

## BAB V

### PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Tujuan pengujian sistem adalah untuk menentukan apakah sistem hasil rancangan ini berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perancangan yang diinginkan. Selain itu untuk menentukan kondisi rangkaian pada masing-masing blok yang ada. Apabila rangkaian telah selesai dirancang dan dibuat, maka rangkaian ini harus diuji terlebih dahulu untuk memastikan alat ini dapat dioperasikan sesuai dengan tujuan perancangan yang diinginkan. Pengujian dan pengamatan dilakukan terhadap sistem pengkabelan, hubungan tiap komponen, tiap blok rangkaian dan pengujian sistem keseluruhan.

Pada bab ini akan dilakukan juga pembahasan dari setiap pengujian dan pengamatan yang dilakukan. Pengujian ini dilakukan pada tiap-tiap blok dalam sistem dengan mengikuti prosedur yang telah dijelaskan dalam Bab III, yaitu:

- Pengujian sensor
- Pengujian rangkaian pengubah arus ke tegangan
- Pengujian rangkaian pengkondisi sinyal
- Pengujian rangkaian ADC
- Pengujian rangkaian Mikrokontroler
- Pengujian rangkaian penampil
- Pengujian rangkaian keseluruhan

Alat-alat bantu yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan beberapa instrumen diantaranya adalah sebagai berikut:

- Catu daya DC  $\pm 15V$
- Catu daya DC + 5V
- Multimeter digital UNI-T UT70A
- Multimeter digital YFE YF-3120
- Logic Probe

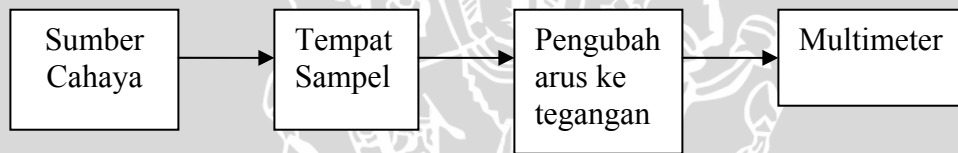
## 5.1. Pengujian Respon Sensor

### 5.1.1. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi adanya perbedaan intensitas cahaya setelah melewati sampel yang memiliki kandungan Protein, Lemak dan Laktosa yang berbeda-beda.

### 5.1.2. Prosedur Pengujian

1. Mengatur blok rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 5.1.
2. Mengatur posisi saklar putar multimeter pada volt meter.
3. Menghidupkan catu daya.
4. Masukkan sampel pada tempat sampel secara bergantian.
5. Mengamati dan mencatat kondisi keluaran yang tertampil pada multimeter.



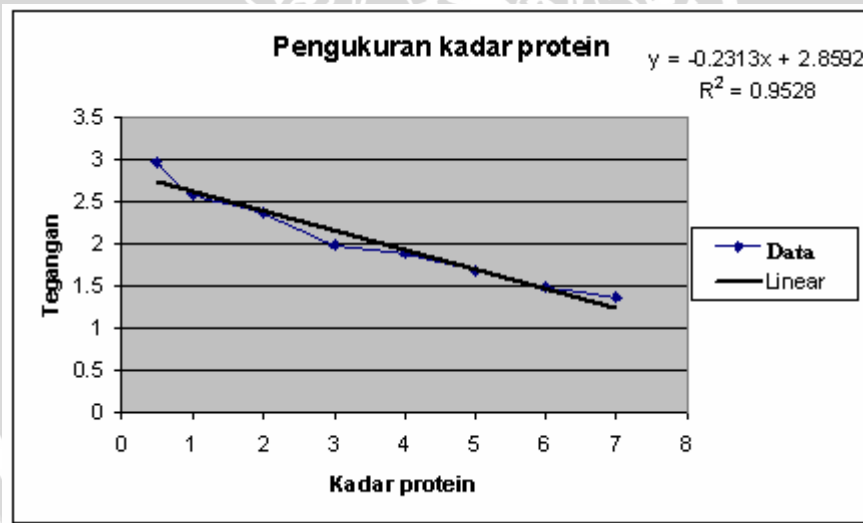
**Gambar 5.1.** Blok diagram pengujian respon sensor

### 5.1.3. Hasil Pengujian dan Analisis Data

Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan sampel pada tempat sampel kemudian disinari oleh sumber cahaya yang memiliki intensitas cahaya yang tetap sehingga dapat diketahui respon dari sensor. Dari hasil pengujian respon sensor didapatkan keluaran tegangan dari pengkondisi sinyal analog yang ditunjukkan dalam Tabel 5.1, Tabel 5.2 dan Tabel 5.3.

**Tabel 5.1.** Hasil pengambilan data sensor protein

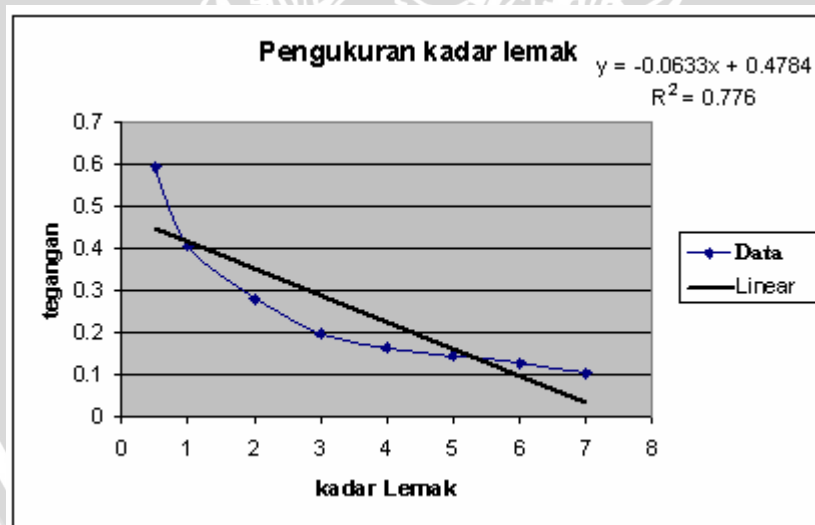
No.	Kandungan Protein (%)	Pengukuran ke					Rata-rata(V)
		1(V)	2(V)	3(V)	4(V)	5(V)	
1	0.5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,96
2	1	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,58
3	2	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,36
4	3	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,98
5	4	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,88
6	5	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,68
7	6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,48
8	7	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,36



**Gambar 5.2.** Grafik data pengujian sensor protein

**Tabel 5.2.** Hasil pengambilan data sensor lemak

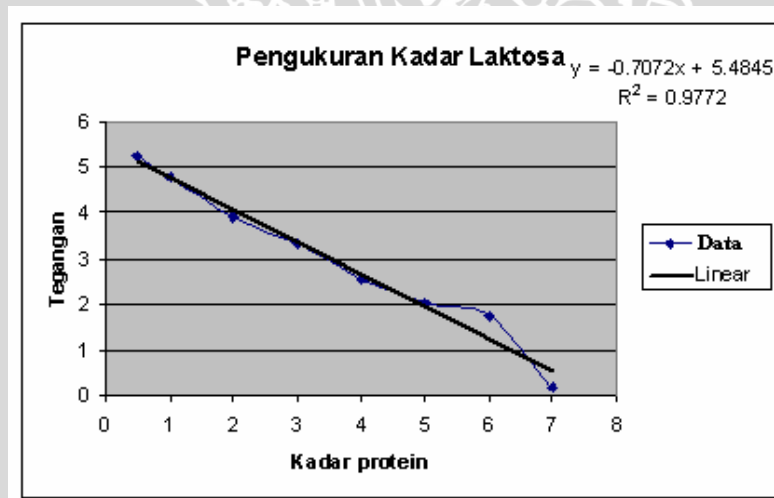
No.	Kandungan Lemak (%)	Pengukuran ke					
		1(V)	2(V)	3(V)	4(V)	5(V)	Rata-rata(V)
1	0.5	0,60	0,60	0,59	0,59	0,59	0,594
2	1	0,45	0,43	0,43	0,42	0,42	0,406
3	2	0,36	0,36	0,36	0,35	0,35	0,356
4	3	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,202
5	4	0,21	0,21	0,20	0,20	0,19	0,166
6	5	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,146
7	6	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,128
8	7	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,106



**Gambar 5.3.** Grafik data pengujian sensor lemak

**Tabel 5.3.** Hasil pengambilan data sensor laktosa

No.	Kandungan Laktosa (%)	Pengukuran ke					Rata-rata(V)
		1(V)	2(V)	3(V)	4(V)	5(V)	
1	0.5	5,3	5,3	5,2	5,2	5,2	5,24
2	1	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,76
3	2	4,0	3,9	3,9	3,9	3,8	3,90
4	3	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,34
5	4	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,54
6	5	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,04
7	6	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,74
8	7	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,46



**Gambar 5.4.** Grafik data pengujian sensor laktosa

Hasil pengujian respon sensor dalam Tabel 5.1, Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.2, Gambar 5.3 dan Gambar 5.4. Dari grafik tersebut didapatkan bahwa hasil pengujian respon sensor yang diukur melalui perubahan tegangan pengubah arus ke tegangan terhadap kandungan Protein, Lemak dan Laktosa yang terukur adalah mendekati linier.

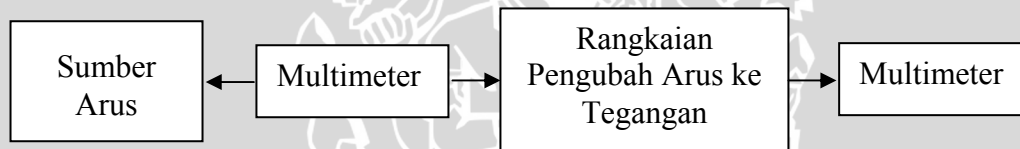
## 5.2. Pengujian Rangkaian Pengubah Arus ke Tegangan

### 5.2.1. Tujuan

Pengujian rangkaian pengubah arus menjadi tegangan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan rangkaian dalam mengubah masukan yang berupa arus menjadi keluaran dalam bentuk tegangan.

### 5.2.2. Prosedur Pengujian

1. Menyusun rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 5.5.
2. Mengatur posisi saklar putar multimeter pada ampere meter untuk masukan dan volt meter untuk keluaran.
3. Menghidupkan sumber arus.
4. Mengubah-ubah besaran arus yang dialirkan.
5. Mengamati dan mencatat kondisi masukan dan keluaran yang tertampil pada multimeter.



**Gambar 5.5.** Blok diagram pengujian rangkaian pengubah arus

### 5.2.3. Hasil Pengujian dan Analisis Data

Dari hasil pengujian diperoleh data keluaran berupa tegangan yang ditunjukkan dalam Tabel 5.4.

**Tabel 5.4.** Hasil pengujian dan analisis data rangkaian pengubah arus ke tegangan

No	Arus Masukan ( $\mu\text{A}$ )	Tegangan Keluaran (V)		% Kesalahan
		Perhitungan	Pengukuran	
1	1	1	0,99	1.000
2	1.5	1,51	1,51	0.000
3	2	2	2,03	1.500
4	5	5	4,95	1.000
5	10	10	9,90	1.000
Kesalahan Rata-rata				0.917

Dari hasil pengujian diperoleh data keluaran berupa tegangan yang ditunjukkan dalam Tabel 5.4. Prosentase kesalahan antara hasil pengujian dan hasil perhitungan dapat dihitung dengan persamaan:

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

$$\% \text{ Penyimpangan Rata-rata} = \frac{\sum \% \text{ Kesalahan}}{n} \quad (5.2)$$

Dari Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa kesalahan terbesar adalah 1,5 %. Hasil pengujian rangkaian pengubah arus ke tegangan menunjukkan kesalahan rata-rata sebesar 0,917 %.

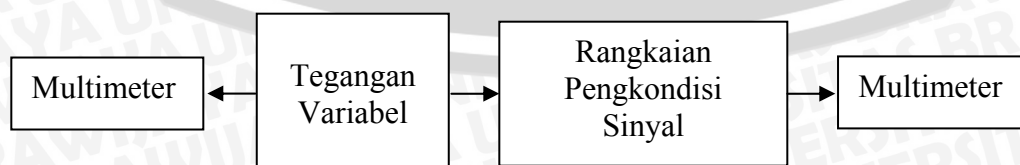
### 5.3. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

#### 5.3.1. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan penyesuaian tegangan keluaran dari rangkaian pengkondisi sinyal dalam jangkauan tegangan masukan yang dapat dibaca oleh ADC.

#### 5.3.2. Prosedur Pengujian

1. Menyusun rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 5.6.
2. Mengatur posisi saklar putar multimeter pada volt meter.
3. Menghidupkan catu daya.
4. Mengubah-ubah besar tegangan masukan.
5. Mengamati dan mencatat kondisi masukan dan keluaran yang tertampil pada multimeter



Gambar 5.6. Blok diagram pengujian rangkaian pengkodisi sinyal

### 5.3.3. Hasil Pengujian dan Analisis Data

Pengujian dilakukan dengan merangkai di project board, masukan dari sensor diganti dengan sumber tegangan. Dari pengujian rangkaian pengkondisi sinyal didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 5.5.

**Tabel 5.5.** Hasil pengujian dan analisis data rangkaian pengkondisi sinyal pengukur kadar protein

Tegangan Masukan (V)	Tegangan Keluaran (V)		% Penyimpangan
	Hasil Pengujian	Hasil Perhitungan	
-1,40	0	0	0
-1,50	0,301	0,2927	1,13
-1,75	1,031	1,0277	0,32
-2,00	1,781	1,7627	1,02
-2,25	2,53	2,4977	1,61
-2,50	3,25	3,2327	0,62
-2,75	4,01	3,9677	1,26
-3,00	4,82	4,7627	1,31
-3,10	5,04	4,9967	1,00
Penyimpangan rata-rata			0,92

**Tabel 5.6.** Hasil pengujian dan analisis data rangkaian pengkondisi sinyal pengukur kadar lemak

Tegangan Masukan (V)	Tegangan Keluaran (V)		% Penyimpangan
	Hasil Pengujian	Hasil Perhitungan	
-0,10	0	0	0
-0,15	0,531	0,5179	2,70
-0,20	1,051	1,0359	1,55
-0,25	1,602	1,5539	3,09
-0,30	2,09	2,0719	1,77
-0,35	2,61	2,5899	1,16
-0,40	3,15	3,1079	1,29
-0,50	4,19	4,1439	1,21
-0,59	5,13	5,0761	1,18
Penyimpangan rata-rata			1,55



**Tabel 5.7.** Hasil pengujian dan analisis data rangkaian pengkondisi sinyal pengukur kadar laktosa

Tegangan Masukan (V)	Tegangan Keluaran (V)		% Penyimpangan
	Hasil Pengujian	Hasil Perhitungan	
-1,60	0	0	
-2,00	0,56	0,5573	1,82
-2,50	1,28	1,2523	2,4
-3,00	1,971	1,9473	1,23
-3,25	2,31	2,2948	0,87
-3,50	2,66	2,6423	0,76
-3,75	3,01	2,9898	1,01
-4,50	4,1	4,0323	1,74
-5,20	5,05	5,0053	0,79
Penyimpangan rata-rata			1,18

Analisis dilakukan dengan menghitung prosentase penyimpangan hasil pengukuran terhadap hasil perhitungan pada rangkaian pengkondisi sinyal dengan menggunakan Persamaan 5.1 dan 5.2.

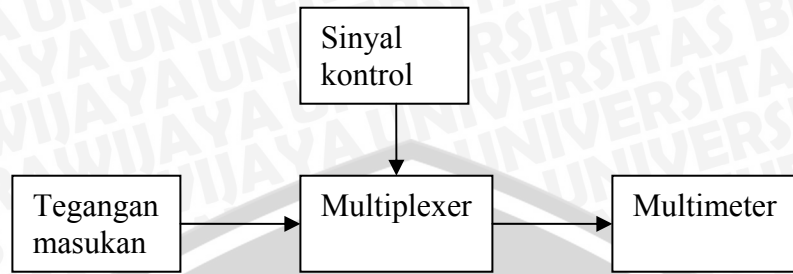
#### 5.4. Pengujian Multiplexer

##### 5.4.1. Tujuan

Pengujian rangkaian multiplexer ini bertujuan untuk mengetahui apakah multiplexer dapat bekerja dengan baik.

##### 5.4.2. Prosedur Pengujian

1. Mengatur blok rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 5.7.
2. Menghidupkan catu daya.
3. Menghidupkan tegangan masukan antara 0-5 V.
4. Mengamati dan mencatat kondisi keluaran Multiplexer yang ditampilkan melalui Multimeter.



**Gambar 5.7.** Blok diagram pengujian Multiplexer

### 5.4.3. Hasil Pengujian dan Analisis Data

Pengujian dilakukan dengan cara merangkai rangkaian Multiplexer pada project board dengan memasang multimeter pada keluaran Multiplexer sehingga dapat diketahui keluaran dari Multiplexer tersebut. Masukan dihubungkan dengan tegangan yang dapat diubah-ubah. Dan sinyal kontrol dihubungkan dengan tegangan 5V. Hasil pengujian dan analisis rangkaian Multiplexer ditunjukkan dalam Tabel 5.8.

**Tabel 5.8.** Hasil pengujian dan analisis data Multiplexer

Masukan (V)	Sinyal Kontrol			Keluaran (V)	Kesalahan (%)
	S2	S1	S0		
2,0	0	0	0	2,0	0
3,0	0	0	1	3,0	0
4,0	0	1	0	4,0	0
Kesalahan rata-rata					0

Dari Tabel 5.8 dapat disimpulkan bahwa multiplexer dapat bekerja dengan baik dengan error 0%.

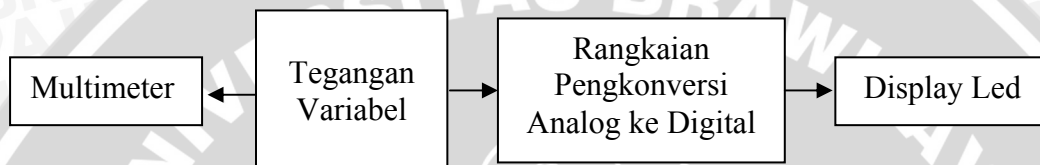
## 5.4. Pengujian Rangkaian ADC

### 5.4.1. Tujuan

Pengujian rangkaian analog digital converter ini bertujuan untuk mengetahui apakah ADC dapat bekerja dengan baik dan menguji ketepatan perubahan keluaran ADC terhadap tegangan masukan yang bervariasi pada pengoperasian kontinyu.

5.4.2. Prosedur Pengujian

1. Mengatur blok rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 5.8.
2. Mengatur posisi saklar putar multimeter pada volt meter.
3. Menghidupkan catu daya.
4. Mengubah tegangan masukan antara 0-5 V sesuai besar tegangan yg akan diukur.
5. Mengamati dan mencatat kondisi keluaran ADC yang ditampilkan melalui LED.



Gambar 5.8. Blok diagram pengujian ADC

5.4.3. Hasil Pengujian dan Analisis Data

Pengujian dilakukan dengan cara merangkai rangkaian ADC pada project board dengan memasang led pada setiap pin data keluaran ADC sehingga dapat diketahui keluaran digital dari ADC tersebut. Hasil pengujian dan analisis rangkaian ADC ditunjukkan dalam Tabel 5.9.

Tabel 5.9. Hasil pengujian dan analisis data rangkaian ADC

V <sub>in(+)</sub> (V)	Keluaran			Selisih (desimal)	Perubahan Tiap Bit (mV)	Penyimpangan (LSB)
	Hasil Ukur (biner)	Hasil Ukur (desimal)	Hitung (desimal)			
0	00000000	0	0	0	0	0
0,5	00011011	27	25,5	1,5	18,52	0,055
1,0	00110100	52	51	1	19,23	0,019
1,5	01001110	78	76,5	1,5	19,23	0,019
2,0	01100111	103	102	1	19,42	0,009
2,25	01110100	116	114,8	1,2	19,40	0,010
2,5	10000001	129	127,6	1,4	19,38	0,011
2,75	10001101	141	140,3	0,7	19,50	0,005
3,0	10011010	154	153,1	0,9	19,48	0,006
3,5	10110011	179	178,6	0,4	20,95	0,068

3,75	11000001	193	191,3	1,7	19,43	0,009
4,0	11001110	206	204,1	1,9	19,42	0,009
4,5	11100110	230	229,6	0,4	19,57	0,002
5,0	11111111	255	255	0	19,10	0,025
Penyimpangan rata-rata						0,018

Dari Tabel 5.9 dapat diketahui bahwa ADC 0804 mampu mengkonversi masukan analog antara 0 V sampai 5 V menjadi suatu data keluaran biner. Nilai kesalahan menunjukkan nilai penyimpangan data digital keluaran ADC dengan nilai sebenarnya. Nilai kesalahan maksimum data keluaran ADC0804 berdasarkan *datasheet* adalah 1 LSB. Perhitungan nilai desimal keluaran ADC adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai Desimal} = \frac{V_{in}}{19,6 \cdot 10^{-3}} = \frac{0,5}{19,6 \cdot 10^{-3}} = 25,5$$

Besar kesalahan perubahan tiap bit dapat diperoleh melalui perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Penyimpangan(LSB)} &= \frac{\text{PerubahanTiapbit(ukur)} - \text{PerubahanTiapbit(hitung)}}{\text{PerubahanTiapbit(hitung)}} \\ &= \frac{19,23 - 19,6}{19,6} \\ &= 0,019 \text{ LSB} \end{aligned}$$

Sedangkan penyimpangan rata-rata dari hasil pengujian adalah sebesar 0,018 LSB

## 5.5 Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*)

### 5.5.1 Tujuan

Pengujian terhadap LCD (*Liquid Crystal Display*) dilakukan untuk memeriksa apakah terdapat kesalahan dalam perangkat lunak yang sudah disusun untuk menangani penampil teks dan untuk mengetahui apakah kondisi penampil teks berupa LCD (*Liquid Crystal Display*) sudah bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian dilakukan dengan cara membuat program untuk menampilkan teks ke LCD (*Liquid Crystal Display*).



### 5.5.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Dari hasil pengujian dapat dianalisis bahwa rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*) yang dirancang dapat menampilkan teks sesuai dengan yang diinginkan dan dapat bekerja dengan baik.

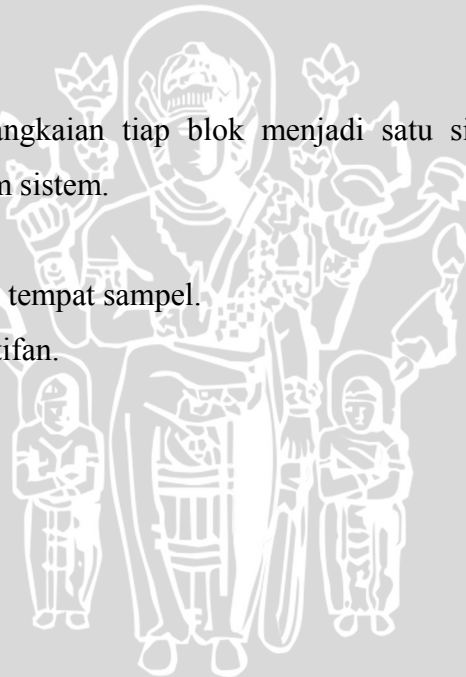
## 5.6 Pengujian Keseluruhan Sistem

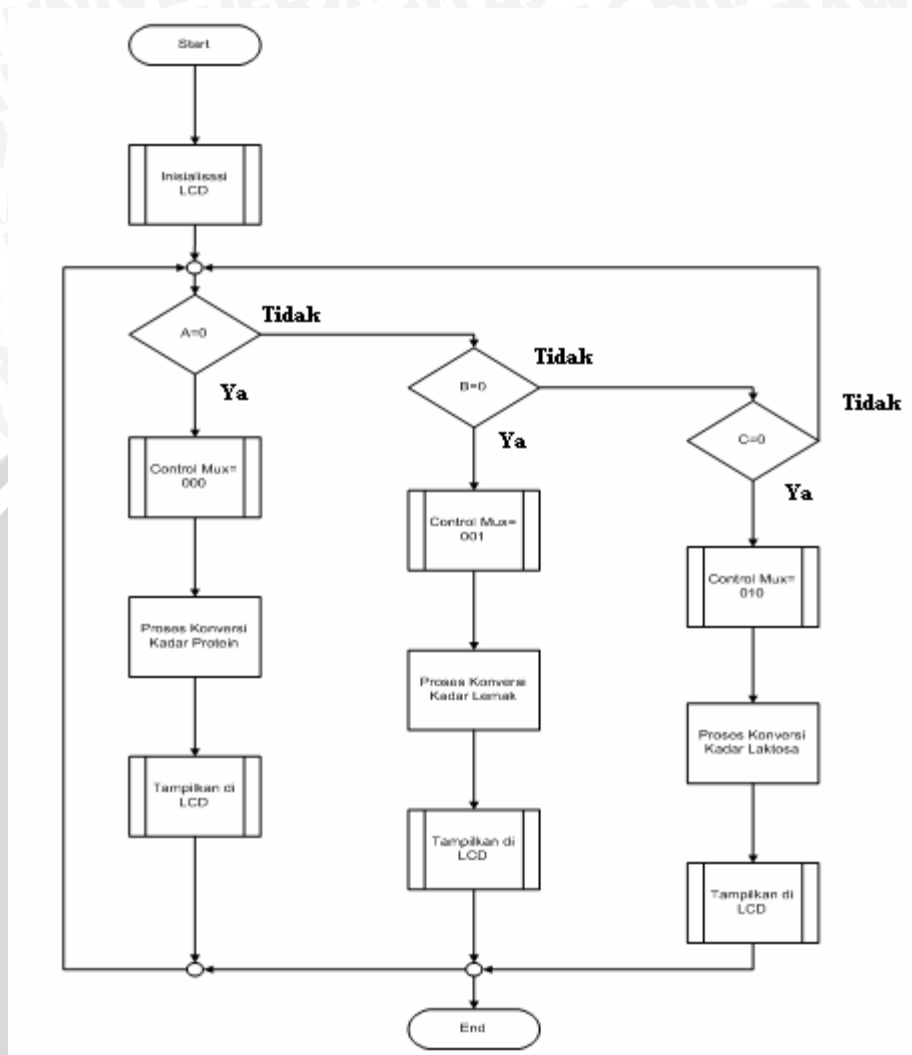
### 5.6.1. Tujuan

Pengujian keseluruhan sistem ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dari sistem yang telah dirancang apakah telah bekerja sesuai dengan pengujian yang dilakukan pada bagian tiap bloknnya dan sesuai dengan yang diharapkan oleh perancang.

### 5.6.2. Prosedur Pengujian

1. Gabungkan semua rangkaian tiap blok menjadi satu sistem seperti dalam gambar blok diagram sistem.
2. Hidupkan catu daya.
3. Letakkan sampel pada tempat sampel.
4. Tekan tombol pengaktifan.





**Gambar 5.11** Diagram Alir Perangkat Lunak Keseluruhan Sistem

### 5.8.2. Hasil Pengujian dan Analisis Data

Sampel susu sapi yang akan diukur kandungan protein, lemak dan laktosa harus dipersiapkan dan diberi label untuk setiap sampelnya. Sampel yang digunakan memiliki kandungan protein, lemak dan laktosa yang berbeda-beda. Untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat maka hasil pengujian pada sistem dibandingkan dengan hasil pengujian laboratorium yang ditunjukkan dalam Tabel 5.9, Tabel 5.10, dan Tabel 5.11.

**Tabel 5.10** Hasil Pengujian Keluaran Alat Pengukur Protein

Sampel Susu	Kadar Protein Hasil Keluaran Alat	Kadar Protein Hasil Pengukuran Laboratorium (%)	Persentase Kesalahan
1	7,0	6,92	1,16
2	4,0	4,03	0,74
3	3,1	3,06	1,31
4	2,2	2,10	4,76
5	0,5	0,53	5,66
Kesalahan rata-rata			2,726

**Tabel 5.11** Hasil Pengujian Keluaran Alat Pengukur Lemak

Sampel Susu	Kadar Lemak Hasil Keluaran Alat	Kadar Lemak Hasil Pengukuran Laboratorium (%)	Persentase Kesalahan
1	7,0	6,892	1,57
2	4,0	3,991	0,23
3	3,0	2,993	0,23
4	2,0	1,895	5,54
5	0,5	0,498	0,42
Kesalahan rata-rata			1,598

**Tabel 5.12** Hasil Pengujian Keluaran Alat Pengukur Laktosa

Sampel Susu	Kadar Laktosa Hasil Keluaran Alat	Kadar Laktosa Hasil Pengukuran Laboratorium (%)	Persentase Kesalahan
1	7,0	6,776	3,31
2	4,0	3,802	5,21
3	3,0	2,975	0,84
4	1,9	1,818	0,45
5	0,5	0,496	0,81
Kesalahan rata-rata			2,124

Dari hasil pengujian keseluruhan sistem terhadap pengujian laboratorium didapatkan penyimpangan rata-rata untuk pengukur kadar protein sebesar 1,323 %, pengukur kadar lemak sebesar 1,598% dan pengukur kadar laktosa sebesar 2,124%.