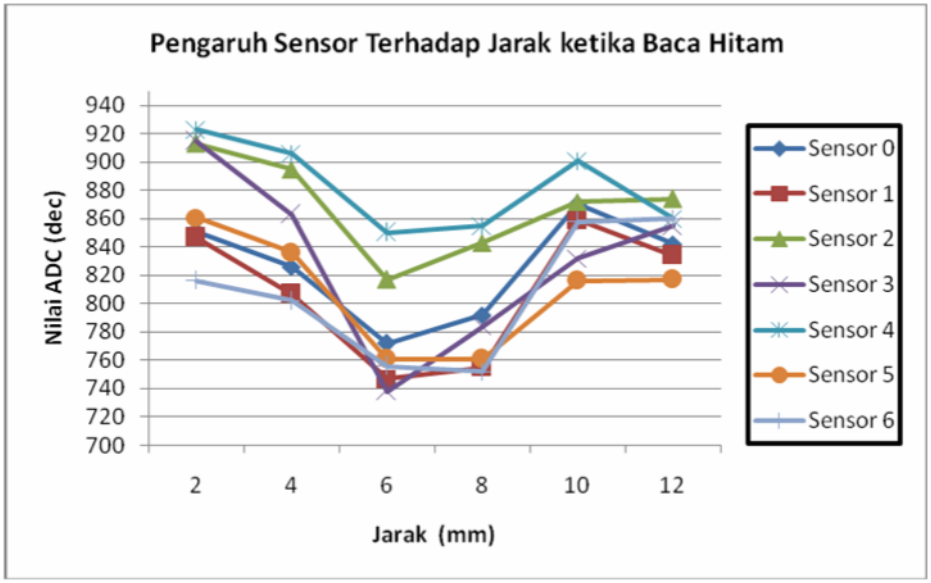
4.2. Analisis Sistem

4.2.1. Analisis Sensor Garis

Berdasarkan hasil data-data yang didapat dari pengujian sensor garis seperti yang terlihat pada tabel 4.1 dan 4.2, maka dapat digambarkan sebuah grafik yang dapat memperlihatkan pengaruh sensor terhadap jarak ketika pembacaan warna putih dan hitam. Grafiknya seperti yang terlihat pada gambar 4.3 dan gambar 4.4.



Gambar 4.3 Pengaruh sensor terhadap jarak ketika baca putih



Gambar 4.4 Pengaruh sensor terhadap jarak ketika baca hitam

Dari gambar grafik dapat dilihat bahwa pembacaan data ADC yang baik berada pada jarak dibawah 6 mm karena pembacaan antara warna putih dan hitam nilai ADC yang terbaca cukup jauh, yaitu putih berada pada nilai 50 sedangkan hitam berada pada nilai diatas 700.

Berdasarkan dari data yang didapat dan bentuk mekanik yang dirancang, maka sensor diletakan pada jarak 5 mm dan diambil nilai ADC yang dijadikan referensi untuk membedakan warna hitam dan putih yaitu sebesar 400.

4.2.2. Analisis Motor Driver L293D

Berdasarkan dari hasil pengujian, motor *driver* dapat berfungsi dengan baik karena dapat menggerakan dan mengatur arah putaran motor sesuai instruksi yang diberikan. Hanya saja IC L293D akan panas ketika beban robot ditambahkan karena IC ini hanya dapat mengatur arus maksimal sebesar 1,2 A, sedangkan motor dc akan menghasilkan arus lebih besar dari 2 A dan perubahan catu daya akan sangat mempengaruhi kinerja IC.

4.2.3. Analisis Kendali Robot

Saat pengujian kendali robot sangat terpengaruh oleh perubahan catu daya karena penurunan catu daya akan menurunkan nilai kecepatan atau PWM (*Pulse Width Modulation*).

Penentuan sensor yang menjadi batas putaran pun sangat berpengaruh pada ketepatan putaran, karena dalam algoritmanya robot akan bergerak selama sensor pembatas berada pada warna putih. Selain itu, gaya gesek roda terhadap lantai pun akan mempengaruhi ketepatan putaran.

Berdasarkan masalah-masalah yang disebutkan di atas, maka keberhasilan pergerakan robot diberi toleransi 10^0, sehingga dengan toleransi tersebut pergerakan dianggap berhasil.

4.2.4. Analisis Penyelesaian Line Maze

Berdasarkan data pengujian maka dapat dilihat bahwa dengan menggunakan program simplifikasi dapat mempercepat robot untuk mencapai titik *finish* karena jalur-jalur buntu tidak dilewati lagi.

Dari data pengujian dapat diambil jumlah keberhasilan dari tiap titik pengujian dan dari data tersebut dapat diambil rata-rata keberhasilan secara

keseluruhan. Nilai rata-rata tingkat keberhasilan dapat dihitung dengan menggunakan rumus 4.1.

$$\text{Rata} - \text{rata keberhasilan} = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N} \quad \text{..... 4.1 [6]}$$

Keterangan:

x_i = Data ke-i

i = Index (1 sampai N)

N = Banyaknya percobaan

Data-data yang diambil dari pengujian dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Tingkat keberhasilan perancangan sistem

Posisi Start	Posisi Finish	Jumlah Percobaan	Jumlah keberhasilan
1	3	10	7
2	3	10	10
4	3	10	7
5	3	10	9
6	3	10	8
7	3	10	7
8	3	10	8
9	3	10	0
Rata-rata			0,7

Setelah mendapatkan nilai rata-rata tingkat keberhasilan sistem secara keseluruhan maka dapat diketahui presentase keberhasilan sistem secara keseluruhan dengan menggunakan rumus 4.2.

$$\text{Tingkat Keberhasilan} = \text{Rata} - \text{rata Keberhasilan} \times 100\% \quad \text{..... 4.2 [6]}$$

$$\text{Tingkat Keberhasilan} = 0{,}7 \times 100\ \%$$

$$\text{Tingkat Keberhasilan} = 70\ \%$$

Jadi, tingkat keberhasilan perancangan secara keseluruhan adalah 70 %. Kegagalan yang ditemui dikarenakan faktor sistem kendali robot yang

kurang baik dan mekanik robot yang kurang sesuai dengan luas track yang dirancang.