

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISA

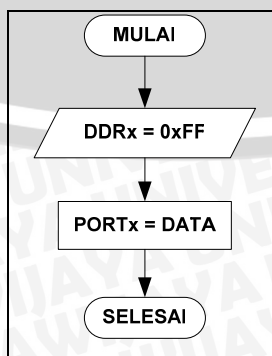
Pengujian dan analisa dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian hasil perancangan dan pembuatan alat. Pengujian ini meliputi pengujian perangkat keras dan perangkat lunak. Hasil pengujian ini kemudian dianalisa dan membandingkannya dengan hasil yang diharapkan saat perancangan. Pengujian dilakukan pada blok-blok sistem yang meliputi:

- a. Pengujian mikrokontroler
- b. Pengujian LCD dan *keypad*
- c. Pengujian rangkaian printer
- d. Pengujian keluaran sensor
- e. Pengujian perangkat lunak.
- f. Pengujian sudut pengukuran
- g. Pengujian *life time* baterai

5.1 Pengujian Minimum Sistem Mikrokontroler AVR ATmega8

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah minimum sistem mikrokontroler ATmega8 dalam keadaan baik atau tidak. Prosedur pengujian Minimum Sistem Mikrokontroler AVR ATmega8 adalah sebagai berikut:

1. Membuat program untuk melakukan pengujian untuk mengetahui berfungsinya port-port mikrokontroler sebagai *output*. *Flowcart* program ditunjukkan dalam Gambar 5.1.



Gambar 5.1 *Flowcart* Pengujian Keluaran AVR

2. Menuliskan program ke mikrokontroler.
3. Mengamati keadaan logika masing-masing port dengan mengamati nyala lampu LED. LED menyala menandakan keluaran berada pada logika 0 karena digunakan rangkaian pullup.
4. Mengukur tegangan keluaran tiap pin pada port dengan menggunakan multimeter.

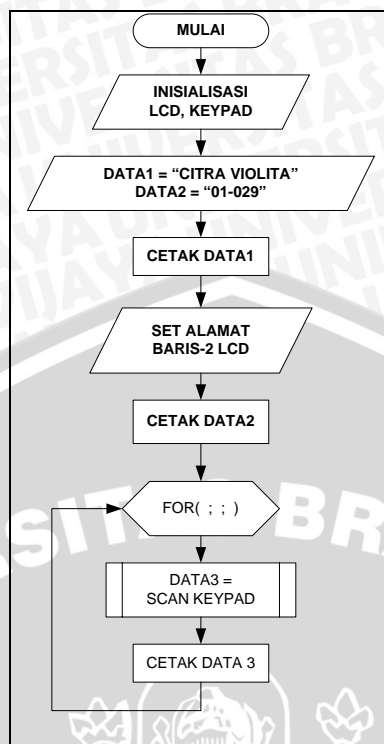
Tabel 5.1 menunjukkan hasil pengujian mikrokontroler Atmega8.

Tabel 5.1. Hasil Pengujian Mikrokontroler ATmega8

No.	PORT	Data	Pin							
			7	6	5	4	3	2	1	0
1	PORTB	0F	on (0.01V)	on (0.01V)	on (0.01V)	on (0.01V)	off (4.98V)	off (4.98V)	off (4.98V)	off (4.98V)
		F0	off (4.98V)	off (4.98V)	off (4.98V)	off (4.98V)	on (0.01V)	on (0.01V)	on (0.01V)	on (0.01V)
2	PORTC	0F	-	-	on (0.01V)	on (0.01V)	off (4.98V)	off (4.98V)	off (4.98V)	off (4.98V)
		F0	-	-	off (4.98V)	off (4.98V)	on (0.01V)	on (0.01V)	on (0.01V)	on (0.01V)
3	PORTD	0F	on (0.01V)	on (0.01V)	on (0.01V)	on (0.01V)	off (4.98V)	off (4.98V)	off (4.98V)	off (4.98V)
		F0	off (4.96V)	off (4.97V)	off (4.98V)	off (4.98V)	on (0.01V)	on (0.01V)	on (0.01V)	on (0.01V)

5.2 Pengujian Rangkaian LCD dan Keypad Menggunakan Mikrokontroler

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian hasil tampilan LCD dan kesesuaian nilai tombol masing-masing keypad melalui kerja rangkaian dan program yang dirancang. Pengujian dilakukan dengan membuat program sederhana untuk menampilkan tulisan “CITRA VIOLITA” pada baris pertama dan “01-029” pada baris ke dua. Program juga akan memanggil program *scan keypad* secara berulang dan menampilkan nilai tombol keypad yang di tekan di LCD. Karena tidak semua tombol keypad yang dipakai, maka pengujian hanya dilakukan pada 6 tombol yang dipakai. Flowcart pengujian LCD dan keypad ditunjukkan pada Gambar 5.2



Gambar 5.2 Flowcart Pengujian LCD dan Keypad

Hasil pengujian LCD ditunjukkan pada Gambar. 5.3. Sedangkan hasil pengujian keypad ditunjukkan dalam Tabel 5.2.



Gambar 5.3 Hasil Pengujian Tampilan LCD

Tabel 5.2. Hasil Pengujian Keypad dengan Tampilan LCD

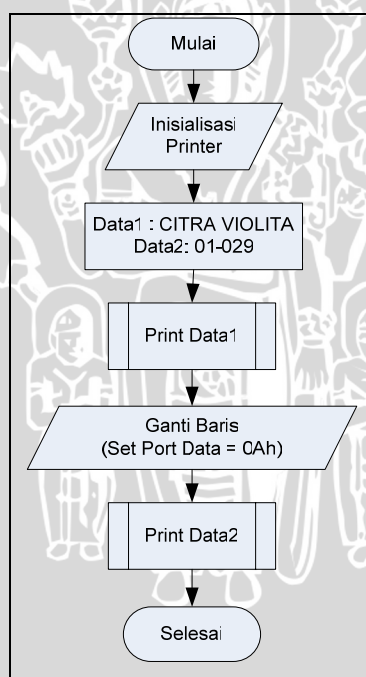
No.	Tombol Yang Ditekan	Tampilan LCD (Karakter ASCII)
1	1	1
2	2	2
3	4	4
4	5	5
5	7	7
6	8	8

Data yang ditampilkan pada LCD sesuai dengan yang diinginkan. Begitu juga dengan tampilan nilai *keypad* sesuai dengan nilai tombol yang ditekan. Dengan demikian rancangan rangkaian dan program LCD dan *keypad* yang dikontrol melalui mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik.

5.3 Pengujian Rangkaian Printer

Pengujian rangkaian printer dilakukan untuk mengetahui kesesuaian pencetakan data yang tercetak oleh printer. Pengujian ini sekaligus bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat lunak pencetakan data menggunakan printer dapat bekerja dengan baik.

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah membuat program sederhana untuk mencetak tulisan “CITRA VIOLITA” pada baris pertama dan “01_029” pada baris setelahnya. Flowcart pengujian printer ditunjukkan dalam Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Flowcart Pengujian Pencetakan pada Printer



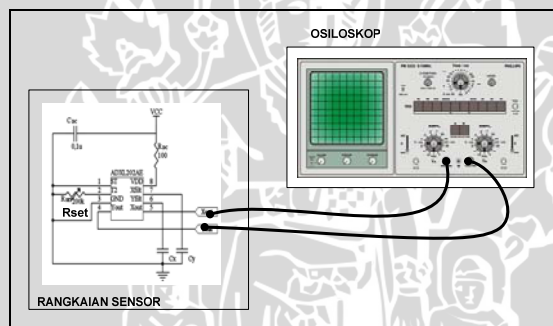
Gambar 5.4 Hasil Pengujian Pencetakan pada Printer

Pada Gambar 5.4 dapat dilihat bahwa tidak ada kesalahan pada hasil pencetakan printer. Ini berarti bahwa rangkaian antarmuka printer dan program pada mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik.

5.4 Pengujian Keluaran Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor dapat berfungsi sebagaimana mestinya atau tidak. Keluaran sensor akan dibandingkan dengan data yang mengacu pada data sheet sehingga rumus yang tersedia dapat menghasilkan keluaran yang sesuai. Pengujian keluaran sensor dilakukan menggunakan osiloskop digital. Prosedur pengujian keluaran sensor adalah sebagai berikut:

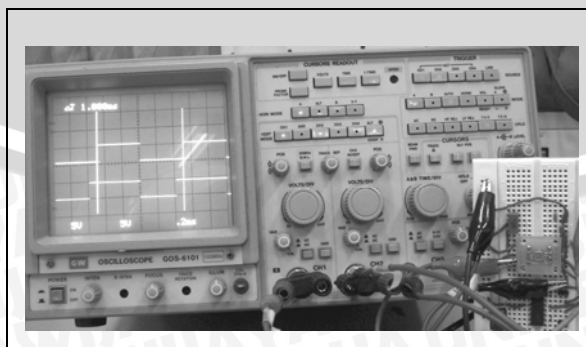
1. Membuat rangkaian sensor sesuai dengan perancangan
2. Menghubungkan keluaran sensor Y dan X aksis ke chanel 1 dan 2 osiloskop seperti rangkaian pada Gambar 5.5



Gambar 5.5 Rangkaian Pengujian Keluaran Sensor

3. Mengeset nilai Rset sensor sampai didapatkan nilai T_2 sebesar 1ms.

Tampilan sinyal pada osiloskop dan data hasil pengujian sensor ditunjukkan dalam Gambar 5.6 dan Tabel 5.3.

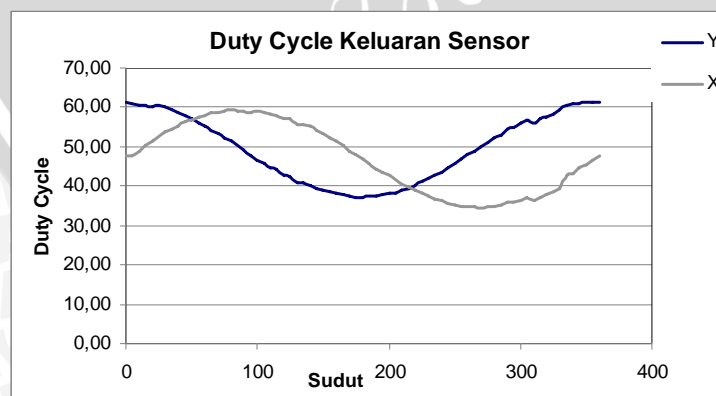


Gambar 5.6 Hasil Pengujian Keluaran Sensor menggunakan Osiloskop

Tabel 5.3. Hasil Pengujian Keluaran Sensor Menggunakan Osiloskop

Sudut	Duty Y	Duty X	Sudut	Duty Y	Duty X	Sudut	Duty Y	Duty X
0	61,20	47,80	125	42,40	57,30	250	45,70	35,30
5	60,80	47,80	130	40,80	55,70	255	46,80	35,00
10	60,60	49,00	135	40,70	55,60	260	47,90	34,90
15	60,60	50,40	140	40,10	55,10	265	48,80	34,70
20	60,20	51,60	145	39,40	54,10	270	49,90	34,60
25	60,50	52,50	150	38,90	53,20	275	51,00	34,70
30	60,00	53,60	155	38,50	52,20	280	52,10	35,00
35	59,40	54,60	160	38,10	51,40	285	53,10	35,20
40	58,70	55,20	165	37,70	50,20	290	54,30	35,80
45	58,00	56,20	170	37,60	48,90	295	55,00	36,10
50	57,20	56,80	175	37,20	48,10	300	55,90	36,50
55	56,00	57,40	180	37,00	46,90	305	56,60	37,10
60	55,20	57,90	185	37,50	45,70	310	56,10	36,40
65	54,20	58,50	190	37,60	44,40	315	57,00	37,00
70	53,20	58,70	195	37,90	43,70	320	57,70	37,90
75	52,20	59,20	200	38,20	42,70	325	58,40	38,50
80	51,30	59,30	205	38,30	41,70	330	59,40	39,50
85	50,30	59,20	210	38,80	40,60	335	60,50	42,60
90	49,10	59,20	215	39,40	39,80	340	61,10	43,30
95	47,80	58,80	220	40,10	38,90	345	61,10	44,50
100	46,60	59,10	225	41,10	38,10	350	61,20	45,50
105	45,80	58,60	230	42,00	37,50	355	61,20	46,50
110	44,80	58,30	235	42,60	36,70	360	61,20	47,80
115	44,20	57,80	240	43,60	36,30			
120	42,90	57,10	245	44,50	35,50			

Dari data di atas dibuat sebuah grafik seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.6. Nilai *duty cycle* masing-masing sumbu pada posisi-posisi sudut dari 0 – 360 derajat membentuk sebuah fungsi sinus dan cosinus. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan nilai dari keluaran sensor sudah bisa membedakan posisi sudut dan dapat digunakan dalam perhitungan selanjutnya.

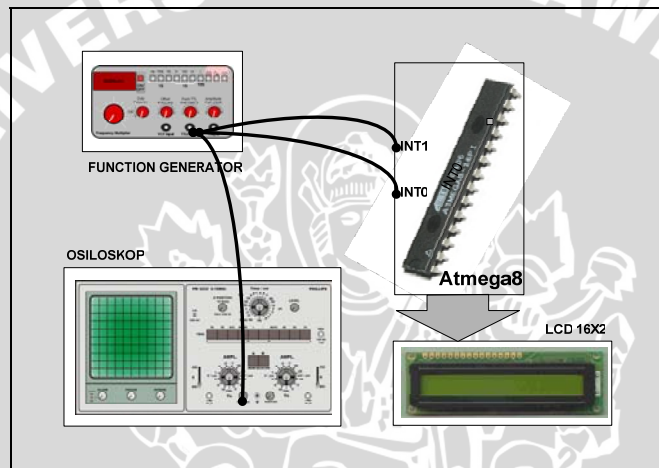
**Gambar 5.7** Nilai *Duty cycle* Keluaran Sensor

5.5 Pengujian Perangkat Lunak

5.5.1 Pengujian Perangkat Lunak Pembaca *Duty cycle*

Pengujian ini dilakukan untuk menguji keakuratan *software* dalam membaca *duty cycle*. Dalam pengujian ini dipilih *duty cycle* dari *function generator* yang mempunyai keluaran relatif lebih stabil daripada keluaran sensor. Prosedur pengujian adalah sebagai berikut.

1. Menghubungkan keluaran TTL dari *function generator* ke channel1 osiloskop dan pin INT0 dan INT1 pada mikrokontroler yang telah terhubung dengan LCD seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.8



Gambar 5.8 Rangkaian Pengujian Perangkat Lunak Pembaca *Duty cycle*

2. Menetapkan nilai *duty cycle function generator* dengan melihat keluarannya pada osiloskop
3. Mengamati keluaran pada LCD dan membandingkan keluarannya dengan nilai yang tampak pada osiloskop.

Data hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 5.4 dan 5.5. Dari dua buah tabel dapat dibedakan hasil pembacaan *duty cycle* menggunakan mikrokontroler dengan clock 1MHz pada tabel pertama dan 8MHz pada tabel kedua, semakin tinggi clock maka semakin tinggi baik ketelitiannya.

Tabel 5.4. Hasil Pengujian dengan menggunakan clock 1 MHz

Input duty		Keluaran LCD					Data Rata-Rata	Kesalahan (%)
		data1	data2	data3	data4	data5		
50	Y	48,07	48,07	48,07	47,97	48,07	48,05	3,90
	X	48,07	48,07	48,07	48,07	48,07	48,07	3,86
48	Y	46,07	46,17	46,07	46,07	46,07	46,09	3,98
	X	46,07	46,17	46,17	46,07	46,07	46,11	3,94
46	Y	44,17	44,07	44,17	44,17	44,17	44,15	4,02
	X	44,17	44,17	44,17	44,07	44,17	44,15	4,02
44	Y	42,07	42,07	42,07	42,07	42,07	42,07	4,39
	X	42,07	42,07	42,07	42,07	42,07	42,07	4,39
42	Y	40,07	40,07	40,07	40,07	40,07	40,07	4,60
	X	40,07	40,07	40,07	40,07	40,07	40,07	4,60
40	Y	38,17	38,17	38,17	38,07	38,17	38,15	4,63
	X	38,07	38,17	38,07	38,07	38,07	38,09	4,78

Tabel 5.5. Hasil Pengujian dengan menggunakan clock 8 MHz

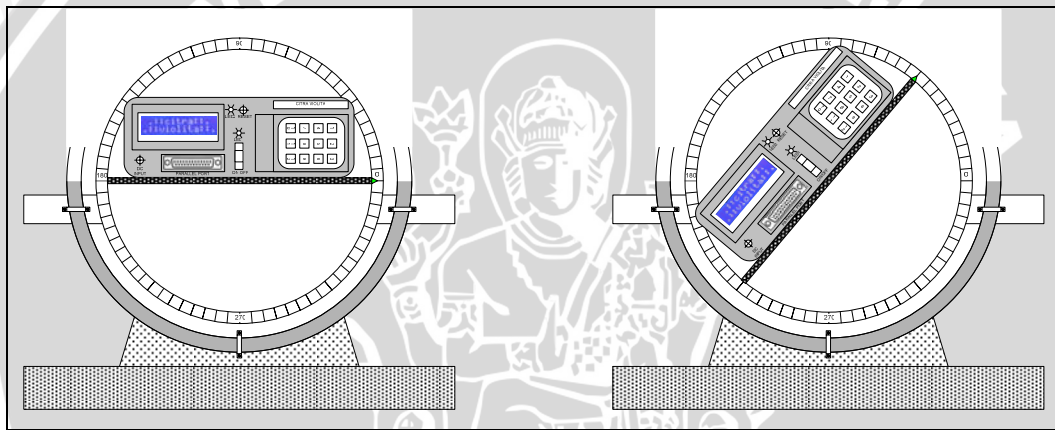
Input duty		Keluaran LCD					Data Rata-Rata	Kesalahan (%)
		data1	data2	data3	data4	data5		
50	Y	50,07	50,07	50,07	50,07	49,97	50,05	0,10
	X	50,07	50,07	50,07	49,97	50,07	50,05	0,10
48	Y	48,07	47,97	48,07	48,07	48,07	48,05	0,10
	X	48,07	48,07	48,07	47,97	48,07	48,05	0,10
46	Y	46,07	46,17	46,17	46,17	46,17	46,15	0,33
	X	46,07	46,17	46,17	46,17	46,17	46,15	0,33
44	Y	44,07	44,07	44,07	43,97	44,07	44,05	0,11
	X	44,07	44,07	44,07	44,07	44,07	44,07	0,16
42	Y	42,07	42,07	42,07	42,07	42,07	42,07	0,17
	X	42,07	42,07	42,07	42,07	42,07	42,07	0,17
40	Y	40,07	40,07	40,07	40,07	40,07	40,07	0,18
	X	40,07	40,07	40,07	40,07	40,07	40,07	0,18

5.5.2 Pengujian Perangkat Lunak Pembaca *Duty cycle* Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk mencari data *duty cycle* dari posisi 1-360 derajat. Ini dilakukan untuk mengetahui pola data yang nantinya akan langsung

diamati oleh pengguna alat melalui LCD. Dan data inilah yang diproses melalui fungsi perhitungan sudut hingga menjadi data sudut. Prosedur pengujian adalah sebagai berikut:

1. Memastikan posisi 0 derajat busur derajat dengan menggunakan waterpas yang terbuat dari selang melingkar setengah lingkaran berisi air.
2. Sudut yang diukur ditunjukkan oleh ujung runcing dari alat tempat alat yang menunjuk pada busur 1 lingkaran penuh.
3. Memutar rangkaian yang sudah terintegrasi sesuai dengan posisi sudut. Alat untuk pengujian ditunjukkan dalam Gambar 5.9



Gambar 5.9 Alat Pengujian *Duty cycle* keluaran Sensor

Data hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 5.6 untuk keluaran X aksis dan Tabel 5.7 untuk keluaran Y aksis.

Tabel 5.6. Hasil Pengujian *Duty cycle* X aksis Keluaran sensor

Sudut	Data X					Data Rata-Rata	Data Yang sering keluar
	1	2	3	4	5		
5	47,57	47,57	47,57	47,57	47,67	47,59	47,57
10	48,67	48,67	48,57	48,77	48,67	48,67	48,67
15	49,87	49,77	49,77	49,87	49,87	49,83	49,87
20	50,77	50,97	50,87	50,77	50,77	50,83	50,77
25	51,77	51,77	51,67	51,67	51,67	51,71	51,67
30	52,67	52,67	52,67	52,77	52,67	52,69	52,67
35	53,67	53,67	53,57	53,77	53,67	53,67	53,67
40	54,47	54,47	54,47	54,57	54,47	54,49	54,47
45	55,17	55,37	55,17	55,17	55,27	55,23	55,17
50	55,87	55,17	54,97	54,97	55,07	55,21	54,97
55	56,67	56,67	56,67	56,67	56,77	56,69	56,67

Sudut	Data X					Data Rata-Rata	Data Yang sering keluar
	1	2	3	4	5		
60	57,57	57,57	57,67	57,57	57,77	57,63	57,57
65	57,17	57,27	57,07	57,37	57,37	57,25	57,37
70	57,17	57,07	57,17	57,27	57,17	57,17	57,17
75	58,67	58,47	58,47	58,37	58,37	58,47	58,47
80	58,67	58,57	58,67	58,67	58,67	58,65	58,67
85	58,77	58,87	58,77	58,77	58,87	58,81	58,77
90	58,87	58,87	58,87	58,87	58,87	58,87	58,87
95	58,87	58,97	58,97	58,77	58,77	58,87	58,77
100	58,67	58,77	58,67	58,67	58,77	58,71	58,67
105	58,57	58,37	58,37	58,57	58,57	58,49	58,57
110	58,17	58,27	58,17	58,07	58,17	58,17	58,17
115	57,77	57,77	57,67	57,67	57,87	57,75	57,77
120	57,27	57,27	57,27	57,17	57,17	57,23	57,27
125	56,87	56,77	56,57	56,57	56,57	56,67	56,57
130	56,07	56,07	55,97	56,07	55,97	56,03	56,07
135	55,37	55,37	55,27	55,17	55,27	55,29	55,27
140	54,47	54,57	54,47	54,57	54,57	54,53	54,57
145	53,87	53,67	53,67	53,67	53,77	53,73	53,67
150	52,97	52,87	52,87	52,87	52,87	52,89	52,87
155	51,97	51,77	51,77	51,87	51,87	51,85	51,87
160	50,87	51,07	50,77	50,77	50,87	50,87	50,87
165	49,97	49,77	50,07	49,97	49,97	49,95	49,97
170	48,77	48,77	48,77	48,87	48,87	48,81	48,77
175	47,67	47,77	47,77	47,77	47,67	47,73	47,77
180	46,57	46,67	46,57	46,57	46,57	46,59	46,57
185	45,77	45,67	45,67	45,67	45,67	45,69	45,67
190	44,67	44,57	44,57	44,67	44,67	44,63	44,67
195	43,67	43,67	43,67	43,47	43,67	43,63	43,67
200	42,67	42,77	42,77	42,47	42,67	42,67	42,67
205	41,57	41,67	41,57	41,67	41,67	41,63	41,67
210	40,87	40,77	40,87	40,87	40,57	40,79	40,87
215	40,07	39,97	39,97	40,07	40,17	40,05	39,97
220	39,07	38,97	38,97	39,07	39,07	39,03	39,07
225	38,07	38,07	38,07	37,97	38,17	38,07	38,07
230	37,47	37,27	37,37	37,27	37,37	37,35	37,37
235	36,57	36,57	36,77	36,77	36,67	36,67	36,77
240	36,27	36,17	36,17	36,17	36,37	36,23	36,17
245	35,57	35,67	35,77	35,57	35,67	35,65	35,67
250	35,17	35,27	35,07	35,37	35,27	35,23	35,27
255	34,87	34,87	34,87	34,67	34,77	34,81	34,87
260	34,47	34,57	34,67	34,47	34,67	34,57	34,67
265	34,47	34,57	34,57	34,47	34,47	34,51	34,47
270	34,47	34,47	34,37	34,37	34,47	34,43	34,47
275	34,37	34,47	34,27	34,57	34,37	34,41	34,47
280	34,57	34,57	34,47	34,57	34,57	34,55	34,57
285	34,77	34,67	34,67	34,67	34,77	34,71	34,67
290	34,07	35,17	34,97	34,87	35,07	34,83	35,07
295	35,47	35,47	35,47	35,37	35,47	35,45	35,47

Sudut	Data X					Data Rata-Rata	Data Yang sering keluar
	1	2	3	4	5		
300	35,97	36,07	35,97	35,97	36,07	36,01	35,97
305	36,47	36,47	36,37	36,37	36,67	36,47	36,47
310	37,17	37,07	37,27	37,27	37,07	37,17	37,27
315	37,97	37,87	37,77	37,77	37,77	37,83	37,77
320	38,57	38,57	38,47	38,67	38,67	38,59	38,57

Tabel 5.7. Hasil Pengujian Duty cycle Y aksis Keluaran sensor

Sudut	Data Y					Data Rata-Rata	Data Yang sering keluar
	1	2	3	4	5		
0	61,17	61,47	61,07	61,27	61,27	61,25	61,27
5	61,37	61,17	61,17	61,17	61,07	61,19	61,17
10	61,17	61,07	60,87	60,97	60,97	61,01	60,97
15	60,87	60,87	60,77	60,87	60,77	60,83	60,87
20	60,47	60,57	60,57	60,77	60,67	60,61	60,57
25	60,17	60,17	59,97	60,17	60,27	60,15	60,17
30	59,67	59,57	59,77	59,77	59,77	59,71	59,77
35	59,17	59,27	59,17	59,27	59,07	59,19	59,17
40	58,47	58,67	58,47	58,67	58,47	58,55	58,47
45	57,87	57,77	57,87	57,97	57,67	57,83	57,87
50	57,07	57,17	57,27	56,97	57,27	57,15	57,27
55	55,37	55,27	55,27	55,27	55,27	55,29	55,27
60	55,17	55,07	55,17	55,17	55,17	55,15	55,17
65	54,27	54,27	54,37	54,27	54,27	54,29	54,27
70	53,27	53,47	53,17	53,17	53,27	53,27	53,27
75	52,17	52,27	52,47	52,47	52,17	52,31	52,17
80	51,27	51,17	51,17	51,27	51,27	51,23	51,27
85	50,27	50,37	50,27	50,17	50,27	50,27	50,27
90	49,17	49,27	49,17	49,17	49,07	49,17	49,17
95	48,07	48,07	48,17	48,07	47,97	48,07	48,07
100	47,07	47,27	47,07	46,97	46,97	47,07	47,07
105	45,97	46,07	45,97	45,97	45,97	45,99	45,97
110	45,07	44,97	45,07	44,87	44,97	44,99	44,97
115	44,17	43,97	44,07	43,97	43,97	44,03	43,97
120	43,07	43,07	43,17	43,07	42,97	43,07	43,07
125	42,17	42,17	42,17	42,27	42,17	42,19	42,17
130	41,37	41,27	41,37	41,37	41,37	41,35	41,37
135	40,77	40,77	40,57	40,57	40,77	40,69	40,77
140	39,87	39,97	39,87	39,87	39,97	39,91	39,87
145	39,17	39,27	39,27	39,17	39,07	39,19	39,17
150	38,57	38,67	38,67	38,67	38,77	38,67	38,67
155	38,07	37,97	38,07	38,07	38,17	38,07	38,07
160	37,67	37,77	37,67	37,87	37,67	37,73	37,67
165	37,37	37,47	37,47	37,47	37,47	37,45	37,47
170	37,17	37,27	37,17	37,17	37,17	37,19	37,17
175	37,07	36,97	37,17	37,97	37,17	37,27	37,17
180	36,97	37,07	37,17	37,07	36,97	37,05	36,97
185	36,97	36,97	36,77	37,07	37,07	36,97	36,97



Sudut	Data Y					Data Rata-Rata	Data Yang sering keluar
	1	2	3	4	5		
190	37,17	37,17	37,07	36,97	37,07	37,09	37,07
195	37,27	37,37	37,27	37,17	37,07	37,23	37,27
200	37,57	37,67	37,57	37,57	37,57	37,59	37,57
205	37,97	37,97	37,89	37,97	37,97	37,954	37,97
210	38,37	38,47	38,27	37,27	37,47	37,97	37,47
215	38,47	38,47	38,37	38,47	38,47	38,45	38,47
220	39,67	39,77	39,57	39,67	39,57	39,65	39,67
225	40,27	40,37	40,47	40,47	40,27	40,37	40,47
230	41,17	41,17	41,27	40,97	41,17	41,15	41,17
235	41,97	41,87	41,97	41,97	41,87	41,93	41,87
240	42,87	42,97	42,87	42,87	42,77	42,87	42,87
245	43,87	43,67	43,87	43,77	43,67	43,77	43,87
250	44,77	44,87	44,67	44,77	44,77	44,77	44,77
255	45,77	45,87	45,77	45,77	45,77	45,79	45,77
260	46,77	46,77	46,67	46,87	46,67	46,75	46,77
265	47,87	47,87	47,97	47,87	47,97	47,91	47,87
270	48,67	48,77	48,67	48,87	48,97	48,79	48,67
275	49,97	49,97	49,87	49,97	50,07	49,97	49,97
280	50,97	50,97	50,87	51,17	50,97	50,99	50,97
285	52,07	51,97	52,17	51,87	52,07	52,03	52,07
290	52,97	53,07	52,97	53,17	52,97	53,03	52,97
295	53,97	53,07	53,07	53,27	53,07	53,29	53,07
300	55,17	55,17	55,17	54,87	54,97	55,07	55,17
305	55,87	55,97	55,77	55,97	55,87	55,89	55,87
310	56,97	56,87	56,77	56,87	57,07	56,91	56,87
315	57,57	57,47	57,67	57,47	57,47	57,53	57,47
320	58,37	58,37	58,27	58,37	58,27	58,33	58,37
325	58,97	59,07	59,27	59,17	59,07	59,11	59,07
330	59,57	59,67	59,67	59,47	59,67	59,61	59,67
335	60,07	60,07	60,17	60,17	60,17	60,13	60,17
340	60,27	60,47	60,47	60,57	60,47	60,45	60,47
345	60,87	60,77	60,87	60,87	60,87	60,85	60,87
350	61,07	61,07	61,17	61,27	61,07	61,13	61,07
355	61,47	61,27	61,27	61,17	61,27	61,29	61,27

Karena keluaran sensor yang kurang stabil maka dilakukan 5 kali pengambilan data untuk mengetahui data yang lebih akurat. Dari pengujian tersebut diambil nilai data yang paling sering keluar dan digunakan untuk menentukan nilai maksimal dan minimal *duty cycle*. Nilai-nilai itu menentukan fungsi dan aksis mana yang harus dipakai untuk menghitung besarnya sudut (sudut'). Pemetaan untuk mengetahui pola data ditunjukkan dalam Tabel 5.8.

Perhitungan kesalahan nilai sudut diperoleh dari persamaan:

$$\% \text{kesalahan} = \left| \frac{\text{Sudut} - \text{Sudut}'}{\text{Sudut}} \right| \times 100\%$$

Tabel 5.8. Hasil Pengujian *Duty cycle* 2 aksis Keluaran sensor

Sudut	Duty Y	Duty X	Ay	Ax	Sudut'	Fungsi	% kesalahan
360	61,27	46,67	0,972	0,000	360,0	Asin(Ax)	0,00
5	61,17	47,57	0,964	0,074	4,2		15,39
10	60,97	48,67	0,948	0,164	9,4		5,65
15	60,87	49,87	0,94	0,262	15,2		1,38
20	60,57	50,77	0,916	0,336	19,6		1,81
25	60,17	51,67	0,884	0,410	24,2		3,22
30	59,77	52,67	0,852	0,492	29,5		1,80
35	59,17	53,67	0,804	0,574	35,0		0,04
40	58,47	54,47	0,748	0,639	39,7		0,64
45	57,87	55,17	0,7	0,697	44,2		1,86
50	57,27	54,97	0,652	0,680	49,3	cos (Ay)	1,39
55	55,27	56,67	0,492	0,820	60,5		10,05
60	55,17	57,57	0,484	0,893	61,1		1,76
65	54,27	57,37	0,412	0,877	65,7		1,03
70	53,27	57,17	0,332	0,861	70,6		0,87
75	52,17	58,47	0,244	0,967	75,9		1,17
80	51,27	58,67	0,172	0,984	80,1		0,12
85	50,27	58,77	0,092	0,992	84,7		0,33
90	49,17	58,87	0,004	1,000	89,8		0,25
95	48,07	58,77	0,084	0,992	94,8	180-acos(Ay)	0,19
100	47,07	58,67	0,164	0,984	99,4		0,56
105	45,97	58,57	0,252	0,975	104,6		0,38
110	44,97	58,17	0,332	0,943	109,4		0,55
115	43,97	57,77	0,412	0,910	114,3		0,58
120	43,07	57,27	0,484	0,869	118,9		0,88
125	42,17	56,57	0,556	0,811	123,8		0,98
130	41,37	56,07	0,62	0,770	128,3		1,30
135	40,77	55,27	0,668	0,705	131,9		2,29
140	39,87	54,57	0,74	0,648	139,6	180-asin(Ax)	0,25
145	39,17	53,67	0,796	0,574	145,0		0,01
150	38,67	52,87	0,836	0,508	149,5		0,36
155	38,07	51,87	0,884	0,426	154,8		0,15
160	37,67	50,87	0,916	0,344	159,9		0,09
165	37,47	49,97	0,932	0,270	164,3		0,42
170	37,17	48,77	0,956	0,172	170,1		0,05
175	37,17	47,77	0,956	0,090	174,8		0,10
180	36,97	46,57	0,972	0,008	180,5	180+asin(Ax)	0,26
185	36,97	45,67	0,972	0,082	184,7		0,16
190	37,07	44,67	0,964	0,164	189,4		0,30
195	37,27	43,67	0,948	0,246	194,2		0,39
200	37,57	42,67	0,924	0,328	199,1		0,43

Sudut	Duty Y	Duty X	Ay	Ax	Sudut'	Fungsi	% kesalahan
205	37,97	41,67	0,892	0,410	204,2		0,39
210	37,47	40,87	0,932	0,475	208,4		0,77
215	38,47	39,97	0,852	0,549	213,3		0,79
220	39,67	39,07	0,756	0,623	218,5		0,67
225	40,47	38,07	0,692	0,705	226,2	$180+\text{acos}(\text{Ay})$	0,54
230	41,17	37,37	0,636	0,762	230,5		0,22
235	41,87	36,77	0,58	0,811	234,5		0,19
240	42,87	36,17	0,5	0,861	240,0		0,00
245	43,87	35,67	0,42	0,902	245,2		0,07
250	44,77	35,27	0,348	0,934	249,6		0,15
255	45,77	34,87	0,268	0,967	254,5		0,21
260	46,77	34,67	0,188	0,984	259,2		0,32
265	47,87	34,47	0,1	1,000	264,3		0,28
270	48,67	34,47	0,036	1,000	267,9		0,76
275	49,97	34,47	0,068	1,000	273,9	$270+\text{asin}(\text{Ay})$	0,40
280	50,97	34,57	0,148	0,992	278,5		0,53
285	52,07	34,67	0,236	0,984	283,7		0,47
290	52,97	35,07	0,308	0,951	287,9		0,71
295	53,07	35,47	0,316	0,918	288,4		2,23
300	55,17	35,97	0,484	0,877	298,9		0,35
305	55,87	36,47	0,54	0,836	302,7		0,76
310	56,87	37,27	0,62	0,770	308,3		0,54
315	57,47	37,77	0,668	0,730	311,9		0,98
320	58,37	38,57	0,74	0,664	318,4	$270+\text{acos}(\text{Ax})$	0,50
325	59,07	39,57	0,796	0,582	324,4		0,18
330	59,67	40,57	0,844	0,500	330,0		0,00
335	60,17	41,57	0,884	0,418	335,3		0,09
340	60,47	42,27	0,908	0,361	338,9		0,34
345	60,87	43,47	0,94	0,262	344,8		0,06
350	61,07	44,47	0,956	0,180	349,6		0,11
355	61,27	45,67	0,972	0,082	355,3		0,08
Kesalahan Rata-rata							1,03

Dari Tabel 5.8 dapat ditentukan nilai sebagai berikut:

	Duty Y	Duty X
max	61,27	58,87
min	36,97	34,47

Nilai $Y0g$, $Y1g$, $X0g$ dan $X1g$ dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$Y1g = |Y_{\max} - Y_{\min}| / 2$$

$$= |61,27 - 36,97| / 2 = 12,15 \%$$

$$Y0g = (Y_{\max} + Y_{\min}) / 2$$

$$= |61,27 + 36,97| / 2 = 49,12 \%$$

$$X1g = |Xmax - Xmin| / 2$$

$$= |58,87 - 34,47| / 2 = 12,2 \%$$

$$X0g = (Xmax + Xmin)/2$$

$$= |58,87 + 34,47| / 2 = 46,67 \%$$

Dan nilai percepatan Y dan X dapat dihitung dengan persamaan:

$$Ay = (duty Y - Y0g)/Y1g$$

$$Ax = (duty X - X0g)/X1g$$

Nilai - nilai X1g, X0g, Y1g, dan Y0g di atas adalah nilai yang selalu digunakan perhitungan sudut. Sedangkan kombinasi gelap terang pada tabel yang digunakan sebagai syarat penggunaan rumus fungsi diperoleh dari syarat yang ditunjukkan dalam Tabel 5.9.

Tabel 5.9. Syarat Kombinasi Gelap Terang

Duty Y		Duty X		Ay		Ax	
Duty Y>Y0g	Duty Y<Y0g	Duty X>X0g	Duty X<X0g	Ay>Ax	Ay<Ax	Ax>Ay	Ax<Ay

5.6 Pengujian Sudut Pengukuran

Pengujian sudut pengukuran dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran sudut pada LCD dengan kondisi sudut sebenarnya. Alat yang digunakan untuk pengujian sama dengan yang digunakan pada pengujian perangkat lunak pembaca *duty cycle* sensor. Prosedur yang dilakukan dalam pengujian kali ini adalah menempatkan alat pada posisinya untuk mengukur setiap derajat perubahan sudut dengan pengambilan data sebanyak 5 kali. Sebagian data hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 5.10. Sedangkan data lengkap hasil pengujian dilampirkan.



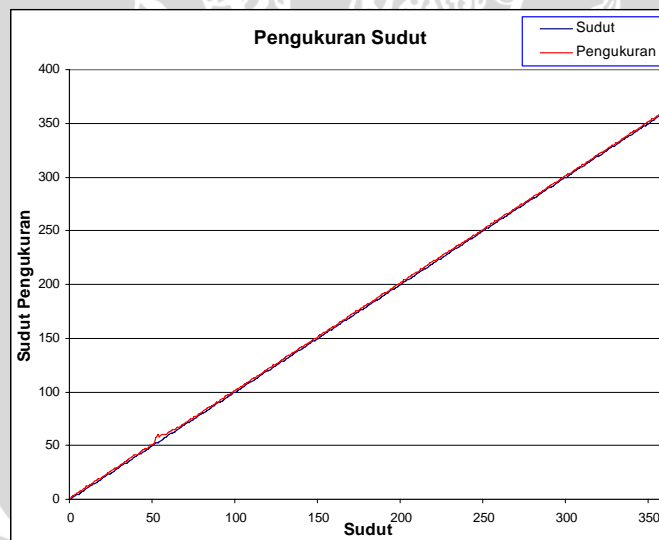
Tabel 5.10. Hasil Pengujian Pengukuran Sudut

SUDUT	DATA					Sudut Rata-Rata	deviasi	Kesalahan (%)	Selisih	Maks	Min
	1	2	3	4	5						
0	0,02	0,01	0,2	0	0,25	0,10	0,10	-	0,34	0,25	0,00
0,2	0,48	0,66	0,34	0,7	0,01	0,44	0,24	119,00%	0,12	0,70	0,01
0,4	0,66	0,42	0,90	0,13	0,67	0,56	0,16	39,00%	0,18	0,90	0,13
0,8	0,79	1,07	0,68	0,47	0,67	0,74	0,06	8,00%	0,38	1,07	0,47
1	1,34	1,07	1,05	1,05	1,07	1,12	0,12	11,60%	0,38	1,34	1,00
1,5	1,84	1,13	1,34	1,30	1,87	1,50	0,00	0,27%	0,82	1,87	1,13
2	2,04	2,48	2,23	2,04	2,78	2,31	0,31	15,70%	0,17	2,78	2,00
2,5	2,40	2,55	2,87	2,34	2,24	2,48	0,02	0,80%	0,87	2,87	2,24
3	3,88	2,54	3,47	3,67	3,17	3,35	0,35	11,53%	0,78	3,88	2,54
4	4,58	4,13	4,13	3,47	4,34	4,13	0,13	3,25%	1,55	4,58	3,47
5	5,96	5,96	5,73	5,27	5,50	5,68	0,68	13,68%	0,95	5,96	5,27
6	6,13	6,98	6,42	6,98	6,66	6,63	0,63	10,57%	0,94	6,98	6,13
7	7,67	7,38	7,87	7,16	7,81	7,58	0,58	8,26%	0,68	7,87	7,16
8	8,19	8,03	8,21	8,29	8,57	8,26	0,26	3,22%	1,32	8,57	8,03
9	9,25	9,95	9,97	9,44	9,28	9,58	0,58	1,01%	#REF!	9,97	9,25
10	10,90	10,69	10,90	10,69	9,77	10,59	0,59	5,90%	9,70	10,90	9,77
20	19,55	20,24	21,02	20,78	19,88	20,29	0,29	1,47%	9,94	21,02	19,55
30	30,09	30,32	29,86	30,32	30,57	30,23	0,23	0,77%	10,60	30,57	29,86
40	40,87	40,57	40,57	41,17	40,97	40,83	0,83	2,08%	9,90	41,17	40,57
50	50,57	50,87	50,77	50,67	50,77	50,73	0,73	1,46%	10,88	50,87	50,57
60	61,97	61,67	61,37	61,67	61,37	61,61	1,61	2,68%	8,94	61,97	61,37
70	70,97	70,77	70,27	70,47	70,27	70,55	0,55	0,79%	9,66	70,97	70,27
80	80,07	80,07	80,07	80,07	80,77	80,21	0,21	0,26%	10,10	80,77	80,07
90	90,97	89,77	90,47	89,37	90,97	90,31	0,31	0,34%	10,00	90,97	89,37
100	100,27	100,07	100,47	100,27	100,47	100,31	0,31	0,31%	10,26	100,47	100,07
110	110,57	110,57	110,57	110,57	110,57	110,57	0,57	0,52%	9,76	110,57	110,57
120	120,57	120,27	120,87	119,67	120,27	120,33	0,33	0,27%	10,48	120,87	119,67
130	130,17	130,27	130,87	131,77	130,97	130,81	0,81	0,62%	9,56	131,77	130,17
140	140,67	140,67	139,77	140,37	140,37	140,37	0,37	0,26%	9,84	140,67	139,77
150	150,27	149,97	150,27	150,57	149,97	150,21	0,21	0,14%	10,22	150,57	149,97
160	160,17	160,67	160,67	160,47	160,17	160,43	0,43	0,27%	10,04	160,67	160,17
170	170,57	169,87	170,57	170,77	170,57	170,47	0,47	0,28%	10,20	170,77	169,87
180	180,77	180,97	180,97	180,57	180,07	180,67	0,67	0,37%	9,90	180,97	180,07
190	190,57	190,37	190,77	190,57	190,57	190,57	0,57	0,30%	9,88	190,77	190,37
200	200,37	200,17	200,67	200,37	200,67	200,45	0,45	0,22%	10,48	200,67	200,17
210	210,97	210,77	210,67	210,67	211,57	210,93	0,93	0,44%	9,82	211,57	210,67
220	220,37	220,77	220,97	220,87	220,77	220,75	0,75	0,34%	10,10	220,97	220,37
230	230,17	230,97	231,07	231,07	230,97	230,85	0,85	0,37%	9,56	231,07	230,17
240	240,27	240,77	240,47	240,57	239,97	240,41	0,41	0,17%	9,90	240,77	239,97
250	250,47	250,17	250,87	250,17	249,87	250,31	0,31	0,12%	9,96	250,87	249,87
260	260,67	260,27	259,97	259,97	260,47	260,27	0,27	0,10%	9,88	260,67	259,97
270	270,27	270,47	269,57	269,97	270,47	270,15	0,15	0,06%	10,06	270,47	269,57
280	280,47	280,17	279,97	280,47	279,97	280,21	0,21	0,08%	10,12	280,47	279,97
290	290,57	290,07	290,07	290,47	290,47	290,33	0,33	0,11%	9,78	290,57	290,07
300	300,27	299,97	300,07	300,57	299,67	300,11	0,11	0,04%	9,86	300,57	299,67

310	310,27	309,57	309,57	310,07	310,37	309,97	0,03	0,01%	10,22	310,37	309,57
320	320,47	319,97	320,17	320,17	320,17	320,19	0,19	0,06%	9,96	320,47	319,97
330	330,67	330,67	329,57	330,07	329,77	330,15	0,15	0,05%	10,30	330,67	329,57
340	340,37	340,87	340,37	340,57	340,07	340,45	0,45	0,13%	9,92	340,87	340,07
350	350,17	350,57	350,57	350,17	350,37	350,37	0,37	0,11%	10,29	350,57	350,17
360	360,46	360,63	360,63	360,8	360,8	360,66	0,66	0,18%	-	360,80	360,46

Pengujian sudut dari 0 sampai 10 derajat digunakan untuk mengetahui resolusi alat. Resolusi merupakan nilai terkecil yang mampu dideteksi oleh alat. Nilai di belakang koma pada data hasil pengukuran pada setiap perubahan 0,2 derajat belum bisa dipertanggungjawabkan kebenarannya. Kurang stabilnya keluaran sensor mengakibatkan sering berubahnya angka di belakang koma ini. Sehingga pengukuran selanjutnya dilakukan pada setiap perubahan 1 derajat.

Nilai penyimpangan terbesar adalah 5,9 derajat pada sudut 54, namun dari data keseluruhan memiliki rata-rata penyimpangan sebesar 0,55 derajat. Gambar 5.10 dapat dilihat bahwa data sudut hasil pengukuran telah mendekati nilai sudut aslinya dengan kesalahan rata-rata sebesar 0,88%. Dari nilai penyimpangan dan kesalahan rata-rata dapat disimpulkan bahwa resolusi alat pengukur sudut kemiringan bidang adalah 1 derajat.

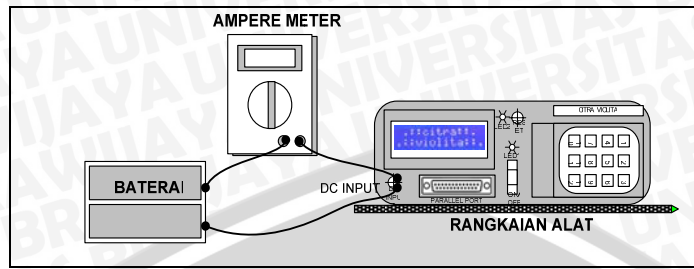


Gambar 5.10 Grafik Hasil Pengukuran Sudut

5.7 Pengujian *Lifetime* Baterai

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa lama baterai yang digunakan dapat bertahan. Prosedur yang dilakukan dalam pengujian kali ini adalah mengaktifkan seluruh semua rangkaian alat lengkap dengan baterainya,

dan mengukur besarnya arus maksimum dan minimum yang dibutuhkan rangkaian. Rangkaian pengujian ditunjukkan dalam Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Pengujian Arus Beban untuk Menentukan *Lifetime* Baterai

Hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 5.11. Arus minimum diperoleh saat alat berada pada kondisi *standby*. Sedangkan arus maksimal terjadi pada kondisi pengambilan data saat pengukuran atau saat penekanan *keypad*.

Tabel 5.11. Hasil Pengujian Arus Beban

	Min	Maks
Arus beban	38 mA	42 mA

Dengan menggunakan baterai Ni-MH 1,2 V 2100mAh dan arus beban maksimum maka *lifetime* baterai dapat ditentukan sebagai berikut:

$$lifetime = \frac{2100mAh}{42mA} = 50\text{ hour}$$