

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem secara keseluruhan. Dimana pada penelitian ini menggunakan dua pemroses utama, yaitu mikrokontroler dan PC. Pengujian ini akan dilakukan untuk mengetahui apakah setiap komponen yang digunakan baik dari sisi *hardware* (perangkat keras) maupun *software* (perangkat lunak) dalam penelitian ini telah berjalan dengan baik.

4.1. Pengujian *Minimum Sistem*

Pengujian *minimum system* dilakukan dengan menguji *minimum system* yang digunakan dapat berjalan dengan baik dan telah dapat diimplementasikan untuk melakukan pemrograman pada proses selanjutnya.

4.1.1. Tujuan

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

4.1.2. Alat yang Digunakan

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian *minimum system* ATmega128

2. *Downloader AVR910*
3. PC
4. Program *CodeVisionAVR*
5. *Power supply* 1000mA - 24V
6. Kabel *USB to serial*

4.1.3. Prosedur Pengujian

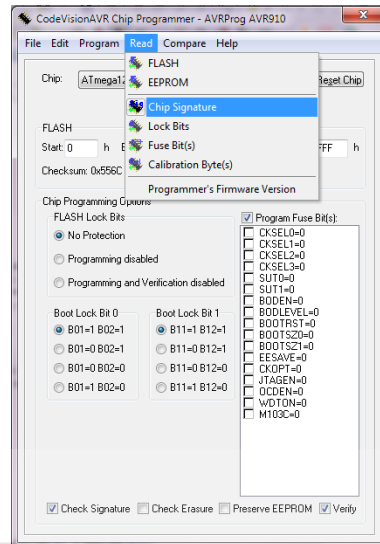
Langkah-langkah untuk melakukan pengujian minimum sistem adalah sebagai berikut:

1. Aktifkan *power supply* dan hubungkan *minimum system*
2. Sambungkan *minimum system* dengan kabel *downloader* menggunakan kabel *USB to serial*
3. Selanjutnya aktifkan PC dan jalankan program *CodeVisionAVR*
4. Masuk ke *menu chip programmer* dan cari *chip signature*
5. Lalu tekan *menu chip signature*
6. Amati hasil pembacaan mikrokontroler yang ditampilkan oleh CVAVR, apakah sama dengan mikrokontroler yang digunakan

4.1.4. Hasil Pengujian

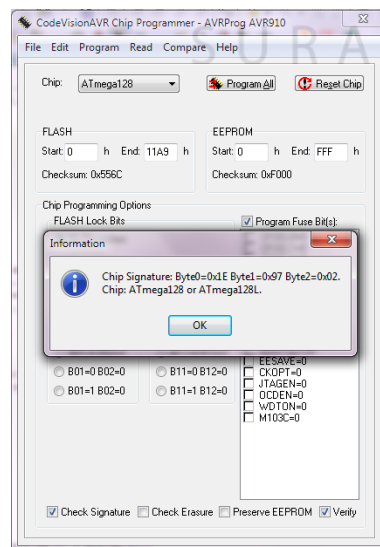
Dari percobaan diatas apabila menu *chip signature programmer*, *download* program dapat berhasil dikerjakan maka *minimum system* dapat dikatakan bekerja dengan baik. Tampilan dari program *chip signature* pada *CodeVisionAVR* yang akan digunakan untuk menuliskan program dan melakukan

percobaan terhadap *minimum system*. Cara melakukan *chip signature* dapat di lihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Cara melakukan *chip signature* pada CVAVR

Setelah dilakukan *chip signature* maka pada PC akan menampilkan informasi berupa jenis chip dan beberapa informasi lain tentang mikrokontroler yang digunakan. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil proses *chip signature* pada PC

Dari hasil pengujian *chip signature* tersebut menandakan bahwa mikrokontroler telah siap digunakan dan sudah bisa digunakan untuk proses selanjutnya.

4.2. Pengujian Rotary Encoder

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengecekan pada *rotary encoder* apakah setiap putaran roda sudah dapat terdeteksi. Cara melakukan deteksi ini yaitu dengan membaca *pulse* yang dihasilkan dari perubahan *state* pada *rotary encoder*. Untuk tiga putaran roda jumlah *pulse* yang dihasilkan 1000 *pulse* seperti yang tercantum pada *datasheet* dari dagu rover 5. Pada penelitian ini jenis *rotary encoder* yang digunakan adalah *quadrature rotary encoder*.

4.2.1. Tujuan

Tujuan pengujian ini yaitu untuk mengetahui berapa banyak *pulse* yang dihasilkan oleh *rotary* dalam satu kali putaran. Sehingga setiap pergerakan yang dilakukan oleh robot dapat dideteksi.

4.2.2. Alat yang Digunakan

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian *minimum system* ATmega128
2. *Downloader* AVR910
3. PC
4. *CodeVisionAVR*
5. *Power supply* 1000mA - 24V
6. Kabel *USB to serial*

7. *Rotary Encoder* yang dipasang pada roda kanan dan kiri

4.2.3. Prosedur Pengujian

1. Aktifkan *power supply* dan hubungkan *minimum system*
2. Sambungkan *minimum system* dengan kabel *downloader* menggunakan kabel *USB to serial*
3. Selanjutnya aktifkan PC dan jalankan program *CodeVisionAVR*
4. *Download* program pembacaan data *rotary encoder* yang telah dibuat kedalam *minimum system*
5. Catat perubahan nilai pembacaan *rotary encoder* yang ditampilkan pada LCD

4.2.4. Hasil Pengujian

Pada penelitian ini perhitungan jarak tempuh dari robot dihitung dengan *rotary encoder*. Dimana *rotary* akan menghitung pergerakan roda dengan satuan per *pulse*. Sesuai dengan *datasheet* dari *rotary* yang digunakan untuk setiap 3 putaran akan menghasilkan 1000 *pulse*. Tabel 4.1 berikut adalah hasil pengujian hasil *pulse* dari *rotary* yang dikonversikan dalam satuan milimeter.

Tabel 4.1 Hasil konversi perhitungan *pulse* ke milimeter

| No. | Banyak Putaran | <i>Pulse rotary</i> | Jarak (milimeter) |
|-----|----------------|---------------------|-------------------|
| 1. | 1 Putaran | 333,333 | 227,5 mm |
| 2 | 2 Putaran | 666,666 | 455 mm |
| 3. | 3 Putaran | 999,999 | 682,5 mm |
| 4. | 4 Putaran | 1333,332 | 910 mm |
| 5. | 5 Putaran | 1666,665 | 1137,5 mm |

4.3. 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.

4.3.1. Tujuan

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

4.3.2. Alat yang Digunakan

1. Rangkaian *minimum system* ATmega128
2. *Downloader* AVR910
3. PC
4. *CodeVisionAVR*
5. *Power supply* 1000mA - 24V
6. Kabel *USB to serial*
7. *Driver motor*
8. Motor DC

4.3.3. Prosedur Pengujian

1. Aktifkan *power supply* dan hubungkan *minimum system*

2. Sambungkan *minimum system* dengan kabel *downloader* menggunakan kabel *USB to serial*
3. Selanjutnya aktifkan PC dan jalankan program *CodeVisionAVR*
4. *Download* program untuk mengatur pergerakan motor yang telah dibuat kedalam *minimum system*
5. Lihat pergerakan roda sesuai dengan *inputan* pada program

4.3.4. Hasil Pengujian

Pengujian dengan pergerakan roda dengan *inputan* dari mikrokontroler dan *driver motor* sebagai *device* perantara dapat dilihat hasilnya pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian pergerakan *driver motor*

| No. | Pin Input | Input | Gerak Motor DC |
|-----|-----------|-------|-------------------|
| 1. | Input 1 | 1 | Motor kiri maju |
| | Input 2 | 0 | |
| | Input 3 | 0 | |
| | Input 4 | 0 | |
| 2. | Input 1 | 0 | Motor kiri mundur |
| | Input 2 | 1 | |
| | Input 3 | 0 | |
| | Input 4 | 0 | |
| 3. | Input 1 | 0 | Motor kanan maju |
| | Input 2 | 0 | |
| | Input 3 | 1 | |
| | Input 4 | 0 | |

| No. | Pin Input | Input | Gerak Motor DC |
|-----|-----------|-------|--------------------|
| 4. | Input 1 | 0 | Motor kanan mundur |
| | Input 2 | 0 | |
| | Input 3 | 0 | |
| | Input 4 | 1 | |
| 5. | Input 1 | 0 | Motor berhenti |
| | Input 2 | 0 | |
| | Input 3 | 0 | |
| | Input 4 | 0 | |

4.4. Pengujian Sensor ultrasonik

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan sensor ultrasonik pada mikrokontroler melalui *port* A. Lalu memberikan program pembacaan sensor ultrasonik dan menampilkan hasilnya pada LCD ke dalam mikrokontroler. Setelah itu melakukan pengukuran jarak pada halangan.

4.4.1. Tujuan

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

4.4.2. Alat yang Digunakan

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian *minimum system* ATmega128

2. *Downloader AVR910*
3. PC
4. *CodeVisionAVR*
5. *Power supply 1000mA - 24V*
6. Kabel *USB to serial*
7. Sensor *ultrasond* parallax ping

4.4.3. Prosedur Pengujian

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

1. Aktifkan *power supply* dan hubungkan *minimum system*
2. Sambungkan *minimum system* dengan kabel *downloader* menggunakan kabel *USB to serial*
3. Selanjutnya aktifkan PC dan jalankan program *CodeVisionAVR*
4. *Download* program perhitungan jarak yang telah dibuat kedalam *minimum system*
5. Amati hasil pembacaan jarak menggunakan sensor ultrasonik dilayar LCD.

4.4.4. Hasil Pengujian

Sensor Parallax ping dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, hal ini ditunjukkan dengan adanya perubahan nilai terhadap halangan didepan ultrasonik. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengubah posisi halangan didepan sensor dan menghasilkan jarak Antara benda dan sensor dalam satuan

centimeter, Hasil pembacaannya akan ditampilkan pada tabel 4.3 dan cara pengujian pada gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Cara Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian dilakukan dengan menggunakan penggaris sebagai alat ukur antara sensor ultrasonik dan benda atau halangan dan hasil dari pengukuran tersebut akan ditampilkan pada LCD 16x 2, berikut ini adalah tabel - tabel hasil pengukuran sensor ultrasonik dan nilai *error* sensor ultrasonik.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

| no | Jarak sebenarnya (cm) | Hasil pengukuran sensor kiri (cm) | Hasil pengukuran sensor depan (cm) | Hasil pengukuran sensor kanan (cm) | Hasil pengukuran sensor belakang (cm) |
|----|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 3 cm | 3,25 cm | 3,25 cm | 3,25 cm | 3,45 cm |
| 2 | 4 cm | 4,25 cm | 4,25 cm | 4,25 cm | 4,45 cm |
| 3 | 5 cm | 5,25 cm | 5,25 cm | 5,25 cm | 5,45 cm |

| no | Jarak sebenarnya (cm) | Hasil pengukuran sensor kiri (cm) | Hasil pengukuran sensor depan (cm) | Hasil pengukuran sensor kanan (cm) | Hasil pengukuran sensor belakang (cm) |
|-----------|------------------------------|--|---|---|--|
| 4 | 6 cm | 6,25 cm | 6,25 cm | 6,25 cm | 6,45 cm |
| 5 | 7 cm | 7,25 cm | 7,25 cm | 7,25 cm | 7,45 cm |
| 6 | 8 cm | 8,25 cm | 8,25 cm | 8,25 cm | 8,45 cm |
| 7 | 9 cm | 9,25 cm | 9,25 cm | 9,25 cm | 9,45 cm |
| 8 | 10 cm | 10,25 cm | 10,25 cm | 10,25 cm | 10,25 cm |
| 9 | 15 cm | 15,25 cm | 15,25 cm | 15,25 cm | 15,45 cm |
| 10 | 20 cm | 20,25 cm | 20,25 cm | 20,25 cm | 20,45 cm |
| 11 | 25 cm | 25,25 cm | 25,25 cm | 25,25 cm | 25,45 cm |
| 12 | 30 cm | 30,25 cm | 30,25 cm | 30,25 cm | 30,45 cm |
| 13 | 35 cm | 35,25 cm | 35,25 cm | 35,25 cm | 35,45 cm |
| 14 | 40 cm | 40,25 cm | 40,25 cm | 40,25 cm | 40,45 cm |
| 15 | 45 cm | 45,25 cm | 45,25 cm | 45,25 cm | 45,25 cm |
| 16 | 50 cm | 50,25 cm | 50,25 cm | 50,25 cm | 50,45 cm |
| 17 | 3 cm | 3,25 cm | 3,25 cm | 3,25 cm | 3,75 cm |
| 18 | 4 cm | 4,25 cm | 4,25 cm | 4,25 cm | 4,45 cm |
| 19 | 5 cm | 5,25 cm | 5,25 cm | 5,25 cm | 5,45 cm |
| 20 | 6 cm | 6,25 cm | 6,25 cm | 6,45 cm | 6,75 cm |
| 21 | 7 cm | 7,25 cm | 7,25 cm | 7,05 cm | 7,45 cm |
| 22 | 8 cm | 8,05 cm | 8,25 cm | 8,25 cm | 8,45 cm |
| 23 | 9 cm | 9,45 cm | 9,25 cm | 9,25 cm | 9,45 cm |
| 24 | 10 cm | 10,25 cm | 10,75 cm | 10,25 cm | 10,75 cm |

| no | Jarak sebenarnya (cm) | Hasil pengukuran sensor kiri (cm) | Hasil pengukuran sensor depan (cm) | Hasil pengukuran sensor kanan (cm) | Hasil pengukuran sensor belakang (cm) |
|-----------|------------------------------|--|---|---|--|
| 25 | 15 cm | 15,25 cm | 15,25 cm | 15,25 cm | 15,75 cm |
| 26 | 20 cm | 20,45 cm | 20,45 cm | 20,25 cm | 20,75 cm |
| 27 | 25 cm | 25,25 cm | 25,25 cm | 25,25 cm | 25,75 cm |
| 28 | 30 cm | 30,25 cm | 30,75 cm | 30,25 cm | 31,05 cm |
| 29 | 35 cm | 35,25 cm | 35,25 cm | 35,25 cm | 35,45 cm |
| 30 | 40 cm | 40,05 cm | 40,25 cm | 40,25 cm | 40,45 cm |
| 31 | 45 cm | 45,45 cm | 45,25 cm | 45,25 cm | 45,45 cm |
| 32 | 50 cm | 50,45 cm | 50,45 cm | 50,25 cm | 50,75 cm |
| 33 | 3 cm | 3,25 cm | 3,25 cm | 3,25 cm | 3,75 cm |
| 34 | 4 cm | 4,25 cm | 4,25 cm | 4,25 cm | 4,45 cm |
| 35 | 5 cm | 5,25 cm | 5,25 cm | 5,25 cm | 5,45 cm |
| 36 | 6 cm | 6,25 cm | 6,45 cm | 6,25 cm | 6,45 cm |
| 37 | 7 cm | 7,25 cm | 7,25 cm | 7,25 cm | 7,45 cm |
| 38 | 8 cm | 8,25 cm | 8,25 cm | 8,45 cm | 8,25 cm |
| 39 | 9 cm | 9,45 cm | 9,25 cm | 9,25 cm | 9,45 cm |
| 40 | 10 cm | 10,25 cm | 10,75 cm | 10,45 cm | 10,45 cm |
| 41 | 15 cm | 15,25 cm | 15,25 cm | 15,25 cm | 15,75 cm |
| 42 | 20 cm | 20,45 cm | 20,25 cm | 20,45 cm | 20,75 cm |
| 43 | 25 cm | 25,25 cm | 25,45 cm | 25,45 cm | 25,75 cm |
| 44 | 30 cm | 30,25 cm | 30,25 cm | 30,25 cm | 30,75 cm |
| 45 | 35 cm | 35,25 cm | 35,25 cm | 35,25 cm | 35,45 cm |

| no | Jarak sebenarnya (cm) | Hasil pengukuran sensor kiri (cm) | Hasil pengukuran sensor depan (cm) | Hasil pengukuran sensor kanan (cm) | Hasil pengukuran sensor belakang (cm) |
|-----------|------------------------------|--|---|---|--|
| 46 | 40 cm | 40,25 cm | 40,25 cm | 40,45 cm | 40,25 cm |
| 47 | 45 cm | 45,25 cm | 45,25 cm | 45,25 cm | 45,45 cm |
| 48 | 50 cm | 50,25 cm | 50,25 cm | 50,25 cm | 50,45 cm |

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Rata – rata *Error*

| no | Jarak sebenarnya (cm) | Hasil perhitungan rata – rata error pada sensor kiri (cm) | Hasil perhitungan rata – rata error pada sensor depan (cm) | Hasil perhitungan rata – rata error pada sensor kanan (cm) | Hasil perhitungan rata – rata error pada sensor belakang (cm) |
|-----------|------------------------------|--|---|---|--|
| 1 | 3 cm | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,65 |
| 2 | 4 cm | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,45 |
| 3 | 5 cm | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,45 |
| 4 | 6 cm | 0,25 | 0,32 | 0,32 | 0,55 |
| 5 | 7 cm | 0,25 | 0,25 | 0,18 | 0,45 |
| 6 | 8 cm | 0,18 | 0,25 | 0,32 | 0,38 |
| 7 | 9 cm | 0,38 | 0,25 | 0,25 | 0,38 |
| 8 | 10 cm | 0,25 | 0,58 | 0,32 | 0,55 |
| 9 | 15 cm | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,65 |
| 10 | 20 cm | 0,38 | 0,32 | 0,32 | 0,65 |

| no | Jarak sebenarnya (cm) | Hasil perhitungan rata – rata <i>error</i> pada sensor kiri (cm) | Hasil perhitungan rata – rata <i>error</i> pada sensor sensor depan (cm) | Hasil perhitungan rata – rata <i>error</i> pada sensor kanan (cm) | Hasil perhitungan rata – rata <i>error</i> pada sensor belakang (cm) |
|----|-----------------------|--|--|---|--|
| 11 | 25 cm | 0,25 | 0,32 | 0,32 | 0,65 |
| 12 | 30 cm | 0,25 | 0,42 | 0,25 | 0,75 |
| 13 | 35 cm | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,45 |
| 14 | 40 cm | 0,18 | 0.31 | 0,25 | 0,45 |
| 15 | 45 cm | 0,31 | 0,25 | 0,25 | 0,38 |
| 16 | 50 cm | 0,31 | 0,31 | 0,25 | 0,55 |

Berdasarkan tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa rata rata *error* sensor ultrasonik memiliki nilai *error* dibawah 0,5 cm pada setiap uji coba, nilai *error* ini masih dalam batas nilai *error*, dikarenakan jarak berhenti robot dari halangan atau benda adalah kurang lebih 30 cm dan tidak mempengaruhi robot untuk menghindari halangan. hasil uji coba menghitung jarak dengan menggunakan sensor ultrasonik ini sesuai dengan menghitung jarak secara manual.

4.5. Pengujian Penggerak Differensial Pada *Mobile Robot*

Pengujian berikut adalah pengujian terhadap penggerak differensial pada *mobile robot* terhadap sudut putar koordinat tujuan. Pada pengujian ini dilakukan dengan cara memutar *mobile robot* menuju beberapa sudut yang mewakili kemungkinan-kemungkinan dalam proses navigasi yang akan dilakukan dan

melakukan penghitungan terhadap sudut posisi terakhir robot setelah proses memutar menuju beberapa sudut yang diharapkan.

4.5.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk menguji apakah penggerak differensial pada *mobil robot* telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan dapat melakukan penggerakan kemudi yang sesuai dengan kebutuhan pada tugas akhir ini.

4.5.2. Alat yang Digunakan

1. *Personal Computer (PC)*
2. *Differential steering mobile robot*
3. Rangkaian *minimum system* ATmega128
4. *Downloader AVR910*
5. *CodeVisionAVR*
6. *Power supply* 1000mA - 24V
7. Kabel *USB to serial*
8. *Driver motor*
9. Motor DC

4.5.3. Prosedur Pengujian

1. Aktifkan *power supply* dan hubungkan pada semua perangkat keras yang digunakan pada *differential steering mobile robot*
2. Sambungkan *minimum system* dengan kabel *downloader* menggunakan kabel *USB to serial*

3. Selanjutnya aktifkan PC dan jalankan program *CodeVisionAVR*
4. *Download* program untuk memutar robot menuju kemungkinan-kemungkinan sudut yang dilalui pada sistem navigasi ini yang telah dibuat kedalam *minimum system*
5. Amati apakah pergerakan robot pada saat memutar menuju sudut-sudut yang diinginkan sudah sesuai dengan *input* yang diberikan pada program

4.5.4. Hasil Pengujian

Pengujian penggerak differensial pada *mobile robot* terhadap beberapa sudut yang mewakili kemungkinan-kemungkinan pergerakan putar robot pada sistem *obstacle avoidance* ini dapat dilihat hasilnya pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil pengujian penggerak differensial pada *mobile robot*

| No. | Sudut Awal (°) | Sudut Tujuan (°) | Terukur (°) | Error (°) |
|-----|----------------|------------------|-------------|-----------|
| 1 | 0 | 90 | 87 | 3 |
| 2 | 0 | 90 | 85 | 5 |
| 3 | 0 | 90 | 85 | 5 |
| 4 | 0 | 90 | 86 | 4 |
| 5 | 0 | 90 | 88 | 2 |
| 6 | 0 | 180 | 177 | 3 |
| 7 | 0 | 180 | 175 | 5 |
| 8 | 0 | 180 | 176 | 4 |
| 9 | 0 | 180 | 180 | 0 |

| No. | Sudut Awal (°) | Sudut Tujuan (°) | Terukur (°) | Error (°) |
|------------------------|----------------|------------------|-------------|-----------|
| 10 | 0 | 180 | 179 | 1 |
| 11 | 0 | 270 | 269 | 1 |
| 12 | 0 | 270 | 266 | 4 |
| 13 | 0 | 270 | 268 | 2 |
| 14 | 0 | 270 | 268 | 2 |
| 15 | 0 | 270 | 267 | 3 |
| 16 | 0 | 45 | 43 | 2 |
| 17 | 0 | 45 | 40 | 5 |
| 18 | 0 | 45 | 44 | 1 |
| 19 | 0 | 45 | 45 | 0 |
| 20 | 0 | 45 | 44 | 1 |
| 21 | 0 | 315 | 314 | 1 |
| 22 | 0 | 315 | 312 | 3 |
| 23 | 0 | 315 | 314 | 1 |
| 24 | 0 | 315 | 313 | 2 |
| 25 | 0 | 315 | 313 | 2 |
| 26 | 0 | 135 | 133 | 2 |
| 27 | 0 | 135 | 131 | 4 |
| 28 | 0 | 135 | 134 | 1 |
| 29 | 0 | 135 | 135 | 0 |
| 30 | 0 | 135 | 131 | 4 |
| Rata-Rata Error | | | | 2,4 |

Berdasarkan tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa penggerak differensial pada *mobile robot* mampu melakukan penggerakan kemudi menuju beberapa sudut yang mewakili kemungkinan-kemungkinan pada sistem *obstacle avoidance* ini dengan nilai rata-rata total *error* sebesar 2,4 derajat pada lapangan yang telah disiapkan untuk penelitian ini. Pada pengujian ini kecepatan motor DC kanan dan kiri dikendalikan oleh nilai PWM. Nilai PWM pada motor kanan dan motor kiri diatur sebesar 200 PWM, sehingga idealnya motor kanan dan kiri memiliki nilai kecepatan yang sama. Perhitungan *error* pada pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung selisih antara sudut tujuan dan sudut yang terukur setelah robot melakukan penggerakan kemudi.

4.6. Pengujian Keseluruhan Sistem *Obstacle Avoidance* Pada *Mobile Robot*

Pengujian keseluruhan sistem *obstacle avoidance* pada *differential steering mobile robot* ini meliputi pengujian penentuan arah menghindari robot dan pemilihan arah menghindari robot dari jarak robot Dengan halangan yang berada di jalur robot. Kemudian *mobile robot* akan melakukan penyesuaian arah hadap dari arah hadap awal menuju arah hadap koordinat yang akan dituju dan menuju titik koordinat tujuan. Setelah arah hadap robot sudah sesuai dengan arah hadap yang ditentukan robot akan berjalan kearah tersebut, jika robot mendeteksi adanya halangan didepan robot, robot akan menjalankan program menghitung jarak benda terhadap robot pada tiap sensor dan setelah itu robot akan menjalankan program penentuan arah menghindari robot dengan cara membandingkan arah mana yang dapat dilalui robot dan jauh dari halangan untuk menuju arah tujuan robot dengan aman tanpa menabrak halangan.

4.6.1. Tujuan

Tujuan Pengujian ini adalah untuk menguji apakah keseluruhan sistem obstacle avoidance pada mobile robot ini sudah sesuai dengan keinginan dan kebutuhan pada tugas akhir ini.

4.6.2. Alat yang Digunakan

1. *Personal Computer (PC)*
2. *Differential steering mobile robot*
3. Rangkaian *minimum system* ATmega128
4. *Downloader AVR910*
5. *CodeVisionAVR*
6. *Power supply* 1000mA - 24V
7. Kabel *USB to serial*
8. *Driver motor*
9. Motor DC

4.6.3. Prosedur Pengujian

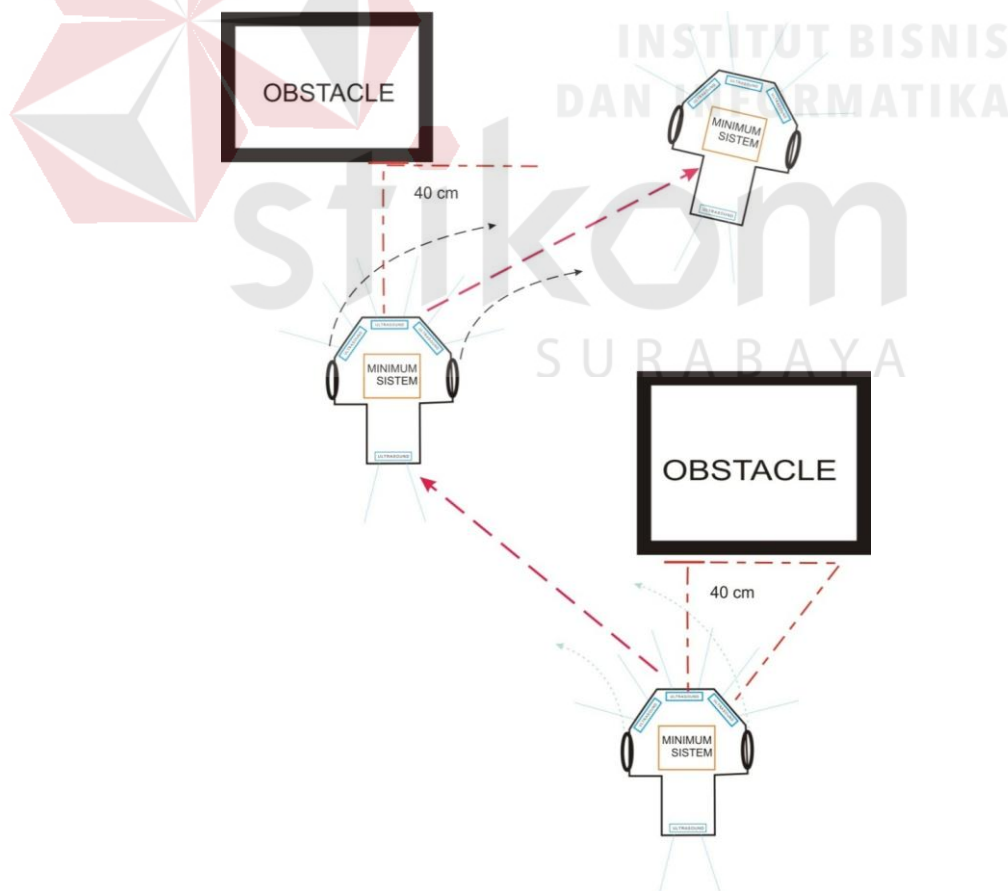
1. Aktifkan *power supply* dan hubungkan pada semua perangkat keras yang digunakan pada *differential steering mobile robot*
2. Sambungkan *minimum system* dengan kabel *downloader* menggunakan kabel *USB to serial*
3. Selanjutnya aktifkan PC dan jalankan program *CodeVisionAVR*
4. *Download* program keseluruhan sistem navigasi yang meliputi penentuan arah hadap robot terhadap koordinat tujuan dan penentuan jarak tempuh dari

koordinat awal menuju koordinat tujuan yang telah dibuat kedalam *minimum system*

5. Amati apakah pergerakan *differential steering mobile robot* dari menghindari 1 objek benda atau halangan yang berada didepannya dan menentukan arah menghindar robot.

4.6.4. Hasil Pengujian

Pengujian keseluruhan sistem *obstacle avoidance* pada *differential steering mobile robot* ini menggunakan benda sebagai halangan yang ditaruh di lapangan yang sudah disiapkan dan halangan ditaruh secara acak. Adapun ilustrasi menghindar robot digambarkan sebagai berikut.



Gambar 4.4 ilustrasi pengujian

Hasil pengujian keseluruhan obstacle avoidance pada *differential steering mobile robot* dapat dilihat pada tabel 4.6. robot akan di uji cobakan pada lapangan dengan ukuran 6 meter x 6 meter, dan robot akan menuju titik tujuan yang telah diberikan dan di lapangan tersebut diberikan halangan yang ditaruh secara acak, robot akan di uji cobakan berulang ulang agar diketahui apakah ada *error* pada sistem sewaktu pengujian.

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Arah Menghindar *Mobile Robot*

| No | Sensor depan (cm) | Sensor Kanan (cm) | Sensor Kiri (cm) | Halangan | Arah menghindar |
|----|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| 1 | 39,25 | 38,45 | 50,45 | Halangan di depan | berhenti |
| 2 | 38,45 | 60,45 | 50,45 | Halangan di depan | berhenti |
| 3 | 39,25 | 60,45 | 50,45 | Halangan di depan | berhenti |
| 4 | 40,25 | 57,75 | 50,45 | Halangan di depan | berhenti |
| 5 | 36,25 | 60,45 | 55,45 | Halangan di depan | berhenti |
| 6 | 40,25 | 60,45 | 50,45 | Halangan di depan | berhenti |
| 7 | 39,75 | 60,45 | 55,45 | Halangan di depan | berhenti |
| 8 | 38,75 | 59,25 | 50,45 | Halangan di depan | berhenti |
| 9 | 39,25 | 60,45 | 61,25 | Halangan di depan | berhenti |
| 10 | 39,45 | 61,45 | 50,45 | Halangan di depan | berhenti |
| 11 | 55,45 | 39,25 | 55,45 | Halangan di kanan | Belok Kiri |
| 12 | 50,45 | 36,25 | 50,45 | Halangan di kanan | Belok Kiri |
| 13 | 61,25 | 40,25 | 55,45 | Halangan di kanan | Belok Kiri |
| 14 | 50,45 | 38,45 | 61,75 | Halangan di kanan | Belok Kiri |

| No | Sensor depan (cm) | Sensor Kanan (cm) | Sensor Kiri (cm) | Halangan | Arah menghindar |
|----|-------------------|-------------------|------------------|----------------------|-----------------|
| 16 | 50,45 | 40,25 | 62,45 | Halangan di kanan | Belok Kiri |
| 17 | 61,25 | 39,25 | 59,75 | Halangan di kanan | Belok Kiri |
| 18 | 60,45 | 38,45 | 60,45 | Halangan di kanan | Belok Kiri |
| 19 | 61,45 | 39,45 | 61,45 | Halangan di kanan | Belok Kiri |
| 20 | 60,75 | 40,25 | 60,45 | Halangan di kanan | Belok Kiri |
| 21 | 56,75 | 74,45 | 39,75 | Halangan di kiri | Belok kanan |
| 22 | 56,45 | 76,25 | 38,75 | Halangan di kiri | Belok kanan |
| 23 | 55,45 | 77,75 | 39,25 | Halangan di kiri | Belok kanan |
| 24 | 53,75 | 76,25 | 39,45 | Halangan di kiri | Belok kanan |
| 25 | 55,45 | 75,45 | 40,25 | Halangan di kiri | Belok kanan |
| 26 | 54,25 | 74,25 | 40,25 | Halangan di kiri | Belok kanan |
| 27 | 55,25 | 75,45 | 38,45 | Halangan di kiri | Belok kanan |
| 28 | 57,45 | 74,25 | 39,25 | Halangan di kiri | Belok kanan |
| 29 | 56,25 | 77,25 | 40,25 | Halangan di kiri | Belok kanan |
| 30 | 55,75 | 73,25 | 40,25 | Halangan di kiri | <i>error</i> |
| 31 | 39,25 | 36,25 | 55,45 | Halangan depan kanan | Belok Kiri |
| 32 | 39,45 | 40,25 | 54,25 | Halangan depan kanan | Belok Kiri |
| 33 | 40,25 | 36,25 | 55,25 | Halangan depan kanan | Belok Kiri |
| 34 | 40,25 | 40,25 | 57,45 | Halangan depan kanan | Belok Kiri |
| 35 | 39,25 | 39,75 | 56,25 | Halangan depan kanan | Belok Kiri |
| 36 | 39,45 | 38,75 | 56,45 | Halangan depan kanan | Belok Kiri |
| 37 | 39,25 | 39,25 | 55,45 | Halangan depan kanan | Belok Kiri |

| No | Sensor depan (cm) | Sensor Kanan (cm) | Sensor Kiri (cm) | Halangan | Arah menghindar |
|----|-------------------|-------------------|------------------|----------------------|-----------------|
| 39 | 39,75 | 39,75 | 55,45 | Halangan depan kanan | Belok Kiri |
| 40 | 36,25 | 38,75 | 61,75 | Halangan depan kanan | Belok Kiri |
| 41 | 39,25 | 76,25 | 40,25 | Halangan depan kiri | Belok kanan |
| 42 | 36,25 | 77,25 | 38,45 | Halangan depan kiri | Belok kanan |
| 43 | 40,25 | 76,25 | 39,25 | Halangan depan kiri | Belok kanan |
| 44 | 38,45 | 75,45 | 40,25 | Halangan depan kiri | Belok kanan |
| 45 | 39,25 | 76,75 | 38,45 | Halangan depan kiri | Belok kanan |
| 46 | 38,45 | 77,75 | 39,25 | Halangan depan kiri | Belok kanan |
| 47 | 40,25 | 77,25 | 38,45 | Halangan depan kiri | Belok kanan |
| 48 | 38,45 | 77,25 | 39,25 | Halangan depan kiri | Belok kanan |
| 49 | 39,25 | 78,25 | 38,45 | Halangan depan kiri | Belok kanan |
| 50 | 40,25 | 77,25 | 40,25 | Halangan depan kiri | Belok kanan |

Pada table diatas dapat dilihat bahwa *error* terjadi itu dikarenakan interupsi pada program sewaktu mengakses data pada rotary encoder. Pada program mendeteksi halangan, Flag halangan akan menyala jika sensor ultrasonik mendeteksi benda pada jarak antara 25 cm hingga 30 cm. pada table 4.6 dapat dilihat bahwa robot berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan, dan robot dapat mendeteksi halangan didepannya dan mampu memilih arah menghindar robot dan berjalan sesuai dengan program yang telah dibuat.

Table 4.7 Pengujian sudut rotasi pada *Mobile Robot* untuk menghindari halangan

| No | Halangan | Arah menghindar | Target sudut berbelok | Realisasi sudut berbelok | <i>error</i> | Persentase <i>error</i> |
|----|-------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| 1 | Halangan di kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 43 ⁰ | 2 ⁰ | 4,4 % |
| 2 | Halangan di kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 47 ⁰ | 2 ⁰ | 4,4 % |
| 3 | Halangan di kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 44 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| 4 | Halangan di kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 43 ⁰ | 2 ⁰ | 4,4 % |
| 5 | Halangan di kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 46 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| 6 | Halangan di kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 48 ⁰ | 3 ⁰ | 6,6 % |
| 7 | Halangan di kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 42 ⁰ | 3 ⁰ | 6,6 % |
| 8 | Halangan di kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 45 ⁰ | 0 ⁰ | 0 % |
| 9 | Halangan di kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 47 ⁰ | 2 ⁰ | 4,4 % |
| 10 | Halangan di kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 47 ⁰ | 2 ⁰ | 4,4 % |
| 11 | Halangan di kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 43 ⁰ | 2 ⁰ | 4,4 % |
| 12 | Halangan di kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 46 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| 13 | Halangan di kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 45 ⁰ | 0 ⁰ | 0% |

| No | Halangan | Arah menghindar | Target sudut berbelok | Realisasi sudut berbelok | Error | Persentase error |
|----|----------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|-----------------|------------------|
| 14 | Halangan di kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 47 ⁰ | 2 ⁰ | 4,4 % |
| 15 | Halangan di kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 43 ⁰ | 2 ⁰ | 4,4 % |
| 16 | Halangan di kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 46 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| 17 | Halangan di kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 46 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| 18 | Halangan di kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 45 ⁰ | 0 ⁰ | 0% |
| 19 | Halangan di kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 46 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| 20 | Halangan di kiri | Error | 45 ⁰ | 0 ⁰ | 45 ⁰ | 100 % |
| 21 | Halangan depan kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 43 ⁰ | 2 ⁰ | 4,4 % |
| 22 | Halangan depan kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 46 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| 23 | Halangan depan kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 48 ⁰ | 3 ⁰ | 6,6 % |
| 24 | Halangan depan kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 47 ⁰ | 2 ⁰ | 4,4 % |
| 25 | Halangan depan kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 48 ⁰ | 3 ⁰ | 6,6 % |
| 26 | Halangan depan kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 46 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| 27 | Halangan depan kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 48 ⁰ | 3 ⁰ | 6,6 % |
| 28 | Halangan depan kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 44 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| 29 | Halangan depan kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 46 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| 30 | Halangan depan kanan | Belok Kiri | 45 ⁰ | 48 ⁰ | 3 ⁰ | 6,6 % |
| 31 | Halangan depan kiri | Belok Kanan | 45 ⁰ | 48 ⁰ | 3 ⁰ | 6,6 % |

| No | Halangan | Arah menghindar | Target sudut berbelok | Realisasi sudut berbelok | Error | Persentase error |
|------------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|
| 32 | Halangan depan kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 46 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| 33 | Halangan depan kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 48 ⁰ | 3 ⁰ | 6,6 % |
| 34 | Halangan depan kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 44 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| 35 | Halangan depan kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 46 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| 36 | Halangan depan kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 47 ⁰ | 2 ⁰ | 4,4 % |
| 37 | Halangan depan kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 48 ⁰ | 3 ⁰ | 6,6 % |
| 38 | Halangan depan kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 43 ⁰ | 2 ⁰ | 4,4 % |
| 39 | Halangan depan kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 46 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| 40 | Halangan depan kiri | Belok kanan | 45 ⁰ | 46 ⁰ | 1 ⁰ | 2,2 % |
| Total Error | | | | | 106⁰ | 245,2 % |
| Rata rata error | | | | | 2.65⁰ | 6,13 % |

Menurut program untuk berotasi dan menghindari halangan, robot berotasi untuk menghindari suatu halangan dan membentuk sudut 45 derajat agar robot dapat melewati halangan yang ada didepan robot dengan aman. Akan tetapi pada table 4.7 Pengujian sudut berotasi *Mobile Robot* untuk menghindari halangan,

robot masih mengalami *error* dengan nilai kurang lebih 1 sampai 3 derajat dengan rata rata *error* 2.65 derajat atau rata rata *error* dari percobaan tersebut sebesar 6,13% dari target, karena patokan berotasi robot adalah sensor ultrasonik sebelah kiri atau kanan mendeteksi benda dengan jarak kurang sama dengan 30 cm dan membentuk sudut 45 derajat, nilai *error* tersebut diambil dari selisih target sudut berotasi dengan realisasinya.

Tabel 4.8 Hasil pengujian penentuan jarak tempuh menuju tujuan dengan menghindari halangan

| No. | Awal (X,Y) | Tujuan (X,Y) | Jarak (cm) | Terukur (cm) | Error (cm) | Persentase Error |
|-----|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------------|
| 1 | (0,0) | (0,6) | 120 | 121,5 | 1,5 | 1,25 % |
| 2 | (0,0) | (0,6) | 120 | 121,4 | 1,4 | 1,16 % |
| 3 | (0,0) | (0,6) | 120 | 118,7 | 1,3 | 1,08 % |
| 4 | (0,0) | (0,6) | 120 | 122,1 | 2,1 | 1,75 % |
| 5 | (0,0) | (0,6) | 120 | 120,6 | 0,6 | 0,5 % |
| 6 | (0,0) | (0,6) | 120 | 119,5 | 0,5 | 0,42 % |
| 7 | (0,0) | (0,6) | 120 | 118,6 | 1,4 | 1,16 % |
| 8 | (0,0) | (0,6) | 120 | 122,9 | 2,9 | 2,42 % |
| 9 | (0,0) | (0,6) | 120 | 118,7 | 1,3 | 1,08 % |
| 10 | (0,0) | (0,6) | 120 | 121,4 | 1,4 | 1,16 % |
| 11 | (0,0) | (0,6) | 120 | 121,5 | 1,5 | 1,25 % |
| 12 | (0,0) | (0,6) | 120 | 117,9 | 2,1 | 1,75 % |
| 13 | (0,0) | (0,6) | 120 | 121,9 | 1,9 | 1,58 % |
| 14 | (0,0) | (0,6) | 120 | 120,7 | 0,7 | 0,58 % |

| No. | Awal (X,Y) | Tujuan (X,Y) | Jarak (cm) | Terukur (cm) | Error (cm) | Persentase Error |
|------------------------|------------|--------------|------------|--------------|--------------|------------------|
| 15 | (0,0) | (0,6) | 120 | 122,1 | 2,1 | 1,75 % |
| Total Error | | | | | 22,7 | 18,89 % |
| Rata-Rata Error | | | | | 1,513 | 1,26 % |

Berdasarkan tabel 4.8 dapat disimpulkan bahwa *mobile robot* mampu menuju ke koordinat tujuan dan mampu berhenti pada saat telah mencapai titik tujuan setelah menghindari halangan sewaktu menuju titik tujuan dengan nilai rata-rata total *error* sebesar 1,513 cm atau 1,26% dari titik tujuan pada lapangan yang telah disiapkan untuk penelitian ini. Perhitungan *error* pada pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung selisih antara jarak yang diharapkan dan jarak yang terukur setelah robot melakukan pergerakan menuju koordinat tujuan. Perhitungan jarak tempuh *mobile robot* sesuai dengan hasil perhitungan jarak dengan menggunakan rumus Phytagoras yang dibandingkan dengan *update* keluaran pada *rotary encoder* saat *mobile robot* berjalan sehingga menghasilkan jarak tempuh yang harus dilalui *mobile robot* untuk mencapai koordinat tujuan dan dapat menghindari halangan saat menuju titik tujuan.