

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian *system* yang telah dilakukan penulis ini merupakan pengujian terhadap perangkat keras serta perangkat lunak dari *system* secara keseluruhan yang telah selesai dibuat untuk mengetahui komponen-komponen dari sistem tersebut apakah sistem tersebut berjalan dengan baik.

4.1. Pengujian *Minimum System*

4.1.1. Tujuan

Pengujian *minimum system* bertujuan untuk mengetahui apakah minimum system dapat melakukan proses connect dan download program ke microcontroller dengan baik.

4.1.2. Alat yang Digunakan

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian *minimum system* microcontroller ARM Cortex M-4 (STM32F4 Discovery)
2. *Kabel Downloader*.
3. PC atau Laptop.
4. Program *CoIDE*.
5. *Power supply* 1000mA - 5V.

4.1.3. Prosedur Pengujian

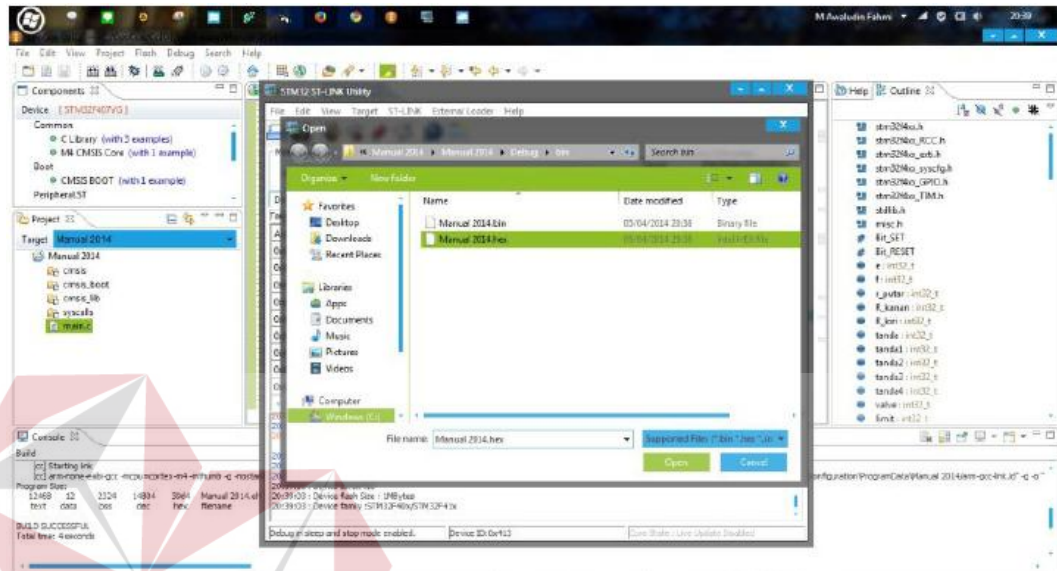
Langkah-langkah untuk melakukan pengujian minimum sistem adalah sebagai berikut:

1. Aktifkan *power supply* dan hubungkan *power supply* tersebut dengan *minimum system*.
2. Sambungkan *minimum system* dengan kabel *port USB (Universal Serial Bus)*.
3. Selanjutnya aktifkan PC dan jalankan program *CoIDE dan ST-Link Utility*.
4. Selanjutnya *download* program yang telah dibuat kedalam *minimum system*, maka yang dilakukan adalah menjalankan program *CoIDE* lalu compile program yang akan di *download* hingga menghasilkan file ekstensi “.hex”.
5. Setelah menghasilkan file ekstensi “.hex” pada program *CoIDE* lalu jalankan program *ST-Link Utility* setelah itu koneksikan microcontroller ARM Cortex M-4 (STM32F4 discovery) lalu browse file ekstensi “.hex” lalu start maka file ekstensi “.hex” berhasil di *download*.

4.1.4. Hasil Pengujian

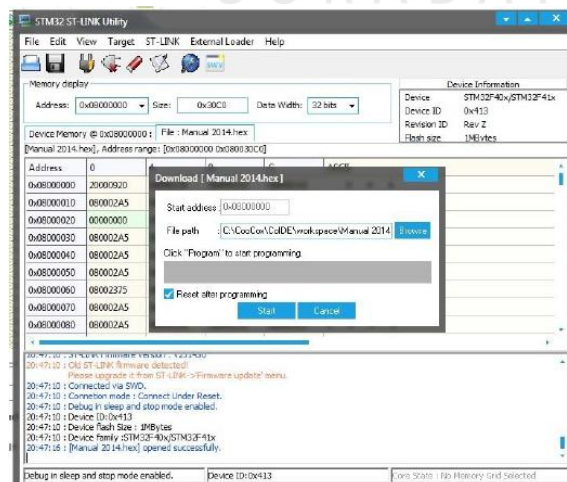
Dari percobaan diatas apabila ingin menghasilkan file ekstensi “.hex” pada program *CoIDE* maka program pada *CoIDE* harus di compile dengan benar sehingga dapat menghasilkan file ekstensi “.hex”. Selain itu untuk men-*download* hasil file ekstensi “.hex” pada microcontroller ARM Cortex M-4 (STM32F4 Discovery) koneksikan terlebih dahulu pada program *ST-Link Utility* untuk men-*download* file ekstensi “.hex”.

Hasil compile file extensi “.hex” dan men-download pada *microcontroller* ARM Cortex M-4 (STM32F4 Discovery) dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Tampilan hasil compiler file elstensi “.hex”

Pada gambar 4.1.1 menunjukkan bahwa minimum system telah berhasil men-download program ke *microcontroller* ARM Cortex M-4 (STM32F4 Discovery) sehingga program telah berhasil dijalankan



Gambar 4.2 Tampilan *Download Program*

4.2. Pengujian *Driver Motor*

Driver motor digunakan sebagai perantara antara mikrokontroler dengan motor DC agar mikrokontroler dapat mengatur pergerakan dari motor DC dan juga kecepatan yang diinginkan. Dalam pengujian ini mikrokontroler akan diberikan program yang mengatur pergerakan dari motor DC.

4.2.1. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah *minimum system* telah dapat mengatur pergerakan dan kecepatan dari roda melalui *input* yang diberikan pada *driver motor*.

4.2.2. Alat yang Digunakan

1. Rangkaian *minimum system* STM32F4 Arm CortexM-4 .
2. *USB Downloader*.
3. PC atau Laptop.
4. *CoIDE*.
5. *Power supply* 1000mA - 24V.
6. *Power supply* 1000mA - 5V.
7. *Driver motor*.
8. Motor DC.

4.2.3. Prosedur Pengujian

1. Aktifkan *power supply* dan hubungkan *minimum system*.
2. Sambungkan *minimum system* dengan kabel *downloader*.
3. Selanjutnya aktifkan PC dan jalankan program *CoIDE*

4. *Download* program untuk mengatur pergerakan motor yang telah dibuat kedalam *minimum system*
5. Lihat pergerakan roda sesuai dengan *inputan* pada program

4.2.4. Hasil Pengujian

Pengujian dengan pergerakan roda dengan *inputan* dari mikrokontroler dan *driver motor* sebagai *device* perantara dapat dilihat hasilnya pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian pergerakan *driver motor*

No		PORT	INPUT	GERAK MOTOR
1	M1	Dir 1	1	Motor Maju
		Dir 2	0	
	M2	Dir 3	1	
		Dir 4	0	
	M3	Dir 5	1	
		Dir 6	0	
	M4	Dir 7	1	
		Dir 8	0	
2	M1	Dir 1	0	Motor Mundur
		Dir 2	1	
	M2	Dir 3	0	
		Dir 4	1	
	M3	Dir 5	0	
		Dir 6	1	
	M4	Dir 7	0	
		Dir 8	1	
3	M1	Dir 1	1	Belok Kanan
		Dir 2	0	
	M2	Dir 3	0	
		Dir 4	1	
	M3	Dir 5	0	
		Dir 6	1	
	M4	Dir 7	1	
		Dir 8	0	
4	M1	Dir 1	0	Belok Kiri
		Dir 2	1	
	M2	Dir 3	1	
		Dir 4	0	
	M3	Dir 5	1	
		Dir 6	0	
		Dir 7	0	

	M4	Dir 8	1	
5	M1	Dir 1	1	Motor Berhenti
		Dir 2	1	
	M2	Dir 3	1	
		Dir 4	1	
	M3	Dir 5	1	
		Dir 6	1	
	M4	Dir 7	1	
		Dir 8	1	

4.3. Pengujian Sensor Rotary

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan sensor Rotary pada STM32F4 melalui *port A-0, port A-1, port A-2, port A-3, port A-4* . Lalu memberikan program pembacaan sensor Rotary dengan menggunakan mode interrupt dan menampilkan hasilnya pada LCD ke dalam. Setelah itu melakukan pengukuran jarak tempuhnya.

4.3.1. Tujuan

Tujuan pengujian ini yaitu untuk mengetahui hasil pembacaan sensor ultrasonik ketika diberi halangan didepan dan mengukur jarak halangan terhadap robot.

4.3.2. Alat yang Digunakan

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Minimum sistem STM32F4 .
2. *USB Downloader.*
3. PC atau Laptop.
4. *Software CoIDE.*
5. *Power supply 1000mA - 5V.*

6. Sensor *Rotary* .

4.3.3. Prosedur Pengujian

Langkah-langkah untuk melakukan pengujian sensor *Rotary* ini adalah sebagai berikut:

1. Aktifkan *power supply* dan hubungkan ke *STM32F4*.
2. Sambungkan *STM32F4* dengan kabel *downloader*.
3. Selanjutnya aktifkan PC dan jalankan program *CoIDE*.
4. *Download* program pembacaan sensor ke *STM32F4*.
5. Amati hasil pembacaan pulse dari sensor *Rotary* dilayar LCD.

4.3.4. Hasil Pengujian

Hasil pengujian sensor Rotari Encoder pada motor 1 dapat kita lihat dalam tabel berikut

Tabel 4.2. Pengujian Sensor *Rotary* pada Motor 1

No	Jarak Dengan Sensor (cm)	Jarak Sebenarnya (cm)	Error (cm)
1	174,3	174	0,3
2	174	174	0
3	174	174	0
4	174,8	174	0,8
5	174,5	174	0,5
6	174,5	174	0,5
7	174	174	0
8	175	174	1
9	175	174	1
10	173	174	2
11	174	174	0
12	174,8	174	0,8
13	175	174	1
14	175	174	1
15	174	174	0

16	174	174	0
17	174,8	174	0,8
18	174,5	174	0,5
19	175	174	1
20	173	174	2
21	174	174	0
22	174,8	174	0,8
23	174	174	0
24	174	174	0
25	174,8	174	0,8
26	174,8	174	0,8
27	175	174	1
28	174,5	174	0,5
29	174	174	0
30	175	174	1
Rata – rata Error(cm)			0,58

Dari pengujian sensor rotary pada motor hasil pembacaan data error nya adalah rata – rata 0,58 cm, error disini terjadi karena motor memiliki lembam atau dilangsung berhenti ketika diberi perintah untuk berhenti.

Hasil pengujian sensor Rotari Encoder pada motor 2 dapat kita lihat dalam tabel berikut

Tabel 4.3 Pengujian Sensor Rotary pada Motor 2

No	Jarak Dengan Sensor(cm)	Jarak Sebenarnya(cm)	Error(cm)
1	237,6	174	63,6
2	236	174	62
3	231,1	174	57,1
4	233,3	174	59,3
5	241,7	174	67,7
6	241,3	174	67,3
7	226,7	174	52,7
8	240,4	174	66,4
9	243,5	174	69,5
10	255,3	174	81,3
11	233,3	174	59,3
12	241,7	174	67,7

13	231,1	174	57,1
14	241,3	174	67,3
15	226,7	174	52,7
16	237,6	174	63,6
17	237,6	174	63,6
18	231,1	174	57,1
19	233,3	174	59,3
20	226,7	174	52,7
21	237,6	174	63,6
22	233,3	174	59,3
23	241,7	174	67,7
24	231,1	174	57,1
25	226,7	174	52,7
26	240,4	174	66,4
27	233,3	174	59,3
28	241,7	174	67,7
29	231,1	174	57,1
30	226,7	174	52,7
Rata – rata Error(cm)			62

Dari hasil pengujian sensor rotary pada motor 2 memiliki rata – rata error 62 cm, robot masih belum bisa bergerak lurus dikarenakan faktor mekanik atau kondisi motor yang kurang baik, hal ini juga bisa disebabkan penggunaan yang terlalu terforsir.

Hasil pengujian sensor Rotari Encoder pada motor 3 dapat kita lihat dalam tabel berikut

Tabel 4.4 Pengujian Sensor Rotary pada Motor 3

No	Jarak Dengan Sensor(cm)	Jarak Sebenarnya(cm)	Error(cm)
1	251,2	174	77,2
2	259,4	174	85,4
3	249,5	174	75,5
4	254,1	174	80,1
5	261	174	87
6	259,2	174	85,2
7	247,5	174	73,5

8	260,3	174	86,3
9	258,1	174	84,1
10	255,3	174	81,3
11	251,2	174	77,2
12	259,4	174	85,4
13	249,5	174	75,5
14	259,2	174	85,2
15	247,5	174	73,5
16	255,3	174	81,3
17	251,2	174	77,2
18	261	174	87
19	261	174	87
20	255,3	174	81,3
21	251,2	174	77,2
22	259,4	174	85,4
23	249,5	174	75,5
24	260,3	174	86,3
25	258,1	174	84,1
26	255,3	174	81,3
27	255,3	174	81,3
28	251,2	174	77,2
29	249,5	174	75,5
30	260,3	174	86,3
Rata – rata Error (cm)			85,28

Dari hasil pengujian sensor rotary pada motor 3 memiliki rata – rata error 85,28 cm, robot masih belum bisa bergerak lurus dikarenakan faktor mekanik atau kondisi motor yang kurang baik, hal ini juga bisa disebabkan penggunaan yang terlalu terforsir.

Hasil pengujian sensor Rotari Encoder pada motor 4 dapat kita lihat dalam tabel berikut

Tabel 4.5 Pengujian Sensor Rotary pada Motor 4

No	Jarak Dengan Sensor(cm)	Jarak Sebenarnya(cm)	Error(cm)
1	233,6	174	59,6
2	221	174	47

3	226,3	174	52,3
4	225,5	174	51,5
5	226,4	174	52,4
6	228,4	174	54,4
7	214,7	174	40,7
8	227,5	174	53,5
9	233,7	174	59,7
10	233	174	59
11	226,4	174	52,4
12	228,4	174	54,4
13	233,6	174	59,6
14	221	174	47
15	226,3	174	52,3
16	225,5	174	51,5
17	233	174	59
18	226,4	174	52,4
19	228,4	174	54,4
20	214,7	174	40,7
21	225,5	174	51,5
22	233	174	59
23	226,4	174	52,4
24	228,4	174	54,4
25	214,7	174	40,7
26	221	174	47
27	226,3	174	52,3
28	225,5	174	51,5
29	233	174	59
30	226,4	174	52,4
Rata – rata Error(cm)			53,86

Dari hasil pengujian sensor rotary pada motor 4 memiliki rata – rata error 53,86 cm, robot masih belum bisa bergerak lurus dikarenakan faktor mekanik atau kondisi motor yang kurang baik, hal ini juga bisa disebabkan penggunaan yang terlalu terforsir.

Dari pengujian ke empat sensor rotary dapat disimpulkan robot belum bisa berjalan lurus dan juga setiap sensor yang terpasang dalam motor memiliki karakteristik yang berbeda – beda dan juga faktor mekanik yang kurang presisi

juga bisa menjadi faktor yang membuat error pada beberapa sensor begitu besar. Faktor terbesar dari error pada pengujian sensor rotary adalah akibat respon motor satu dengan yang lain tidak sama, hal ini menyebabkan pembacaan sensor rotary terganggu, Dalam penelitian ini digunakan sensor *rotary magnetic*, sehingga karakteristik pembacaan sensor rotary mengikuti putaran dari poros motor.

4.4. Pengujian *RFID Reader*

Pengujian berikut adalah pengujian terhadap *modul RFID Reader* untuk pembacaan *Chip RFID*. Pada pengujian ini dilakukan dengan cara menempelkan kartu ke modul RFID.

4.4.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk menguji apakah *RFID Reader* bisa berfungsi dengan baik dan dapat membaca *Chip RFID* yang sesuai dengan kebutuhan pada tugas akhir ini.

4.4.2. Alat yang Digunakan

1. *Personal Computer (PC)*
2. Kabel USB to Serial
3. *Power supply* 1000mA - 12V
4. *Modul RFID Reader*

4.4.3. Prosedur Pengujian

1. Aktifkan *power supply* dan hubungkan ke *modul RFID Reader*.
2. Sambungkan *kabel RS232* ke kabel USB to Serial.
3. Selanjutnya aktifkan PC dan jalankan aplikasi RFID read
4. Tapping kartu RFID ke RFID Reader
5. Amati hasil pembacaan kartu pada aplikasi yang berada di PC

4.4.4. Hasil Pengujian

Pengujian *Inductive Proximity Sensor* pada *mobile robot* terhadap berapa kedalaman tanah untuk mendeteksi benda logam ini dapat dilihat hasilnya pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian *RFID Reader*

No	Proses	Data Asli	Hasil Pembacaan dengan aplikasi
1	Percobaan kartu 1	2C006DE1F353	2C006DE1F353
2	Percobaan kartu 2	6F00865358E2	6F00865358E2
3	Percobaan kartu 3	111111111111	111111111111
4	Percobaan kartu 4	00000022B89A	00000022B89A
5	Percobaan kartu 5	E168F002750E	E168F002750E
6	Percobaan kartu 6	E168F01B5436	E168F01B5436
7	Percobaan kartu 7	E168F0071F61	E168F0071F61
8	Percobaan kartu 8	E168F02AE8B8	E168F02AE8B8

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat disimpulkan bahwa *modul RFID* bisa berfungsi dengan baik dan dapat membaca data dalam *Chip RFID*, data tersebut yang nantinya akan digunakan untuk mewakili tempat tujuan dari robot,

4.5. Pengujian Sensor *Photodiode*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pembacaan sensor *photodiode* apakah se

nsor bisa membedakan range warna hitam dan putih.

4.5.1. Tujuan

Tujuan pengujian ini yaitu untuk mengetahui hasil pembacaan range sensor Photodiode apakah sudah sesuai dengan range pembacaan warna hitam dan putih.

4.5.2. Alat yang Digunakan

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian *minimum system* STM32F4 .
2. *USB Downloader*.
3. PC atau Laptop.
4. *CoIDE*.
5. *Power supply* 1000mA - 5V.
6. Sensor *Photodiode* .
7. Rangkaian Comparator

4.5.3. Prosedur Pengujian

Langkah-langkah untuk melakukan pengujian sensor photodiode adalah sebagai berikut:

1. Aktifkan *power supply* dan hubungkan *minimum system*.
2. Sambungkan *minimum system* dengan kabel *usb downloader*.
3. Selanjutnya aktifkan PC dan jalankan program *CoIDE*.
4. *Download* program yang telah dibuat.
5. Amati hasil pembacaan garis akan ditampilkan dilayar LCD.

4.5.4. Hasil Pengujian

Sensor Photodiode dapat membaca range warna hitam dan putih sesuai dengan yang sudah ditentukan, menggunakan pembacaan di lcd sensor bisa

memberikan nilai 0 dan nilai 1 dengan baik. Hasil pembacaannya akan ditampilkan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian *photodiode*

No	Sensor	Pembacaan warna putih range 0 sampai 150	Pembacaan warna Hitam range 151 sampai 255
1	Sensor 1	0	1
2	Sensor 2	0	1
3	Sensor 3	0	1
4	Sensor 4	0	1
5	Sensor 5	0	1
6	Sensor 6	0	1
7	Sensor 7	0	1
8	Sensor 8	0	1

Dalam tabel diatas saya memberi batasan untuk pembacaan *range* dari sensor photodiode kapan dia bernilai 0 dan bernilai 1, saya menggunakan nilai 150 sebagai batas tengah dari pembacaan hitam atau putih/

4.6. Pengujian Keseluruhan Sistem pada area simulasi parkir

Pengujian keseluruhan sistem pada area simulasi parkir, beberapa tujuan harus dituju oleh robot dan beberapa jalur dan beberapa belokan harus robot lewati untuk berjalannya sistem dengan baik.

4.6.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk menguji apakah *mobile robot* dapat menuju parkir yang dituju dengan baik, sehingga sesuai dengan keinginan dan kebutuhan pada tugas akhir ini.

4.6.2. Alat yang Digunakan

1. *Personal Computer (PC)*
2. *USB Downloader*

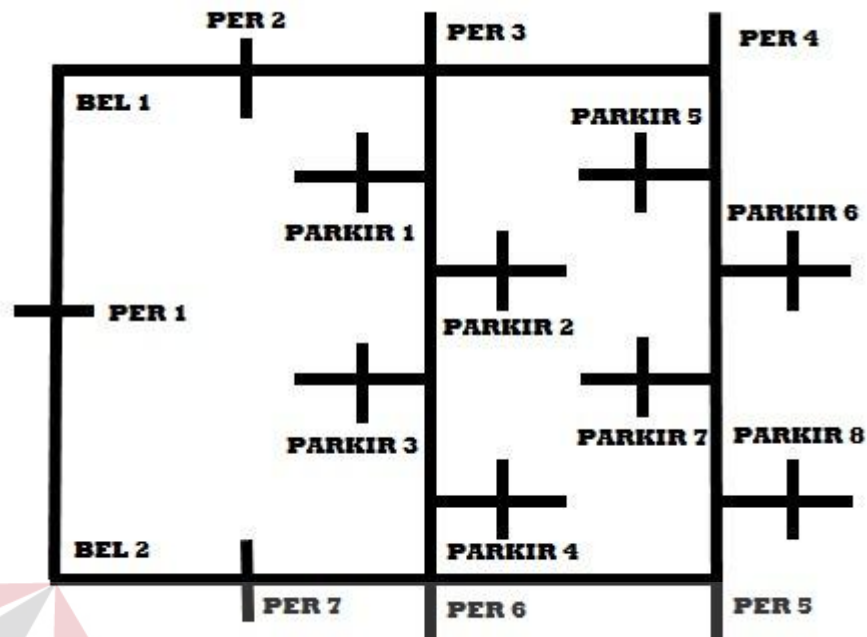
3. *CoIDE*
4. *Power supply* 1000mA - 24V
5. *Power supply* 1000mA - 12V
6. *Power supply* 1000mA - 5V
7. *Mobile Robot*
8. *Stopwatch*

4.6.3. Prosedur Pengujian

1. Aktifkan *power supply* dan hubungkan *minimum system, Motor, dan RFID Reader*.
2. Sambungkan *minimum system* dengan kabel *downloader*.
3. Selanjutnya aktifkan PC dan jalankan program *CoIDE*.
4. *Download* seluruh program yang sudah jadi ke STM32F4
5. Amati hasil jalannya robot sampai ditujukan di arena simulasi parkir tersebut.

4.6.4. Hasil Pengujian

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan pada area simulasi parkir yang memiliki 8 tempat parkir dan disetiap jalurnya terdapat garis untuk *track* / jalur jalannya robot, di dalam area ini terdapat banyak percabangan yang nantinya akan dipergunakan oleh robot untuk penanda. Lokasi area simulasi parkir beserta keterangannya dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.3 Area Parkiran

Berikut adalah hasil percobaan dari keseluruhan dari sistem dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.8 Pengujian Keseluruhan Sistem

Percobaan Ke -	Tujuan	Perintah	Keterangan berhasil / Tidak berhasil	Waktu Tempuh	Terjadi Error Pada
1	Parkiran 1	Mengantar	Behasil	01:10	-
2	Parkiran 1	Mengantar	Berhasil	01:12	-
3	Parkiran 1	Mengambil	Gagal	01:23	Per 3
4	Parkiran 1	Mengambil	Berhasil	01:07	-
5	Parkiran 2	Mengantar	Berhasil	01:11	-
6	Parkiran 2	Mengantar	Gagal	01:21	Bel 1
7	Parkiran 2	Mengambil	Berhasil	01:10	-
8	Parkiran 2	Mengambil	Gagal	01:20	Per 3
9	Parkiran 3	Mengantar	Gagal	01:23	Per 3
10	Parkiran 3	Mengantar	Berhasil	01:16	-
11	Parkiran 3	Mengambil	Behasil	01:12	-
12	Parkiran 3	Mengambil	Gagal	01:22	Bel 1
13	Parkiran 4	Mengantar	Berhasil	01:10	-
14	Parkiran 4	Mengantar	Gagal	01:30	Per 3

15	Parkiran 4	Mengambil	Berhasil	01:07	-
16	Parkiran 4	Mengambil	Gagal	01:25	Per 1
17	Parkiran 5	Mengantar	Berhasil	02:12	-
18	Parkiran 5	Mengantar	Berhasil	02:12	-
19	Parkiran 5	Mengambil	Gagal	02:17	Per 4
20	Parkiran 5	Mengambil	Berhasil	02:15	-
21	Parkiran 6	Mengantar	Gagal	02:22	Bel 1
22	Parkiran 6	Mengantar	Berhasil	02:15	-
23	Parkiran 6	Mengambil	Behasil	02:13	-
24	Parkiran 6	Mengambil	Gagal	02:18	Per 4
25	Parkiran 7	Mengantar	Berhasil	02:16	-
26	Parkiran 7	Mengantar	Gagal	02:26	Per 4
27	Parkiran 7	Mengambil	Gagal	02:30	Per 4
28	Parkiran 7	Mengambil	Berhasil	02:14	-
29	Parkiran 8	Mengantar	Berhasil	02:18	-
30	Parkiran 8	Mengantar	Gagal	02:35	Per 3
31	Parkiran 8	Mengambil	Berhasil	02:16	-
32	Parkiran 8	Mengambil	Gagal	02:31	Per 3

Berdasarkan hasil pengujian dari kesuruhan sistem, terdapat 18 kali keberhasilan dan 14 kali ke gagalannya mencapai titik yang dituju. Kegagalan eksekusi robot yang masih sangat besar dikarenakan faktor respon motor yang tidak sama antara satu dengan yang lain, selain itu terdapat motor yang memiliki respon lebih lambat karena gear dari motor sudah aus sehingga mengganggu pembacaan dari sensor rotary dan sensor photodiode, seperti terlihat pada tabel 4.2 sampai 4.5 bahwa nilai error pembacaan sensor rotary motor 1 sampai dengan motor 4 cukup besar.