

BAB IV

PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Metode Pengujian

Bab ini membahas tentang pengujian berdasarkan perancangan sistem yang telah dibuat. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengimplementasikan apakah sistem sudah dapat bekerja berdasarkan spesifikasi yang telah dibuat. Dan hasil dari pengujian ini akan dimanfaatkan untuk menyempurnakan kinerja sistem, dan sekaligus digunakan dalam pengembangan lebih lanjut.

Metode pengujian yang digunakan meliputi dua macam, yaitu pengujian sistem secara fungsional dan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian fungsional ditujukan apakah bagian-bagian yang membentuk sistem ini sudah dapat menjalankan fungsi sesuai yang telah direncanakan. Sedangkan pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk memperoleh hasil dari sistem yang telah dibuat dan untuk memperoleh beberapa parameter untuk pengembangan jika nantinya akan dilakukan.

4.2 Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional dilakukan di masing-masing bagian yang membentuk sistem ini. Pengujian bagian demi bagian dari sistem ini:

1. Pengujian rangkaian mikrokontroler ATmega16 dan LCD
2. Pengujian *load cell*
3. Pengujian modul penguat

4. Pengujian ADC eksternal

5. Pengujian Bluetooth

Berikut hasil pengujian masing-masing bagian fungsional:

4.2.1 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler ATmega16 dan LCD

Pengujian pada rangkaian mikrokontroler ATmega16 ini dilakukan dengan memberikan tegangan sebesar 5 volt kemudian diukur tegangannya di beberapa pin tertentu, untuk memastikan apakah rangkaian sistem minimum mikrokontroler ini sudah mendapatkan aliran tegangan sesuai kebutuhan, sehingga dapat digunakan. Tabel 4.1 di bawah merupakan hasil pengukuran tegangan pada rangkaian sistem minimum.

Tabel 4.1 Pengukuran rangkaian sistem minimum

No	Titik Pengukuran	Hasil (Volt)
1.	Vcc	4.8
2.	GND	0
3.	Pin ke Vcc LCD	4.8

Untuk pengujian LCD dilakukan dengan memasang LCD di port C, karena port C diatur sebagai keluaran. Jika rangkaian sistem minimum ini sudah dapat bekerja saat diberikan tegangan, maka LCD akan menyala. Tidak cukup hanya dengan menyala, LCD ini akan menampilkan karakter yang diinginkan melalui program berikut;

```
Void main() {
  While (1) {
```

```

DDRC=0xFF; // semua pin port C adalah keluaran
lcd_init(16); kolom modul lcd 16
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("Bismillah");
delay_ms(200); }
}

```



Gambar 4.1 Pengujian mikrokontroler dan LCD

4.2.2 Pengujian Load Cell

Pengujian sensor load cell ini dilakukan dengan memberikan berat beban tertentu pada sensor kemudian nilai tegangan keluarannya diukur. Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan bagian keluaran ke avometer digital, untuk dapat diukur berapa besar tegangan keluaran dari setiap beban yang diberikan, dan memberikan tegangan masukan sensor sebesar 5 volt agar dapat bekerja. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengukuran sensor load cell

Beban (kg)	Tegangan Keluaran (mV)			Nilai rata- rata (mV)
	Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III	
0	0	0	0	0
0,5	0,5	0,5	0,51	0,503
1	0,98	0,99	0,98	0,983
1,5	1,45	1,45	1,44	1,446

2	1,92	1,92	1,92	1,92
2,5	2,4	2,4	2,4	2,4
3	2,88	2,88	2,88	2,88
3,5	3,34	3,34	3,34	3,34
4	3,82	3,82	3,82	3,82
4,5	4,28	4,28	4,28	4,28
5	4,75	4,75	4,75	4,75

Dari tabel 4.2 didapatkan bentuk grafik seperti gambar 4.2 berikut



Gambar 4.2 Grafik hasil pengukuran tegangan keluaran dengan beban masukan

Dari grafik pada gambar 4.2 dapat diamati linearitas data load cell cukup baik. Nilai R^2 mendekati 1, itu berarti kelinierannya mendekati

sempurna. Perubahan tegangan dari setiap beban yang diberikan besarnya hampir sebanding. Dapat diamati pula, semakin besar berat beban maka besar tegangannya semakin besar pula dan perubahan besar tegangan dari masing-masing berat beban cenderung konstan.

4.2.3 Pengujian Modul Penguat

Pengujian rangkaian modul penguat ini dilakukan dengan menghubungkan keluaran sensor, yaitu kabel merah masuk ke E+, kabel putih terhubung ke S-, kabel hijau dihubungkan dengan S+ dan kabel hitam masuk ke E-. Tegangan masukannya sebesar 9 volt. Sedangkan keluaran dari penguat ini dihubungkan ke avometer, S terhubung ke avometer positif dan G dihubungkan ke *ground*. Sebelum menggunakan modul ini disarankan untuk melakukan kalibrasi terlebih dahulu, yaitu untuk mengatur besar tegangan keluaran minimal dan maksimal. Tegangan keluaran saat beban minimal (tanpa beban) sebesar 0,007 volt, sedangkan saat beban maksimal 5 kg tegangan keluarannya sebesar 3,27 volt. Tegangan saat beban maksimal diberikan sebesar 3,27 volt karena untuk mengimbangi besarnya tegangan pada rangkaian ADC eksternal.

Beban tetap diberikan dari sensor dengan variasi berat beban sama seperti pada pengujian sensor load cell saja. Hasil pengukuran modul penguatan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian modul penguat

Beban (kg)	Tegangan Keluaran (Volt)			Nilai rata- rata (Volt)
	Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III	
0	0,007	0,007	0,007	0,007
0,5	0,25	0,25	0,25	0,25
1	0,59	0,59	0,59	0,59
1,5	0,93	0,93	0,93	0,93
2	1,26	1,26	1,26	1,26
2,5	1,6	1,6	1,59	1,596
3	1,93	1,93	1,93	1,93
3,5	2,26	2,26	2,26	2,26
4	2,61	2,61	2,61	2,61
4,5	2,95	2,95	2,94	2,946
5	3,27	3,27	3,27	3,27

Pengujian dilakukan dengan memberikan beban secara bertahap dengan penambahan dan pengurangan beban. Untuk pengujian 1 dan 3 dilakukan dengan penambahan beban dari minimal sedangkan pengujian 2 dilakukan dengan cara pengurangan beban dari maksimal. Dari tabel 4.3 didapatkan bahwa besarnya tegangan keluaran saat terbebani cenderung tidak ada perubahan ketika dilakukan pengukuran beberapa kali. Itu berarti bahwa modul penguat ini stabil.

Tabel 4.4 Perbandingan Tegangan Keluaran Load Cell Dan Modul Penguat

Beban (kg)	Tegangan Keluaran		Penguatan (kali)
	Pengujian I	Pengujian II	
0	0,00	0,00	0
0,5	0,503	0,25	497
1	0,983	0,59	600
1,5	1,446	0,93	643
2	1,92	1,26	656
2,5	2,4	1,596	665
3	2,88	1,93	670
3,5	3,34	2,26	676
4	3,82	2,61	683
4,5	4,28	2,946	688
5	4,75	3,27	688

Dari tabel 4.4 didapatkan berapa kali besarnya penguatan. Cara menghitungnya adalah membagi besarnya tegangan dari modul penguat dengan tegangan dari load cell. Dapat diamati pula, besarnya penguatan untuk masing-masing tegangan masih belum stabil namun masih berkisar 600an kali dan sudah cukup untuk menguatkan tegangan keluaran load cell.

4.2.4 Pengujian ADC eksternal

Pengujian bagian ADC eksternal ini dilakukan dengan menghubungkan keluaran dari modul penguat dengan pin 2 sebagai non-inverting input. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian ADC eksternal ini sudah melakukan fungsinya dengan benar atau belum. IC ADC yang digunakan adalah yang berkapasitas 12-bit, yaitu berarti ada $2^{12} - 1 = 4095$ banyaknya cacahan maksimal yang didapatkan dari ADS7822 ini.

Dalam pengujian ini, angka yang harus ditampilkan adalah di antara 0 hingga 4095. 0 untuk nilai tanpa beban, sedangkan 4095 untuk nilai dengan beban penuh. Angka tersebut merupakan nilai ADC yang telah dikonversi ke bentuk digital tetapi dalam bilangan desimal. Tabel 4.5 adalah nilai keluaran ADC.

Tabel 4.5 Tegangan Keluaran ADC dan Hasil Konversi

Beban (kg)	Tegangan Keluaran (V)	ADC
0	0,007	0
0,5	0,25	325
1	0,59	740
1,5	0,93	1147
2	1,26	1547
2,5	1,596	1998
3	1,93	2417
3,5	2,26	2844

4	2,61	3282
4,5	2,946	3688
5	3,27	4095

Dari hasil ADC yang sudah didapatkan melalui pengukuran, kita juga dapat menghitungnya agar dapat dibandingkan dengan hasil pengukuran, apakah terdapat error atau tidak saat pengukuran. Untuk menghitung besarnya nilai ADC dapat menggunakan persamaan (4.1):

$$\text{Nilai ADC} = \frac{\text{Besar tegangan terukur}}{3,27} \times 4095 \dots\dots\dots (4.1)$$

Sedangkan untuk menghitung besar tegangan dari nilai ADC yang terukur dapat menggunakan persamaan (4.2):

$$\text{Tegangan keluaran} = \frac{\text{Nilai ADC terukur}}{4095} \times 3.27 \text{ volt} \dots\dots\dots(4.2)$$

Hasil perhitungan untuk tiap tegangan keluaran dan nilai ADC dapat diamati pada tabel 4.6 sehingga dapat diketahui berapa besar pergeseran nilai yang didapatkan dari hasil pengukuran dan perhitungan.

**Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Pengukuran Dan Perhitungan
Nilai Tegangan dan ADC**

Berat Beban (kg)	Nilai Terukur		Nilai Terhitung		Error (%)	
	Tegangan (V)	ADC	Tegangan (V)	ADC	Tegangan	ADC
0	0,007	12	0,009	9	28,57	25
0,5	0,25	325	0,25	313	0,00	3,69
1	0,59	740	0,59	738	0,00	0,27
1,5	0,93	1147	0,92	1164	1,08	1,48
2	1,26	1574	1,26	1578	0,00	0,25
2,5	1,596	1998	1,60	1999	0,25	0,05
3	1,93	2417	1,93	2417	0,00	0,00
3,5	2,26	2844	2,27	2830	0,44	0,49
4	2,61	3282	2,26	3268	0,38	0,43
4,5	2,946	3688	2,94	3689	0,20	0,03
5	3,27	4095	3,27	4095	0,00	0,00

Dari tabel 4.6 dapat diamati bahwa besarnya error dari IC ADC yang digunakan sangat kecil yaitu berkisar di antara 0.00 – 1.48%, itu berarti ADC sudah dapat bekerja dengan maksimal.

4.2.5 Pengujian Bluetooth

Pengujian bluetooth dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh jarak yang dapat dicapai untuk bisa terhubung antara device android dengan sistem pada timbangan ini.

Tabel 4.7 Pengujian Koneksi Bluetooth

Jarak (m)	Koneksi Bluetooth
1	Terhubung
2	Terhubung
3	Terhubung
4	Terhubung
5	Terhubung
6	Terhubung
7	Terhubung
8	Terhubung
9	Terhubung
10	Terhubung
11	Tidak terhubung

4.2.6 Pengujian Beban Seluruh Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan ini dilakukan dengan menghubungkan output mikrokontroler, yaitu PORTC ke LCD. PORTB

mikrokontroler digunakan untuk komunikasi SPI dengan ADS7822, sedangkan ADS7822 mendapatkan inputan langsung dari rangkaian penguat yang sudah terhubung dengan sensor load cell.

Tabel 4.8 Hasil pengujian beban keseluruhan

Berat Beban (gram)	Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III	Rata-rata hasil pengujian	Faktor kesalahan (%)
100	102	103	103	102,333	2,33
200	202	203	203	203	1,5
300	303	304	304	304	1,33
400	407	406	406	406,667	1,67
500	508	509	509	508,667	1,73
600	610	612	612	611	1,83
700	712	711	711	712	1,71
800	812	812	812	812,333	1,54
900	912	913	913	913,333	1,48
1000	1011	1012	1012	1012,333	1,23
1100	1112	1114	1114	1113,667	1,24
1200	1213	1214	1215	1214	1,16
1300	1312	1313	1315	1313,333	1,02
1400	1412	1414	1416	1414	1

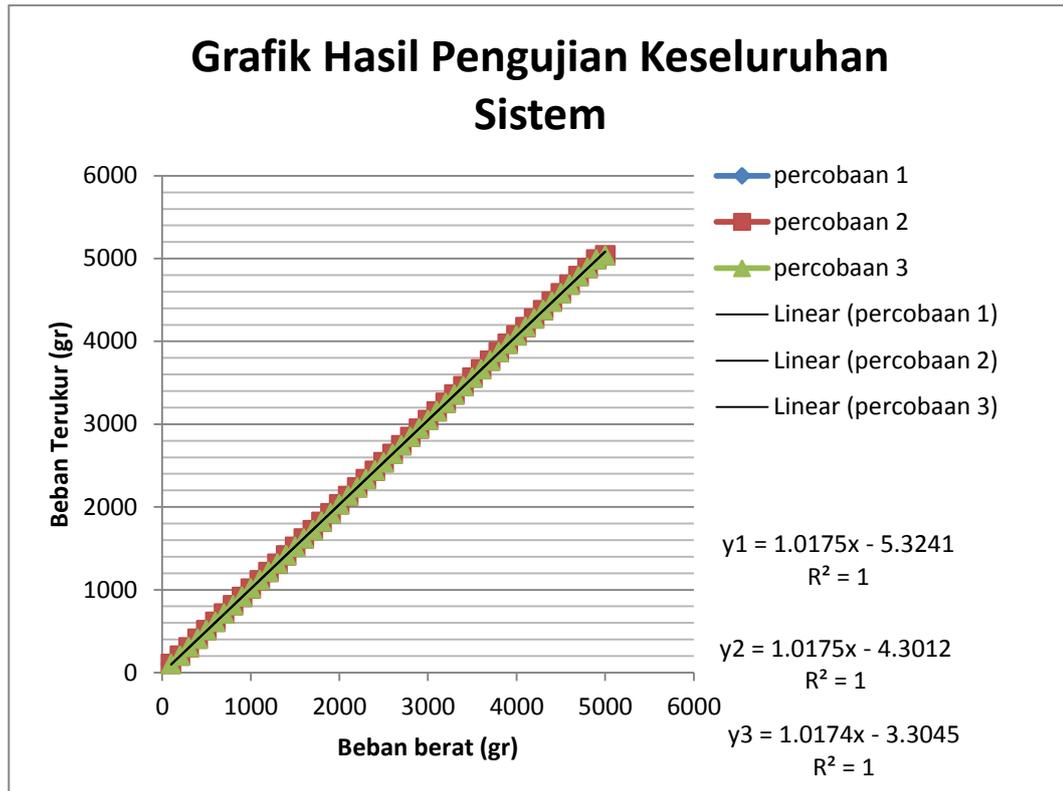
1500	1514	1516	1517	1515,667	1,04
1600	1615	1617	1616	1616	1
1700	1717	1718	1719	1718	1,05
1800	1818	1819	1820	1819	1,05
1900	1919	1920	1921	1920	1,05
2000	2029	2029	2029	2029	1,45
2100	2130	2131	2132	2131	1,47
2200	2233	2234	2234	2233,667	1,53
2300	2333	2334	2335	2334	1,47
2400	2435	2436	2437	2436	1,5
2500	2536	2537	2536	2536,333	1,45
2600	2637	2638	2640	2636,333	1,47
2700	2740	2742	2744	2742	1,55
2800	2842	2844	2844	2843,333	1,54
2900	2944	2945	2946	2945	1,55
3000	3046	3047	3049	3047,333	1,57
3100	3149	3152	3156	3151,333	1,68
3200	3252	3255	3256	3254,333	1,69
3300	3355	3357	3356	3356	1,69
3400	3456	3457	3457	3456,667	1,67
3500	3559	3561	3560	3560	1,71
3600	3662	3661	3662	3661,667	1,71

3700	3763	3765	3764	3764	1,72
3800	3866	3868	3867	3867	1,76
3900	3971	3970	3969	3970	1,79
4000	4070	4070	4069	4069,667	1,74
4100	4172	4170	4173	4171,667	1,74
4200	4273	4274	4275	4274	1,76
4300	4374	4375	4376	4375	1,74
4400	4476	4478	4478	4477,333	1,75
4500	4578	4580	4580	4579,333	1,76
4600	4680	4681	4682	4681	1,76
4700	4782	4785	4784	4783,667	1,78
4800	4883	4884	4885	484884	1,75
4900	4987	4986	497	4986	1,76
5000	5038	5038	5038	5038	0,76

Besarnya faktor kesalahan dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\text{Faktor kesalahan} = \frac{\text{nilai rata-rata} - \text{beban berat}}{\text{beban berat}} \times 100\% \dots\dots\dots(4.3)$$

Dari tabel 4.8 dapat dibuat grafik untuk melihat linieritas hasil pengujian dengan beban yang ditibangkan. Grafik tersebut dapat dilihat pada gambar 4.3.



Dapat diamati dari gambar 4.3, setelah dilakukan tiga kali proses pengambilan data, didapatkan nilai rata-rata dari tiga kali pengujian tersebut tidak terlalu berbeda dengan nilai sebenarnya. Dan besar faktor kesalahan masing-masing pengujian tiap beban tidak mencapai 5%.

4.2.6 Pengujian Aplikasi Android

Pengujian aplikasi android dilakukan untuk mengecek apakah aplikasi dapat berjalan normal pada *device* lain. Table 4.9 merupakan *device* yang digunakan untuk pengecekan aplikasi Fruit Scale ini.

Tabel 4.9 Pengujian Aplikasi Android pada Device Lain

No	Merk Ponsel	Tipe Ponsel	Versi Android	Pengujian Aplikasi
1.	Lenovo	A536	4.4.2 Kitkat	Dapat digunakan
2.	Infinix	HOT 3 LTE	5.1.1 Lollipop	Dapat digunakan
3.	Oppo	NEO 7	5.1 Lollipop	Dapat digunakan
4.	Xiaomi	REDMI 1	4.4.4 Kitkat	Dapat digunakan
5.	Vgen	C1	4.2.2 Kitkat	Dapat digunakan
6.	Samsung	GALAXY TAB 2	4.1.2 Kitkat	Dapat digunakan
7.	Andromax	E2	5.1.1 Lollipop	Dapat digunakan
8.	Sony	XPERIA MIRO	4.0.4 Ice Cream Sandwich	Dapat digunakan
9.	Samsung	A5	5.1 Lollipop	Dapat digunakan

Dari hasil pengujian menggunakan *device* yang telah tersebut pada tabel 4.8, didapatkan hasil bahwa aplikasi Fruit Scale dapat diinstal seta dijalankan pada ponsel-ponsel yang tersebut. Serta pada saat dijalankan aplikanya tidak mengalami *lag*.

4.2.7 Pengujian Seluruh Sistem dan Aplikasi

Pengujian seluruh sistem dan aplikasi merupakan pengujian akhir dari penelitian skripsi ini. Dimana pada aplikasi Fruit Scale pada android akan menampilkan hasil pembacaan berat dari timbangan serta melakukan perhitungan harga dari buah yang ditimbang. Tabel 4.10 berikut merupakan hasil pengujian akhir.

Tabel 4.10 Hasil pengujian seluruh sistem dan aplikasi android

Beban timbangan (gram)	LCD Timbangan	Tampilan Android
500		
1000		

1500	 <p>Berat 1510 gram 1 51</p>	 <p>Connected</p> <p>Kg 1.51</p> <p>Rp/Kg 17900</p> <p>Rp 27029</p> <p>Pilih Buah:</p> <p>Alpukat</p> <p>Anggur Merah</p> <p>Apel Fuji</p> <p>Connect Disconnect</p>
2000	 <p>Berat 2020 gram 2 2</p>	 <p>Connected</p> <p>Kg 2.02</p> <p>Rp/Kg 89000</p> <p>Rp 179780</p> <p>Pilih Buah:</p> <p>Alpukat</p> <p>Anggur Merah</p> <p>Apel Fuji</p> <p>Connect Disconnect</p>
2500	 <p>Berat 2536 gram 2 53</p>	 <p>Connected</p> <p>Kg 2.53</p> <p>Rp/Kg 89000</p> <p>Rp 225170.0</p> <p>Pilih Buah:</p> <p>Alpukat</p> <p>Anggur Merah</p> <p>Apel Fuji</p> <p>Connect Disconnect</p>

Pengujian dilakukan lima kali dengan tiga pemilihan buah berbeda. Buah melon pada pengujian pertama, buah alpukat pada pengujian dua dan tiga, dan buah anggur merah pada dua pengujian terakhir.

Hasil pengujian timbangan dan aplikasi menunjukkan bahwa, Bluetooth pada timbangan dapat mengirimkan data pembacaan pada LCD dan aplikasi android dapat menerima hasil pembacaan tersebut dengan benar. Artinya, timbangan dan aplikasi dapat tersinkronisasi dengan baik. Juga tidak terdapat delay pada tampilan android. Aplikasi juga sudah dapat mengkalkulasi dengan benar harga buah yang dipilih.