

BAB IV
HASIL PENELITIAN

A. Hasil Pengujian Rangkaian

1. Hasil Pengujian Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AVR ATmega16.

Hasil dari pengujian rangkaian sistem minimum mikrokontroler AVR ATmega16 dengan program LED berkedip, pada Port A mikrokontroler, LED dapat menyala berkedip. Hasil pengukuran tegangan pada kaki-kaki Port A (Port A₀ dan Port A₁) saat sistem bekerja ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AVR ATmega16

Kondisi LED	Besarnya Tegangan Port A	
	Port A.0	Port A.1
Menyala / High (1)	4,8 V	4,8 V
Padam / Low (0)	0 V	0 V

2. Hasil Pengujian Rangkaian Catu Daya DC (5V).

Pengujian rangkaian catu daya dilakukan dengan menguji tegangan masukan baterai 12 VDC, input IC LM7805, dan output IC LM7805. Hasil pengujian pada tiap titik pengukuran ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Rangkaian Catu Daya DC (5V)

Sumber Tegangan	Besarnya Tegangan Titik Pengukuran (Dengan Beban)	
	TP1	TP2
	5Vdc	11,8 V
Baterai 12V (masukan)	11,9 V	-

3. Hasil Pengujian Rangkaian Sistem Sensor Pendeteksi Jalur.

Pengujian rangkaian sistem sensor pendeteksi jalur dilakukan dengan pengukuran pada titik-titik pengukuran. Pengukuran dilakukan pada saat kondisi ketika mendeteksi jalur berwarna hitam logika 0 (*low*) atau mendeteksi jalur berwarna putih logika 1 (*high*). Pengujian dilakukan pada titik pengukuran sensor kiri, tengah dan kanan. Hasil pengujian rangkaian sistem sensor pendeteksi jalur ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Rangkaian Sistem Sensor Pendeteksi Jalur

Sensor	Besar Tegangan Titik Pengukuran (Volt)					
	Logika 0 (low) warna hitam			Logika 1 (high) warna putih		
	Vin LM324 (+)	Vin LM324 (-)	Vout LM324 (+)	Vin LM324 (+)	Vin LM324 (-)	Vout LM324 (+)
	Non inverting	inverting		Non inverting	inverting	
Sensor Kiri 1	3,28	4,85	0,58	3,29	2,85	3,49
Sensor Kiri 2	3,94	4,80	0,58	3,95	1,47	3,49
Sensor Tengah	3,37	4,72	0,58	3,37	1,47	3,47
Sensor Kanan 2	3,87	4,61	0,58	3,87	2,15	3,47
Sensor Kanan 1	3,12	3,17	0,58	3,12	2,63	3,52
Sensor pot	3,91	4,86	0,58	3,91	3,49	3,52

4. Hasil Pengujian Rangkaian Papan Tombol (Keypad).

Pengujian rangkaian papan tombol dilakukan dengan metode *scanning* pada baris dan kolom, tekniknya Port D₀ sampai dengan Port D₃ difungsikan sebagai input dan Port D₄ sampai dengan Port D₆ difungsikan sebagai output. Hasil Pengujian rangkaian papan tombol ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Rangkaian Papan Tombol






Tombol	Kolom								Hex.
	C3		C2		C1		R4		
	R3	R2	R1	R4	R3	R2	R1		
PD.7	PD.6	PD.5	PD.4	PD.3	PD.2	PD.1	PD.0		
1	1	1	1	0	1	1	1	0	EE
2	1	1	0	1	1	1	1	0	DE
3	1	0	1	1	1	1	1	0	BE
4	1	1	1	0	1	1	0	1	ED

5	1	1	0	1	1	1	0	1	DD
6	1	0	1	1	1	1	0	1	BD
7	1	1	1	0	1	0	1	1	EB
8	1	1	0	1	1	0	1	1	DB
9	1	0	1	1	1	0	1	1	BB
0	1	1	0	1	0	1	1	1	D7
*	1	1	1	0	0	1	1	1	E7
#	1	0	1	1	0	1	1	1	B7

5. Hasil Pengujian Rangkaian Penampil Kristal Cair (LCD).

Pengujian rangkaian penampil Kristal cair dilakukan dengan melihat tampilan dalam tiap proses. Mulai dari robot diam (*standby*) atau deaktivasi, Robot bergerak atau diaktifkan, masukan PIN, pembatalan PIN, dan kesalahan PIN. Hasil pengujian tampilan ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Rangkaian Penampil Kristal Cair (LCD)

No.	Proses Sistem	Tampilan LCD
1	Robot diam (<i>standby</i>)/ deaktivasi	
2	Robot bergerak / diaktifkan	
3	Tombol "*" ditekan	
4	Tombol "#" ditekan	
5	PIN salah 3X	

6. Hasil Pengujian Rangkaian Penggerak Motor DC.

Pengujian rangkaian penggerak motor DC dilakukan pada masukan penggerak motor DC pin 2,7,10 dan 15 (IN1, IN2, IN3, dan IN4) dari IC L293D dengan memberikan logika 1 (*high*) atau logika 0 (*low*), serta pada keluaran penggerak motor DC pin 3, 6, 11, dan 14 (Out 1, Out 2, Out 3, dan Out 4) dari L293D atau masukan motor DC. Hasil pengujian rangkaian penggerak motor DC ditunjukkan pada Tabel 4.6.









Tabel 4.6. Hasil Pengujian Rangkaian Penggerak Motor DC

INPUT		OUTPUT (volt)		Arah putaran Motor DC Kanan CW (<i>Clock Wise</i>)/CCW (<i>Counter Clock Wise</i>)
IN1 PC.0	IN2 PC.1	Out1	Out2	
0	0	0	0	Diam
0	1	0,65	9,53	CW
1	0	9,69	0,66	CCW
1	1	10,09	10,11	Break (berhenti)
INPUT		OUTPUT (volt)		Arah putaran Motor DC Kiri CW (<i>Clock Wise</i>)/CCW (<i>Counter Clock Wise</i>)
IN3 PC.2	IN4 PC.3	Out3	Out4	
0	0	0	0	Diam
0	1	0,70	9,41	CW
1	0	9,14	0,71	CCW
1	1	10,01	10,09	Break (berhenti)
INPUT		OUTPUT (volt)		Arah putaran Motor DC Sprayer CW (<i>Clock Wise</i>)/CCW (<i>Counter Clock Wise</i>)
IN1 PC.2	IN2 PC.3	Out1	Out2	
0	0	0	0	Diam
0	1	0,67	9,45	CW
1	0	9,53	0,68	CCW
1	1	10,09	10,11	Break (berhenti)

7. Hasil Pengujian Alat Secara Keseluruhan.

Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan dengan metode berdasarkan fungsi dari masing-masing blok rangkaian. Hasil pengujian alat secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Alat Secara Keseluruhan

No.	Keypad	Sensor Jalur Inframerah	LCD	Motor DC
1	Tidak ditekan	Aktif		Diam
2	Tidak ditekan	Aktif		Bergerak
3	Tekan "*"	Aktif		Diam
4	Tekan no. PIN	Aktif		Diam
5	PIN benar	Aktif		Bergerak
6	PIN salah	Aktif		Diam
7	PIN salah 3X	Aktif		Diam
8	Tekan "#"	Aktif		Diam

B. Analisis Hasil Penelitian

1. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AVR ATmega16.

Hasil dari pengujian rangkaian sistem minimum mikrokontroler AVR ATmega16 yang telah diberi program LED berkedip, maka LED yang dihubungkan pada Port A (Port A0 dan Port A1) dapat menyala berkedip, sesuai

dengan fungsi program yang dibuat dan *download* dalam pengujian rangkaian sistem minimum mikrokontroler AVR ATmega16.

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 4.1, dapat disimpulkan bahwa rangkaian sistem minimum mikrokontroler AVR ATmega16 bekerja dengan baik dan sesuai dengan kriteria pengujian.

2. Rangkaian Catu Daya DC (5V).

Berdasarkan data hasil pengujian rangkaian catu daya DC (5V), dapat disimpulkan bahwa rangkaian catu daya DC dengan IC LM7805 bekerja menghasilkan tegangan DC teregulasi 5V. Hasil tegangan DC 5V sesuai dengan kebutuhan Vcc dari fungsi beberapa rangkaian robot penjejak jalur, yaitu sistem minimum mikrokontroler AVR ATmega16, rangkaian sistem sensor pendeteksi jalur, rangkaian papan tombol, rangkaian penampil kristal cair (LCD), sedangkan rangkaian penggerak motor DC menggunakan tegangan DC 5V untuk Vss dan tegangan DC 12V dari batere untuk Vs.

3. Rangkaian Sistem Sensor Pendeteksi Jalur.

Rangkaian sistem sensor pendeteksi jalur menggunakan prinsip pemantulan cahaya inframerah yang diterima oleh dioda foto ketika mendeteksi jalur. Trimpot dirangkai seri dengan tegangan masukan untuk mengatur tingkat tegangan referensi (V_{ref}) yang akan masuk ke masukan *non inverting operational amplifier* IC LM324D lalu akan dibandingkan dengan tegangan pada fotodioda yang diparalelkan dalam rangkaian sistem sensor pendeteksi jalur.

Jika tegangan referensi lebih rendah dari tegangan pembanding maka keluaran akan mengeluarkan logika 0 (*low*) dan sebaliknya jika tegangan referensi lebih tinggi dari tegangan pembanding maka keluaran akan

mengeluarkan logika 1 (high). Indikator yang digunakan ketika cahaya inframerah diterima diode foto pada saat mendeteksi jalur adalah menggunakan LED.

Op amp IC LM324 menguatkan sinyal yang masuk pada masukan *non inverting*. Output dari Op amp IC LM324 diteruskan ke mikrokontroler AVR ATmega16.

4. Rangkaian Papan Tombol (*Keypad*).

Berdasarkan data hasil pengujian rangkaian papan tombol dengan metode scanning pada baris dan kolom, dapat dianalisa bahwa ketika tombol-tombol angka atau karakter ditekan maka keluarannya pada Port D₀ sampai dengan Port D₃, serta masukannya pada Port D₄ sampai dengan Port D₆ menghasilkan pola logika yang berbeda-beda, hal ini dihasilkan karena sistem matrik papan tombol yang pada tiap barisnya diberi logika 0 (Low).

Ketika tombol 1 ditekan maka memberikan kombinasi logika biner 11101110, jika karakter # ditekan maka akan memberikan kombinasi logika biner 10110111. Tiap instruksi berbeda dimaksudkan untuk memberikan data yang berbeda ketika diproses oleh mikrokontroler AVR ATmega16.

5. Rangkaian Penampil Kristal Cair (LCD).

Berdasarkan data hasil pengujian rangkaian penampil Kristal cair (LCD) dapat dianalisa bahwa ketika peneliti menekan tombol tertentu, maka penampil Kristal cair (LCD) akan menampilkan tampilan tertentu. Tiap tampilan akan merespon sesuai dengan data masukan dan proses yang dilakukan oleh mikrokontroler AVR ATmega16.

6. Rangkaian Penggerak Motor DC.

Berdasarkan hasil pengujian rangkaian penggerak motor DC dapat dianalisa bahwa rangkaian penggerak IC L293D mampu mengendalikan fungsi motor DC sebagai kendali gerak robot penjejak jalur. Hal ini sesuai dengan fungsi rangkaian yang dapat menggerakkan dan mengendalikan motor DC, sesuai dengan masukan yang diterima IC L293D.

Saat *Enable* 1 (EN1) diberikan logika 1 (high), transistor dalam IC L293D akan terbias menghasilkan kondisi siap. IN1 dan IN2 (Pin 2 dan Pin 7) diberikan logika 0 dan 0 maka motor DC akan diam karena tidak mendapat tegangan positif. Jika IN1 dan IN2 diberikan logika 1 dan 0 maka motor DC akan bergerak CCW (Counter Clock Wise) atau bergerak berlawanan arah jarum jam. Jika IN1 dan IN2 diberikan logika 0 dan 1 maka motor DC akan bergerak CW (Clock Wise) atau bergerak searah jarum jam. Sedangkan jika IN1 dan IN2 diberikan logika 1 dan 1 maka motor DC akan *break* (berhenti) karena mendapatkan tegangan positif pada OUT 1 dan OUT 2 (Pin 3 dan 6), selain itu jika IN1 dan IN2 diberikan logika 0 dan 0 maka motor DC akan diam karena tidak mendapatkan tegangan positif pada OUT 1 dan OUT 2 (Pin 3 dan 6).

Jika Enable (EN1) diberikan logika 0 (low), transistor dalam IC L293D tidak akan terbias, mengakibatkan keluaran OUT1 dan OUT2 mengalami impedansi tinggi, logika 0 (low) atau logika 1 (high) tidak mempengaruhi keluaran sehingga keadaan motor DC diam.

7. Alat Secara Keseluruhan.

Berdasarkan data hasil pengujian alat secara keseluruhan, dapat dianalisa bahwa sistem dapat memproses data masukan dari *keypad*, sensor pendeteksi jalur,, dan motor DC sesuai dengan *flowchart* program sistem robot penjejak jalur dengan sistem aktivasi 4 kode PIN berbasis mikrokontroler AVR ATmega16. Proses masukan diolah dan dikeluarkan oleh mikrokontroler AVR ATmega16 untuk menampilkan proses pada penampil kristal cair dan menggerakkan motor DC.

C. Kelebihan dan Kekurangan Alat.

1. Kelebihan Alat

- a. Tingkat sekuritas tinggi, karena terdapat 4 kombinasi nomor kode PIN, terdapat 10000 (0000 sampai dengan 9999) kemungkinan kombinasi nomor kode PIN.
- b. Menggunakan batere 12 VDC sebagai catu daya primer yang mampu di *charge* kembali ketika habis.
- c. Sensor pendeteksi jalur mampu mendeteksi jalur dengan algoritma berbeda-beda.

2. Kekurangan Alat

- a. Kode PIN yang digunakan hanya memiliki 4 kombinasi nomor kode PIN.
- b. Merubah nomor PIN tidak dapat langsung dilakukan pada sistem kode PIN secara langsung, diperlukan *download* ulang menggunakan perangkat bantuan berupa komputer, *software* CV AVR dan kabel downloader ISP.

- c. Cahaya yang berbeda mempengaruhi sensor pendeteksi jalur.
- d. Jalur yang tidak rata mempengaruhi sensor pendeteksi jalur