

## BAB V

### PENGUJIAN ALAT

Pengujian alat ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian perancangan dengan hasil kerja masing-masing sub sistem dan sistem secara keseluruhan. Pengujian yang dilakukan ini menggunakan beberapa alat pendukung serta catu daya dengan dengan tegangan 5 V dan  $\pm 9$  V.

#### 5.1 Pengujian Respon Sensor

##### 5.1.1 Tujuan

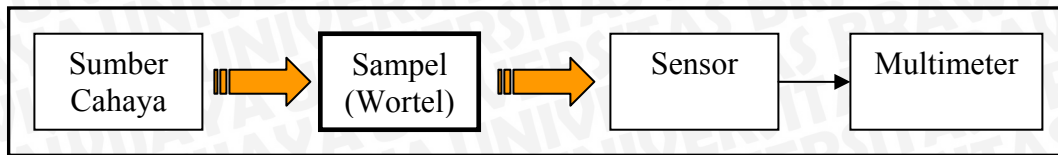
Pengujian respon sensor ini bertujuan untuk mengetahui perubahan tegangan keluaran sensor OPT101P dalam mendeteksi kadar vitamin A akibat perubahan warna permukaan wortel. Hasil uji ini dianalisis untuk mendapatkan respon sensor yang linier dan untuk mengetahui grafik hukum Beer beserta penyimpangannya.

##### 5.1.2 Peralatan

1. Rangkaian unit sumber cahaya (LED) dan sensor OPT101P
2. Kotak kedap cahaya
3. Beberapa sampel (Wortel)
4. Multimeter

##### 5.1.3 Prosedur Pengujian

1. Menyusun rangkaian unit sumber cahaya dan sensor seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 dengan diagram blok dalam Gambar 5.1.
2. Mengatur rangkaian unit sumber cahaya dan sensor agar dapat mendeteksi sampel, serta mengatur posisi voltmeter agar mudah dalam pencatatan.
3. Menghidupkan catu daya.
4. Meletakkan sampel pada tempat ukur secara bergantian.
5. Mengamati dan mencatat hasilnya pada voltmeter.



Gambar 5.1. Diagram Blok Pengujian Respon Sensor.

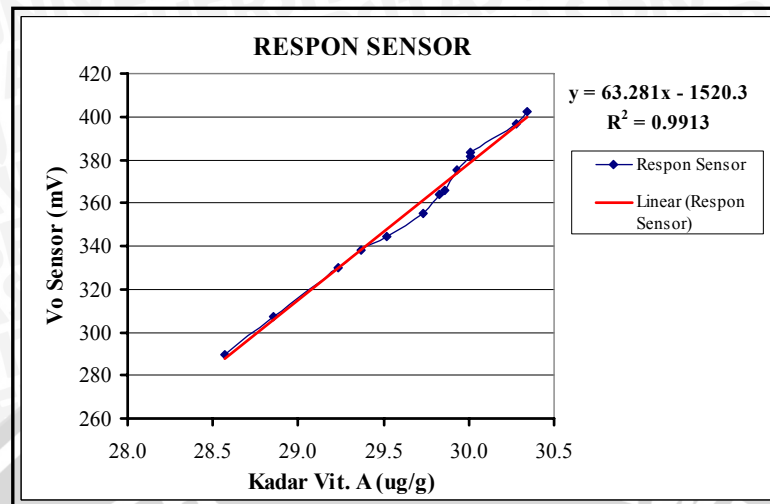
#### 5.1.4 Hasil Pengujian

Hasil dari pengujian ini didapat perbandingan antara tegangan keluaran sensor dengan hasil pengukuran vitamin A wortel dari Laboratorium Kimia. Hasil perbandingannya ditunjukkan dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Hasil Pengujian Respon Sensor

No.	Nama Sampel	$\beta$ -karoten ( $\mu\text{g/g}$ )	Vitamin A ( $\mu\text{g/g}$ )	Vo Sensor (mV)
1	W1	171,396	28,566	290
2	W2	173,107	28,851	307
3	W4	175,406	29,234	330
4	W14	176,204	29,367	338
5	W3	177,128	29,521	345
6	W6	178,388	29,731	355
7	W10	178,957	29,826	364
8	W7	179,153	29,859	366
9	W8	179,582	29,930	375
10	W5	180,049	30,008	382
11	W15	180,066	30,011	384
12	W9	181,65	30,275	397
13	W16	182,071	30,345	402

Kadar vitamin A dan tegangan keluaran sensor dalam Tabel 5.1 masing-masing merupakan rata-rata dari dua kali ulangan pengujian kadar vitamin A dan tiga kali ulangan pengujian tegangan keluaran sensor. Data dari tabel tersebut dibuat grafik tegangan keluaran sensor dengan fungsi kadar vitamin A wortel. Seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.2.



**Gambar 5.2.** Grafik Hasil Pengujian Respon Sensor

Hasil pengujian respon sensor ini digunakan untuk menentukan konstanta dalam persamaan 2.3. Besar reflektansi ( $R$ ) dalam persamaan tersebut dapat diketahui dengan menghitung perbandingan intensitas cahaya pantulan dari permukaan wortel ( $I_R$ ) dan intensitas cahaya sebelum mengenai permukaan wortel ( $I_O$ ). Besar intensitas cahaya sebanding dengan besar daya radiasinya ( $P$ ). Daya radiasi cahaya dihitung dengan menggunakan grafik respon spektrum sensor dalam Gambar 2.7, untuk setiap kenaikan 0.38 V ( $\lambda = 600$  nm) pada tegangan keluaran sensor sama dengan sensor menyerap daya radiasi sebesar  $1 \mu\text{W}$ . Perhitungan dalam sampel 1 (W1) adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{V_o \text{ sensor}}{380 \text{ V}/\mu\text{W}}$$

$$P_R = \frac{290\text{mV}}{380 \text{ V}/\mu\text{W}} = 0,763\mu\text{W}$$

$$P_O = \frac{1,616\text{mV}}{380 \text{ V}/\mu\text{W}} = 4,253\mu\text{W}$$

$$R = \frac{P_R}{P_O} = \frac{0,763}{4,253} = 0,179$$

$$k = \frac{-\log(1-R)}{c}$$

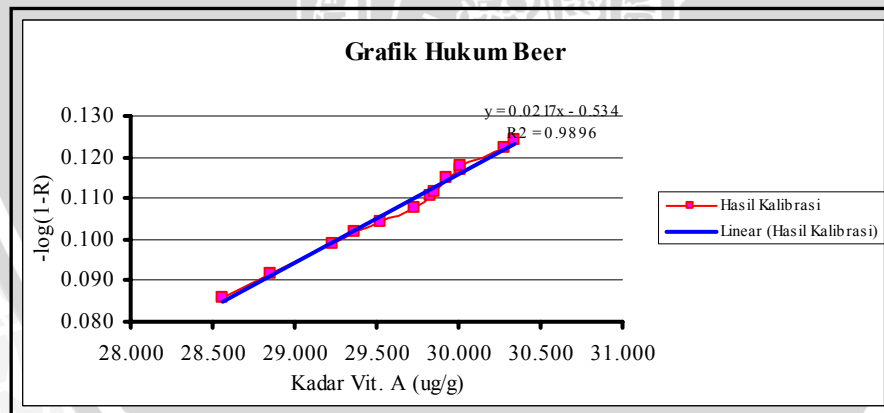
$$k = \frac{-\log(1 - 0,179)}{28,566} \times 1000 = 3,005$$

Besar nilai konstanta dikali  $10^3$  agar nilai  $k$  lebih teliti dengan pembulatan tiga angka dibelakang koma. Hasil perhitungan seluruh sampel ditunjukkan dalam Tabel 5.2.

**Tabel 5.2.** Hasil Perhitungan Respon Sensor.

No.	Nama Sampel	Vitamin A (µg/g)	Vo Sensor (mV)	PR (µW)	PO (µW)	R	-log(1-R)	k
1	W1	28,566	290	0,763	4,253	0,179	0,086	3,005
2	W2	28,851	307	0,808	4,253	0,190	0,092	3,173
3	W4	29,234	330	0,868	4,253	0,204	0,099	3,391
4	W14	29,367	338	0,889	4,253	0,209	0,102	3,468
5	W3	29,521	345	0,907	4,253	0,213	0,104	3,527
6	W6	29,731	355	0,935	4,253	0,220	0,108	3,625
7	W10	29,826	364	0,957	4,253	0,225	0,111	3,714
8	W7	29,859	366	0,963	4,253	0,226	0,111	3,733
9	W8	29,930	375	0,987	4,253	0,232	0,115	3,833
10	W5	30,008	382	1,005	4,253	0,236	0,117	3,901
11	W15	30,011	384	1,009	4,253	0,237	0,118	3,920
12	W9	30,275	397	1,043	4,253	0,245	0,122	4,038
13	W16	30,345	402	1,058	4,253	0,249	0,124	4,095

Data dari Tabel 5.2 dapat dibuat hubungan grafik hukum Beer berdasarkan perhitungan dan hasil kalibrasi, seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.3.



**Gambar 5.3.** Grafik Hukum Beer

Nilai  $k$  dalam perhitungan hukum Beer harus konstan, didapat dengan merata-rata dari semua nilai  $k$  pada setiap sampel, yaitu sebesar 3,648. Dengan menggunakan nilai  $k$  rata-rata dalam perhitungan konsentrasi pada sampel pertama dan terakhir,

maka akan diketahui apakah terjadi penyimpangan hukum Beer. Hasil perhitungan konsentrasi pada sampel pertama dan terakhir berturut-turut sebesar 23,528  $\mu\text{g/g}$  dan 34,063  $\mu\text{g/g}$ . Perbandingan besar konsentrasi hasil perhitungan dengan hasil kalibrasi pada sampel terakhir yang lebih besar dan sampel pertama yang lebih kecil dari hasil kalibrasi membuktikan terjadinya penyimpangan hukum Beer.

Kurva hukum Beer yang menyimpang masih dapat digunakan dalam analisa kuantitatif dengan dasar penentuan kadar suatu zat selalu didasarkan atas kurva standar yang telah teruji. Mengacu pada pernyataan tersebut, maka penentuan rumus perhitungan untuk mendapatkan besar konsentrasi vitamin A dalam wortel menggunakan persamaan kurva linier penyimpangan hukum Beer (Gambar 5.3). Prosentase kesalahan dalam kurva tersebut sebesar 1,04 % ( $R^2 = 0,9896$ ) dan persamaannya adalah sebagai berikut:

$$c = 0,0217(-\log(1 - R)) - 0,534$$

## 5.2 Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

### 5.2.1 Tujuan

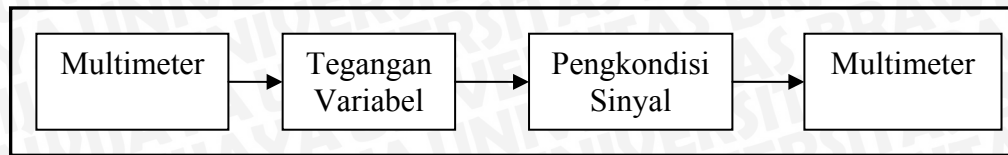
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan tegangan keluaran rangkaian pengkondisi sinyal yang sesuai dengan perhitungan, dimana beberapa kondisi tegangan masukannya telah ditentukan.

### 5.2.1 Peralatan

1. Rangkaian unit pengkondisi sinyal
2. Multimeter
3. Variabel Resistor

### 5.2.1 Prosedur Pengujian

1. Menyusun diagram blok rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 5.4.
2. Mengatur posisi saklar putar multimeter pada voltmeter.
3. Menghidupkan catu daya.
4. Mengubah tegangan masukan dalam *range* tegangan 60,5 - 707,8 mV.
5. Mengamati dan mencatat kondisi tegangan masukan dan keluaran yang tertampil pada multimeter.



Gambar 5.4. Diagram Blok Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal.

### 5.2.4 Hasil Pengujian

Hasil pengujian rangkaian pengkondisi sinyal ditunjukkan dalam Tabel 5.3, prosentase kesalahan dengan persamaan 5.1. Rata-rata prosentase kesalahan antara hasil perhitungan dengan hasil sebenarnya sebesar 0,67 %.

$$\% \text{ Kesalahan} = \left| \frac{\text{Perhitungan-Pengukuran}}{\text{Perhitungan}} \right| \times 100\% \quad (5.1)$$

Tabel 5.3. Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

No.	Tegangan Masukan (mV)	Tegangan Keluaran (V)		Kesalahan (%)
		Hasil Pengujian	Hasil Perhitungan	
1	76	0,121	0,120	1,09
2	101	0,310	0,313	0,89
3	184	0,949	0,954	0,50
4	208	1,145	1,139	0,51
5	246	1,422	1,433	0,74
6	332	2,120	2,097	1,11
7	573	3,980	3,958	0,56
8	614	4,290	4,275	0,36
9	669	4,720	4,699	0,44
10	693	4,910	4,885	0,52
Rata-rata prosentase kesalahan:				0,67

## 5.3 Pengujian Rangkaian Antarmuka LCD Dengan Mikrokontroler

### 5.3.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui modul LCD dapat bekerja dengan baik dan memeriksa kebenaran penulisan program mikrokontroler agar LCD dapat menampilkan teks sesuai yang diinginkan.

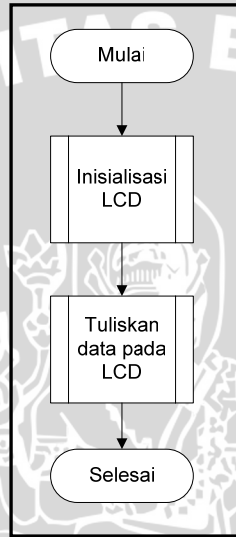
### 5.3.2 Peralatan

1. Rangkaian unit mikrokontroler dan *writer*-nya

2. Modul LCD LMB162A

**5.3.3 Prosedur Pengujian**

1. Membuat program dengan diagram alir seperti dalam Gambar 5.5, melakukan *compiling* dan mengisikan ke ATmega8535
2. Menyusun rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 4.5
3. Menghidupkan catu daya
4. Mengamati hasil keluaran LCD





**Gambar 5.5.** Diagram Alir Perangkat Lunak Pengujian LCD.

**5.3.4 Hasil Pengujian**

Hasil pengujian dapat dianalisis bahwa rangkaian LCD yang dirancang dapat menampilkan teks sesuai dengan yang diinginkan dan dapat bekerja dengan baik. Hasil pengujian ditunjukkan dalam tabel 5.4.

**Tabel 5.4** Hasil Pengujian Antarmuka LCD Dengan Mikrokontroler.

No.	Masukan dalam program	Hasil
1	Baris I: "SELAMAT DATANG"	
2	Baris II: "DHIYAUDDIN"	

## 5.4 Pengujian Perangkat Lunak Mikrokontroler ATmega8535

### 5.4.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perangkat lunak yang dituliskan pada mikrokontroler bekerja sesuai dengan perancangan. Perangkat lunak yang dituliskan dalam mikrokontroler ini terdapat beberapa proses konversi, yaitu konversi data analog ke digital dan konversi data biner ke desimal. Pengujian ini juga bertujuan memeriksa kebenaran pada masing-masing proses tersebut.

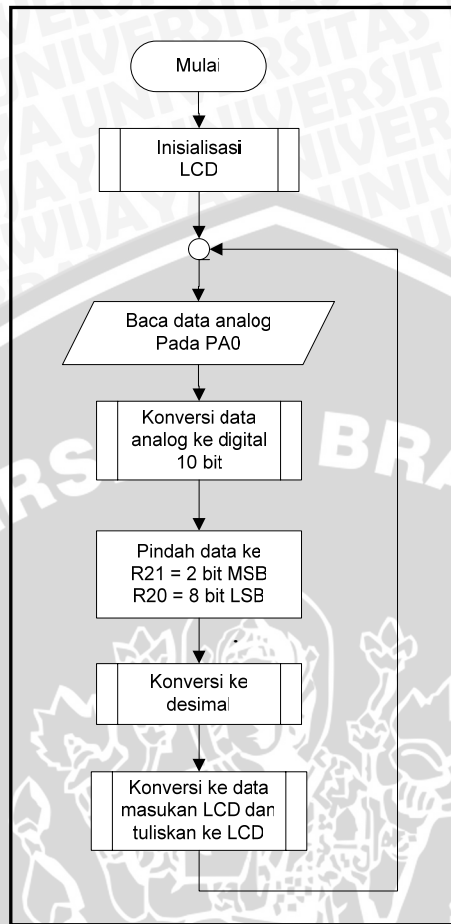
### 5.4.2 Peralatan

1. Rangkaian unit mikrokontroler dan *writer*-nya
2. Modul LCD LMB162A
3. Variabel resistor sebagai pengubah tegangan masukan analog pada mikrokontroler (PA0)

### 5.4.3 Prosedur Pengujian

1. Membuat program dengan diagram alir seperti dalam Gambar 5.6, melakukan *compiling* dan mengisikan ke ATmega8535.
2. Menyusun rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 4.5 dan menambah masukan pada PA0 rangkaian pengubah tegangan.
3. Menghidupkan catu daya
4. Mengubah-ubah hambatan pada variabel resistor
5. Mengamati dan mencatat keluaran pada LCD





Gambar 5.6. Diagram Alir Pengujian Perangkat Lunak ATmega8535.

#### 5.4.4 Hasil Pengujian

Analisis pada hasil pengujian didapat bahwa perangkat lunak pada mikrokontroler ATmega8535 bekerja sesuai dengan diagram alir. Tampilan angka pada LCD adalah hasil konversi masukan analog mikrokontroler dalam bentuk desimal, hasil pengujian ini ditunjukkan dalam Tabel 5.5. Rata-rata prosentase kesalahan dalam pengujian ini adalah 0,22 %.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Perangkat Lunak Mikrokontroler.

No.	Tegangan Masukan (V)	Bit Keluaran (desimal)		Selisih	Kesalahan (%)
		Hasil Pengujian	Hasil Perhitungan		
1	0.26	54	53.25	0.75	1.41
2	0.58	119	118.78	0.22	0.18
3	1.52	312	311.30	0.70	0.23
4	2.06	422	421.89	0.11	0.03
5	2.48	508	507.90	0.10	0.02
6	2.95	604	604.16	0.16	0.03
7	3.51	718	718.85	0.85	0.12
8	4.17	854	854.02	0.02	0.00
9	4.64	950	950.27	0.27	0.03
10	4.89	1000	1001.47	1.47	0.15
Rata-rata prosentase kesalahan:					0.22

## 5.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

### 5.5.1 Tujuan

Pengujian keseluruhan sistem bertujuan untuk mengetahui kerja dari penggabungan blok-blok hasil perancangan. Besar prosentase kesalahan perancangan diketahui dari selisih hasil kadar vitamin A yang ditampilkan LCD dengan hasil uji laboratorium.

### 5.5.2 Peralatan

1. Rangkaian unit mikrokontroler dan *writer*-nya
2. Modul LCD LMB162A
3. Rangkaian pengkondisi sinyal
4. Rangkaian unit sumber cahaya (LED) dan sensor OPT101P
5. Kotak kedap cahaya
6. Beberapa sampel (Wortel)

### 5.5.3 Prosedur Pengujian

1. Menggabungkan semua rangkaian tiap blok menjadi satu sistem seperti dalam gambar diagram blok sistem.
2. Membuat program dengan diagram alir seperti dalam Gambar 4.6, melakukan *compiling* dan mengisikan ke ATmega8535.

3. Menghidupkan catu daya
4. Letakkan sampel pada tempat sampel.
5. Tekan tombol pengaktifan (PB0 = 1)
6. Mengamati dan mencatat keluaran pada LCD

#### 5.5.4 Hasil Pengujian

Hasil pengujian keseluruhan sistem pengukuran kadar vitamin A dalam wortel ini dapat diketahui besar kesalahannya dengan mengukur beberapa sampel dan mengujikan sampel tersebut ke laboratorium, seperti ditunjukkan dalam Tabel 5.6.

**Tabel 5.6** Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

No.	Nama Sampel	Kadar Vitamin A ( $\mu\text{g/g}$ )		Kesalahan (%)
		Hasil Pengujian	Hasil Uji Lab.	
1	Wa	30,24	30,32	0,27
2	Wb	29,65	29,43	0,76
3	Wc	29,95	30,29	1,12
4	Wd	29,25	29,33	0,26
5	We	29,84	29,91	0,25
Rata-rata prosentase kesalahan:				0,53

Akumulasi prosentase kesalahan pengujian sub sistem dalam perancangan ini sebesar 1,93 % dan prosentase kesalahan hasil uji keseluruhan sistem sebesar 0,53 %. Kedua hasil tersebut dirata-rata untuk memperoleh nilai total prosentase kesalahan, yaitu sebesar 1,23 % ( $R^2 = 0,9877$ ). Semakin kecilnya prosentase kesalahan dalam instrumen pengukuran, ketepatannya semakin baik.