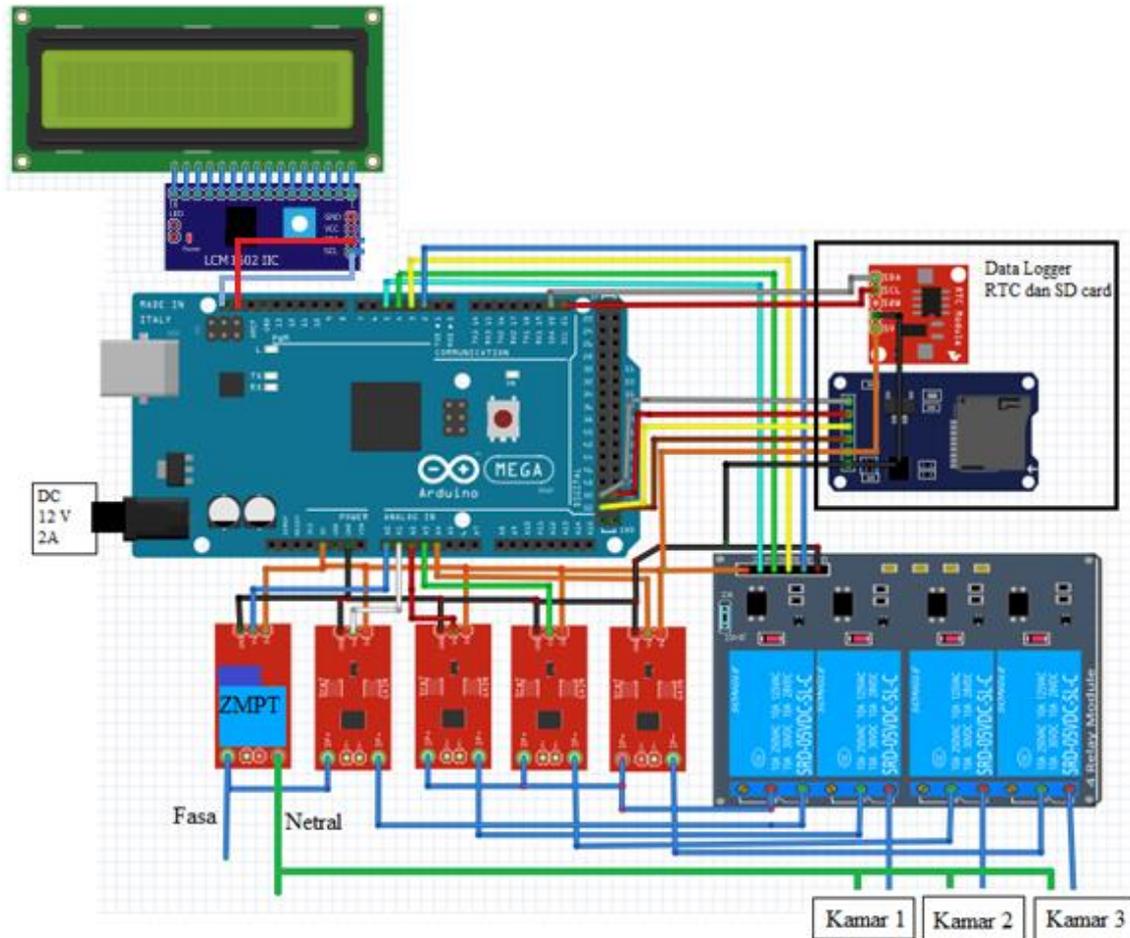


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab IV ini akan membahas mengenai pengujian dan analisis dari setiap modul yang mendukung alat yang dirancang secara keseluruhan. Pada gambar 4.1 dapat dilihat perancangan alat.



Gambar 4.1 Perancangan Alat

Gambar perancangan alat 4.1 menggunakan tegangan atau catu daya DC sebesar 12V 2A yang didapat dari *adaptor*. Arduino Mega 2560 merupakan komponen yang memproses data masukan dari 1 buah sensor tegangan ZMPT101B dan 4 buah sensor arus ACS712(20A) untuk masing-masing kamar. Kemudian arduino mega 2560 mengolah data yang diterima dari sensor sesuai dengan program yang dibuat sebelumnya, data yang diolah akan di tampilkan pada LCD dan di simpan melalui MMC secara Real time. Dengan menggunakan GSM sim 900A data yang telah diolah dapat di monitoring menggunakan SMS (*Short message service*). Selanjutnya dilakukan

pengujian-pengujian, pertama dimulai dengan uji coba setiap bagian-bagian sistem untuk memastikan setiap bagian telah bekerja dan mensinkronisasikan di tiap-tiap bagian sistem sesuai dengan fungsinya. Alat akan diuji secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang dirancang dapat memberikan hasil yang sesuai dengan harapan, dalam hal ini sesuai dengan spesifikasi yang telah ditulis. Sedangkan analisis digunakan untuk membandingkan hasil perancangan dengan hasil pengujian.

4.1 Pengujian kalibrasi

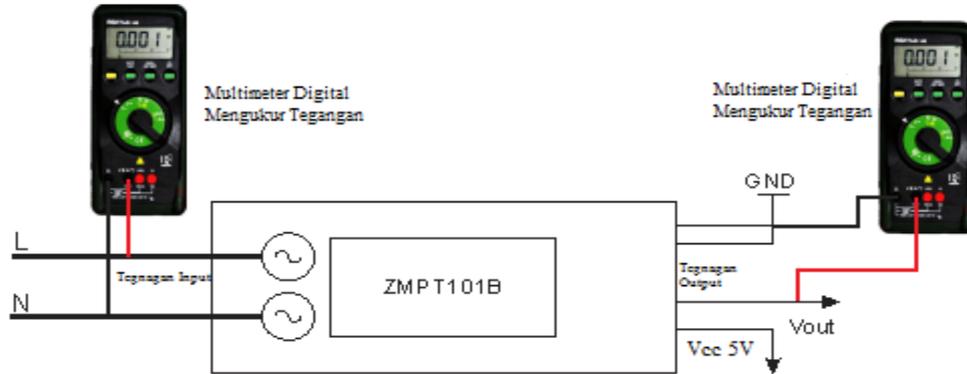
Dalam membuat sebuah alat ukur digital, sensor-sensor yang digunakan keluarannya masih berupa nilai tegangan yang relatif kecil, sehingga nilai tersebut belum dapat menunjukkan nilai besaran yang terukur sebenarnya. Pada penelitian ini menggunakan sensor tegangan ZMPT101B, saat tegangan input sebesar 220V tegangan output pada sensor akan terukur sebesar 0.331V. Hal yang sama kita dapat pada sensor arus ACS712(20) saat kenaikan nilai arus yang terukur sebesar 4.93A maka tegangan output sensor akan terukur sebesar 0.466V, maka diperlukan proses *kalibrasi* agar nilai yang terukur 0.331V akan senilai dengan 220V dan nilai 0.466V senilai dengan 4.93 A hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai pengukuran yang presisi. Sensor yang dapat bekerja dengan baik yaitu sensor yang memiliki sifat linieritas yang baik, artinya nilai output dari sensor akan naik ataupun turun sesuai dengan naik atau turunnya input dari sensor. Untuk menentukan tingkat linieritas sensor dapat dilakukan dengan mencari koefisien korelasi antara input dan output dari sensor menggunakan metode *Regresi Linier*.

Untuk melakukan kalibrasi dapat dilihat pada sub bab 3.4 perancangan perangkat keras, digunakan regulator tegangan, beban resistif murni, beban kapasitif murni, beban induktif murni dan alat ukur yang digunakan adalah Multimeter Digital LM2330 13S yang dapat mengukur arus dan tegangan, sedangkan alat ukur yang digunakan untuk pengujian daya dan factor daya adalah *Fluke Power Quality 345*.

4.1.1 Kalibrasi Sensor Tegangan ZMPT101B

Pengujian linieritas sensor tegangan dilakukan dengan cara mengukur tegangan output dan input sensor, yang berubah-ubah dengan menggunakan multimeter digital, kemudian membandingkan hasil pengukuran tegangan output dan input sensor

tegangan. Nilai tegangan input yang berubah-ubah didapat dengan menggunakan regulator tegangan. Cara pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.2.



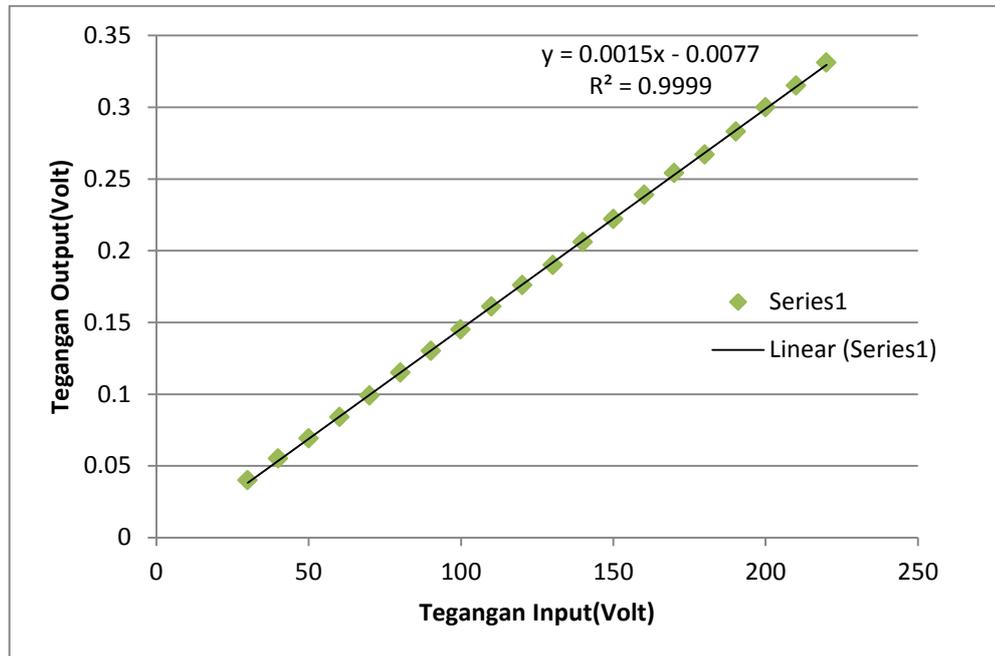
Gambar 4.2 Rangkaian pengujian sensor tegangan ZMPT101B.

Pengujian linieritas sensor tegangan bertujuan untuk mengetahui apakah sensor tegangan yang digunakan baik atau tidak, jika output linier dengan input maka sensor tegangan tersebut baik untuk digunakan

Tabel 4.1 Hasil Uji Sensor Tegangan ZMPT101B.

Uji Sensor Tegangan ZMPT101B			
No	Vinput (V)	Voutput (V)	Skala
1	30	0.04	750
2	40	0.055	727.2727
3	50	0.069	724.6377
4	60.2	0.084	716.6667
5	70	0.099	707.0707
6	80.1	0.115	696.5217
7	90.2	0.13	693.8462
8	99.9	0.145	688.9655
9	110	0.161	683.2298
10	120.2	0.176	682.9545
11	130.2	0.19	685.2632
12	140	0.206	679.6117
13	150.1	0.222	676.1261
14	160.2	0.239	670.2929
15	170	0.254	669.2913
16	180	0.267	674.1573
17	190.3	0.283	672.4382
18	200	0.3	666.6667
19	210	0.315	666.6667
20	220	0.331	664.6526
Rata-Rata			689.8166
Min			664.6526
Max			750

Untuk membuktikan apakah data pada Tabel 4.1 tersebut linier atau tidak digunakan metode regresi linier. Dengan menggunakan Microsoft Excel dapat diperoleh rumus regresi linier, koefisien korelasi R^2 , serta grafiknya. Dalam pengujian linieritas sensor tegangan ini variabel yang akan dicari tingkat linieritasnya adalah tegangan input terhadap tegangan output sensor tegangan ZMPT101B.

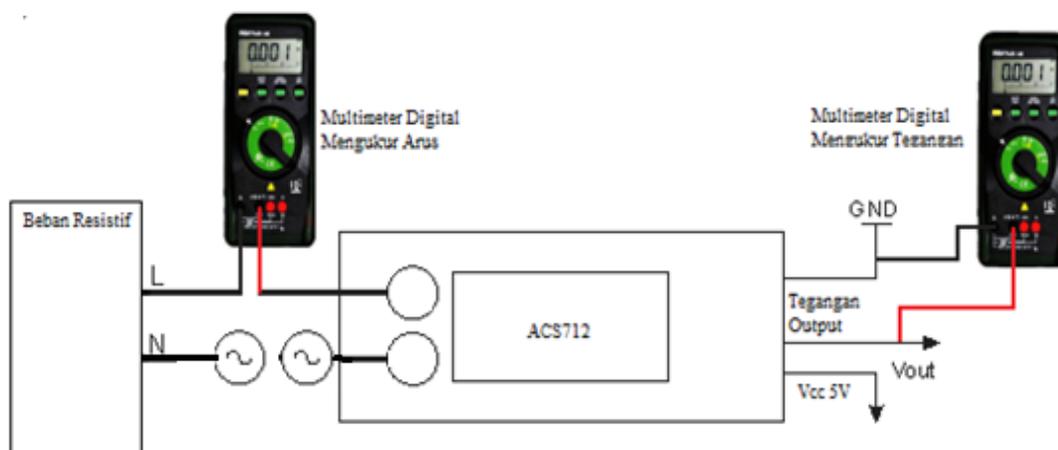


Gambar 4.3 Grafik Linieritas Sensor Tegangan.

Dari gambar 4.3 dapat dilihat nilai R^2 atau nilai korelasi untuk sensor tegangan adalah 0.9999, menurut (sugiyono, 2008) tingkat korelasi 0.80-1 memiliki tingkat hubungan liniertas yang sangat kuat dapat dilihat pada tabel 2.1.

4.1.2 Kalibrasi Sensor Arus ACS712

Pengujian linieritas sensor arus dilakukan dengan cara memberikan beban listrik yang berubah-ubah dengan sumber tegangan yang sama, selanjutnya mengukur tegangan output sensor dan arus input sensor yang berubah-ubah dengan menggunakan multimeter digital, kemudian membandingkan hasil pengukuran tegangan output sensor dan arus input sensor. Nilai beban listrik yang berubah-ubah didapat dengan menggunakan beban resistif. Cara pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Rangkaian Pengujian Sensor Arus ACS712.

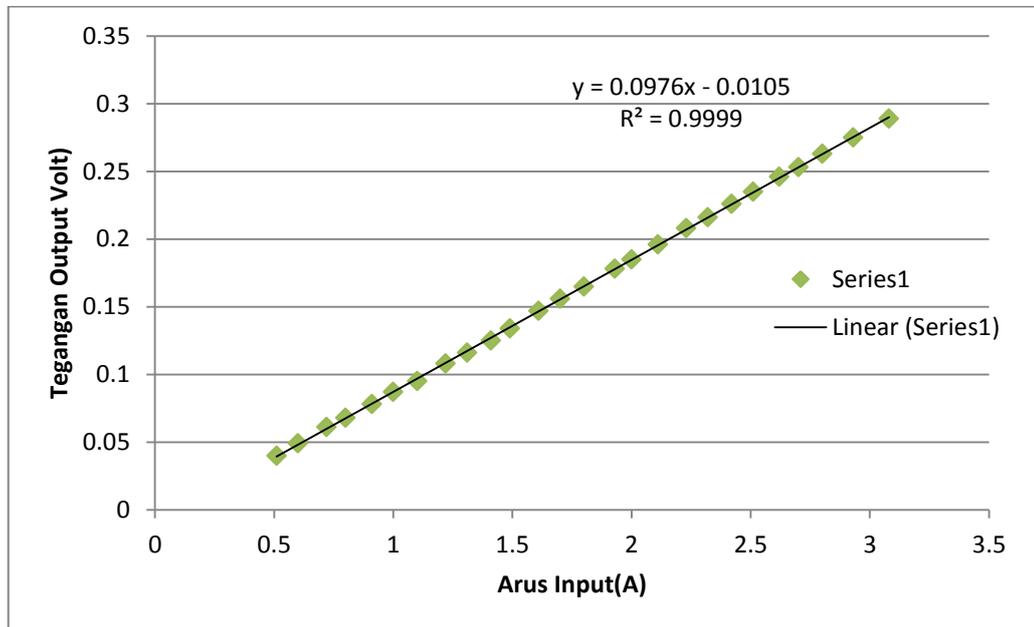
Pengujian linieritas sensor arus bertujuan untuk mengetahui apakah sensor arus yang digunakan baik atau tidak, jika output linier dengan input maka sensor arus tersebut baik digunakan, dan jika tidak linier maka tidak baik digunakan sebagai sensor arus.

Tabel 4.2 Hasil Uji Sensor Arus ACS712.

Uji Sensor Arus ACS712			
No	Input (A)	Voutput (V)	Skala
1	0.51	0.04	12.75
2	0.6	0.049	12.2449
3	0.72	0.061	11.80328
4	0.8	0.068	11.76471
5	0.91	0.078	11.66667
6	1	0.087	11.49425
7	1.1	0.095	11.57895
8	1.22	0.108	11.2963
9	1.31	0.116	11.2931
10	1.41	0.125	11.28
11	1.49	0.134	11.1194
12	1.61	0.147	10.95238
13	1.7	0.156	10.89744
14	1.8	0.165	10.90909
15	1.93	0.178	10.8427
16	2	0.185	10.81081
17	2.11	0.196	10.76531
18	2.23	0.208	10.72115
19	2.32	0.216	11.34391
20	2.42	0.226	11.34391
21	2.51	0.235	11.34391
22	2.62	0.246	11.34391
23	2.7	0.253	11.34391
24	2.8	0.263	11.28
25	2.93	0.275	11.23614
26	3.08	0.289	11.21036
Maksimum			12.75
Minimum			10.72115
Rata-Rata			11.33217

Untuk membuktikan apakah data pada Tabel 4.2 tersebut linier atau tidak digunakan metode regresi linier. Dengan menggunakan Microsoft Excel dapat diperoleh rumus regresi linier, koefisien korelasi R^2 , serta grafiknya. Dalam pengujian linieritas

sensor arus ini variabel yang akan dicari tingkat linieritasnya adalah Iinput terhadap Voutput sensor arus ACS712.



Gambar 4.5 Grafik Linieritas Sensor Arus.

Dari gambar 4.5 dapat dilihat nilai R^2 atau nilai korelasi untuk sensor tegangan adalah 0.9999, menurut (sugiyono, 2008) tingkat korelasi 0.80-1 memiliki tingkat hubungan liniertas yang sangat kuat dapat dilihat pada tabel 2.1.

4.2 Program IDE Arduino 1.6.5

Pembuatan program dimulai dari pengambilan 200 data analog masing-masing sensor arus dan sensor tegangan dalam satu periode (0,02s). Listing program arduino dapat dilihat pada gambar 4.5

```

for (int x = 0; x < 200; x++){
tegangan[x] = analogRead(A0);
arusU[x] = analogRead(A1);
arus1[x] = analogRead(A2);
arus2[x] = analogRead(A3);
arus3[x] = analogRead(A4);
}
berhenti = millis();
waktuBerhenti = berhenti - waktuMulai;
double sampling = waktuBerhenti / 1000.0;
while(waktuSampling < 100.0){
    batasData += 1;
    waktuSampling += sampling;
}

```

Gambar 4.6 Listing Program Pengambilan Data Program Arduino.

Setelah pengambilan data, kemudian dilakukan pendekatan dengan menggunakan metode trapezoidal atau biasa dikenal dengan metode trapesium. Tujuannya agar nilai yang dihasilkan memulai pembacaan dari 0-1023. Penulisan program arduino ide 1.6.5 dapat dilihat pada Gambar 4.7.

```

for(int z = 0; z < 3; z++){
  TTeg = tegangan[0] + tegangan[batasData2-1];
  TArusU = arusU[0] + arusU[batasData2-1];
  TArus1 = arus1[0] + arus1[batasData2-1];
  TArus2 = arus2[0] + arus2[batasData2-1];
  TArus3 = arus3[0] + arus3[batasData2-1];
  for (int x = 1; x < batasData2-1; x++){
    TTeg += 2 * tegangan[x];
    TArusU += 2 * arusU[x];
    TArus1 += 2 * arus1[x];
    TArus2 += 2 * arus2[x];
    TArus3 += 2 * arus3[x];
  }

  TTeg = TTeg / (batasData2*2);
  TArusU = TArusU / (batasData2*2);
  TArus1 = TArus1 / (batasData2*2);
  TArus2 = TArus2 / (batasData2*2);
  TArus3 = TArus3 / (batasData2*2);

  for (int x = 0; x < batasData2; x++){
    tegangan[x] = tegangan[x] - TTeg;
    arusU[x] = arusU[x] - TArusU;
    arus1[x] = arus1[x] - TArus1;
    arus2[x] = arus2[x] - TArus2;
    arus3[x] = arus3[x] - TArus3;
  }
  TTeg = 0;
  TArusU = 0;
  TArus1 = 0;
  TArus2 = 0;
  TArus3 = 0;
}

```

Gambar 4.7 Listing Program Arduino Trapezoidal.

Selanjutnya adalah proses konversi nilai ADC yang terbaca dengan nilai sebenarnya dan mengalikan dengan nilai kalibrasi yang didapat dari pengujian sebelumnya. Listing program pada gambar 4.8.

```

for (int x = 0; x < batasData2; x++){
  arusU[x] = (arusU[x]*5*11.33)/1023;
  arus1[x] = (arus1[x]*5*11.33)/1023;
  arus2[x] = (arus2[x]*5*11.33)/1023;
  arus3[x] = (arus3[x]*5*11.33)/1023;
  tegangan[x] = (tegangan[x]*5*689.81)/1023;
}

```

Gambar 4.8 Listing Program Arduino Konversi.

Untuk mendapatkan nilai parameter-parameter seperti Vrms, Irms, daya aktif, daya semu dan konsumsi energi dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan-persamaan yang ada pada penelitian. *Listing* program arduino ide 1.6.5 dapat dilihat pada Gambar 4.9.

```

for (int x = 0; x < batasData2; x++){
jumlahIU += (arusU[x])*(arusU[x]);
jumlahI1 += (arus1[x])*(arus1[x]);
jumlahI2 += (arus2[x])*(arus2[x]);
jumlahI3 += (arus3[x])*(arus3[x]);
jumlahV += (tegangan[x]*tegangan[x]);
}

for (int x = 0; x < batasData2; x++){
dayaU += round((arusU[x]) * (tegangan[x]));
daya1 += round((arus1[x]) * (tegangan[x]));
daya2 += round((arus2[x]) * (tegangan[x]));
daya3 += round((arus3[x]) * (tegangan[x]));
}
dayaU = dayaU / batasData2;
daya1 = daya1 / batasData2;
daya2 = daya2 / batasData2;
daya3 = daya3 / batasData2;
jumlahIU = jumlahIU / batasData2;
jumlahI1 = jumlahI1 / batasData2;
jumlahI2 = jumlahI2 / batasData2;
jumlahI3 = jumlahI3 / batasData2;
jumlahV = jumlahV / batasData2;
double IrmsU = sqrt(jumlahIU);
double Irms1 = sqrt(jumlahI1);
double Irms2 = sqrt(jumlahI2);
double Irms3 = sqrt(jumlahI3);
double Vrms = sqrt(jumlahV);
double dayaSU = IrmsU * Vrms;
double dayaS1 = Irms1 * Vrms;
double dayaS2 = Irms2 * Vrms;
double dayaS3 = Irms3 * Vrms;
double phiU = dayaU/dayaSU;
double phi1 = daya1/dayaS1;
double phi2 = daya2/dayaS2;
double phi3 = daya3/dayaS3;
double WhU = (dayaU)/(3600.0);
double Wh1 = (daya1)/(3600.0);
double Wh2 = (daya2)/(3600.0);
double Wh3 = (daya3)/(3600.0);

```

Gambar 4.9 *Listing* Program Arduino Perhitungan Besaran-Besaran Listrik.

Setelah semua parameter didapatkan maka ditampilkan pada LCD 20x4 dapat dilihat pada gambar 4.10. parameter yang di tampilkan pada LCD yaitu parameter V (Tegangan sistem), Iu (Arus utama), wh1 (Konsumsi Energi kamar 1), wh2 (Konsumsi Energi kamar 2), wh3 (Konsumsi Energi kamar 3).

```

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("V :");
lcd.print(Vrms);
lcd.print(" Iu :");
lcd.print(IrmsU);
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("Wh 2 :");
lcd.print(kWhT2);
lcd.print(" I2:");
lcd.print(Irms2);

```

Gambar 4.10 Listing Program Display LCD

4.3 Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B

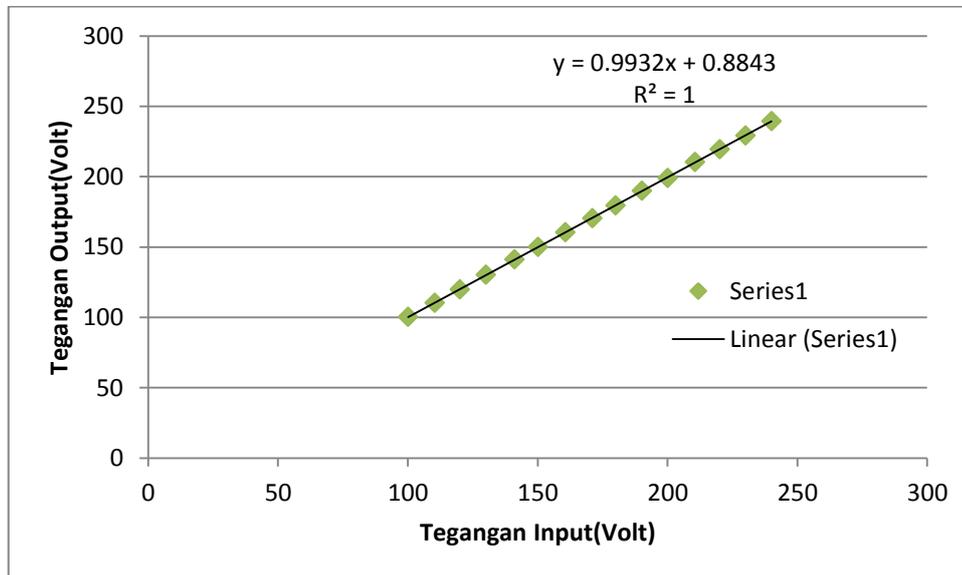
Pengujian sensor tegangan dilakukan dengan cara mengukur tegangan yang diubah dari tegangan 100V-240V dengan menggunakan sensor ZMPT101B yang dibuat dan multimeter digital, kemudian membandingkan hasil pengukuran sensor yang dibuat dengan hasil pengukuran menggunakan multimeter digital. Setelah dilakukan pengujian didapat data hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 4.3:

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Sensor Tegangan.

No	Hasil Pengukuran (Volt)		Error (%)
	Multimeter Digital	Sensor Tegangan ZMPT101B	
1	100.1	100.3	0.1998
2	110.3	110.37	0.063463
3	120	119.72	0.233333
4	130	130.35	0.269231
5	141	141.15	0.106383
6	150.1	150.05	0.033311
7	160.6	160.5	0.062267
8	171.1	170.5	0.350672
9	180	179.58	0.233333
10	190.1	189.86	0.126249
11	200	198.98	0.51
12	210.6	210.4	0.094967
13	220.1	219.51	0.26806
14	230	229.19	0.352174
15	240	239.36	0.266667
MAKSIMUM			0.51
MINIMUM			0.033311
RATA-RATA			0.211327

Tabel 4.3 didapat selisih hasil pengukuran antara pengukuran sensor ZMPT101B dengan hasil pengukuran multimeter digital. Didapat nilai persentasi kesalahan (*Error*) dalam pengujian sensor tegangan tersebut dengan *Error* maksimum sebesar 0.51%, *error* minimum sebesar 0.03% dan rata-rata *Error* adalah 0.21% . Sehingga dengan mengacu pada bab 2.2.12 sensor tegangan yang dibuat masuk pada kelas 0,2 yang memiliki tingkat ketelitian dan presisi yang tertinggi. Untuk

memudahkan dalam melihat selisih hasil pengukuran dibuat grafik yang ditampilkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.11 Grafik Hasil Pengujian Sensor Tegangan.

Gambar 4.11 merupakan grafik hasil pengujian sensor tegangan yang dibuat, dari grafik tersebut didapat selisih pengukuran antara sensor tegangan yang dibuat sangat kecil jika dibandingkan dengan pengukuran menggunakan alat ukur multimeter digital yang sudah ada. Dari hasil pengujian sensor tegangan tersebut dapat disimpulkan bahwa sensor yang dibuat berhasil dan baik digunakan untuk sistem monitoring pada penelitian ini.

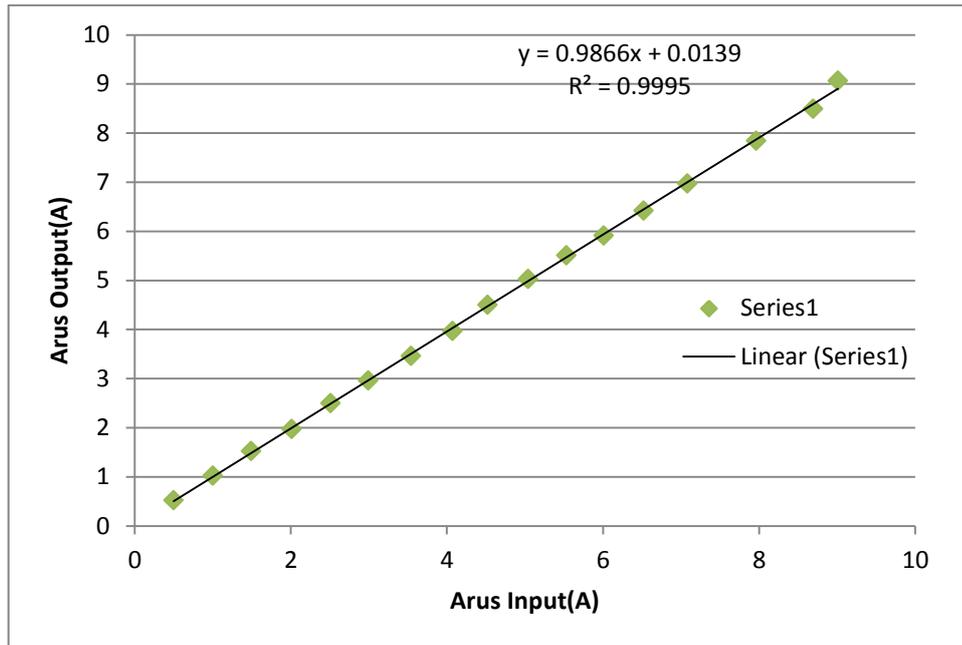
4.4 Pengujian Sensor Arus ACS712(20A)

Pengujian sensor arus dilakukan dengan cara mengukur arus yang diberikan beban listrik yang berubah-ubah dengan menggunakan sensor yang dibuat dan multimeter digital, kemudian membandingkan hasil pengukuran menggunakan sensor yang dibuat dengan hasil pengukuran menggunakan multimeter digital. Nilai beban listrik yang berubah-ubah menggunakan beban resistif. Setelah dilakukan pengujian sensor arus didapat data hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Sensor Arus.

No	Hasil Pengukuran		Error (%)
	Multimeter Digital (A)	Sensor Arus ACS712	
1	0.5	0.52	4
2	1	1.02	2
3	1.49	1.52	2.013
4	2.01	1.97	1.99
5	2.51	2.5	0.398
6	2.99	2.96	1.003
7	3.54	3.46	2.26
8	4.07	3.97	2.457
9	4.52	4.5	0.442
10	5.04	5.03	0.198
11	5.53	5.51	0.362
12	6.01	5.91	1.664
13	6.52	6.42	1.534
14	7.08	6.97	1.554
15	7.96	7.84	1.508
16	8.69	8.49	2.301
17	9.01	9.062	0.577
Maksimum			4
Minimum			0.198
Rata-rata			1.545

Tabel 4.4 didapat selisih hasil pengukuran antara hasil pengukuran sensor yang dibuat dengan hasil pengukuran multimeter digital. Didapat nilai persentase kesalahan (*Error*) dalam pengujian sensor arus tersebut. Didapat *Error* maksimum sebesar 4%, *error* minimum sebesar 0.198% dan rata-rata *Error* adalah 1.545%. Sehingga dengan mengacu pada bab 2.2.8 sensor arus yang dibuat masuk pada kelas 1.5 yang memiliki tingkat ketelitian dan presisi yang kurang, namun masih bisa digunakan dalam penelitian ini. Untuk memudahkan dalam melihat selisih hasil pengukuran dibuat grafik yang ditampilkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengujian Sensor Arus.

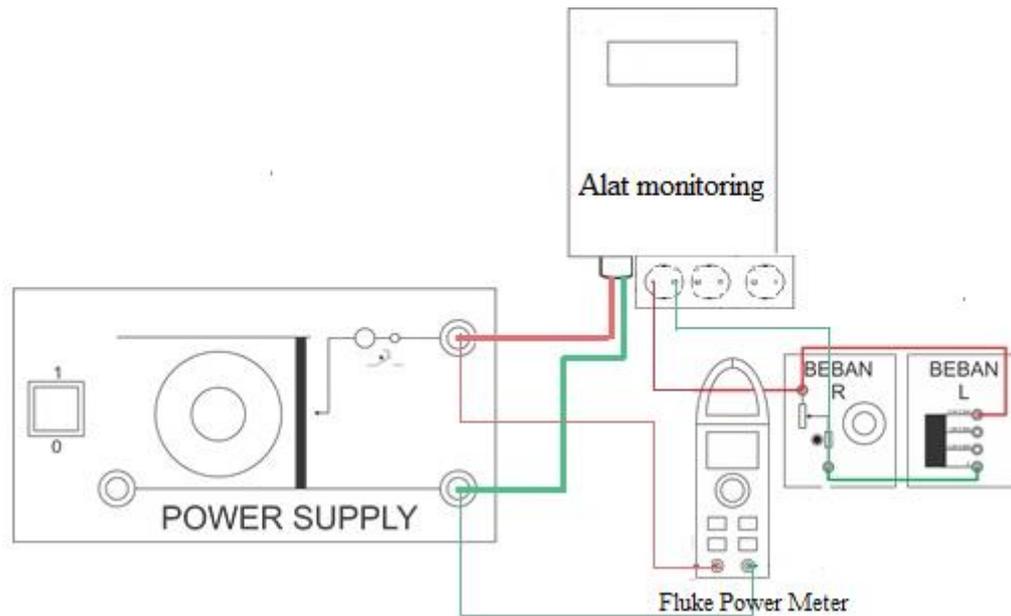
Gambar 4.12 merupakan grafik hasil pengujian sensor arus yang dibuat, dari grafik tersebut didapat selisih pengukuran antara sensor arus yang dibuat cukup kecil jika dibandingkan dengan pengukuran menggunakan alat ukur multimeter digital yang sudah ada. Dari hasil pengujian sensor arus tersebut dapat disimpulkan bahwa sensor yang dibuat berhasil dan baik digunakan untuk sistem monitoring pada penelitian ini.

4.5 Pengujian sistem

Pengujian ini dilakukan di Lab. Sistem Tenaga Listrik FT-Unram. Langkah pertama adalah memasang *Hardware* yang dibuat pada regulator tegangan sebelum masuk ke beban, selanjutnya pembuatan program aritmatika untuk mencari nilai besaran-besaran listrik, dan langkah terakhir adalah menampilkan besaran-besaran listrik pada layar LCD secara *real time* dan menyimpannya pada *sd card* menggunakan pemograman IDE arduino. Dalam pengujian ini, besaran-besaran listrik yang dicari yaitu Tegangan (Vrms), Arus (Irms), Faktor Daya (PF), Daya Aktif (P) dan Energi (wh) Pengujian dilakukan menggunakan kombinasi beban resistor-induktor, kombinasi beban beban rumah tangga menggunakan alat ukur *Fluke Power Quality 345*.

4.5.1 Pengujian Sistem Monitoring Kombinasi Beban Resistor dan Induktor

Pengambilan data pengujian sistem monitoring dilakukan dengan sumber tegangan power supply, beban resistif dan beban induktif yang bervariasi. Pengujian ini dilakukan untuk melihat kinerja dari sistem monitoring yang dibuat. Rangkaian pengujian sistem monitoring kombinasi beban resistor dan beban induktor dapat dilihat pada Gambar 4.12.



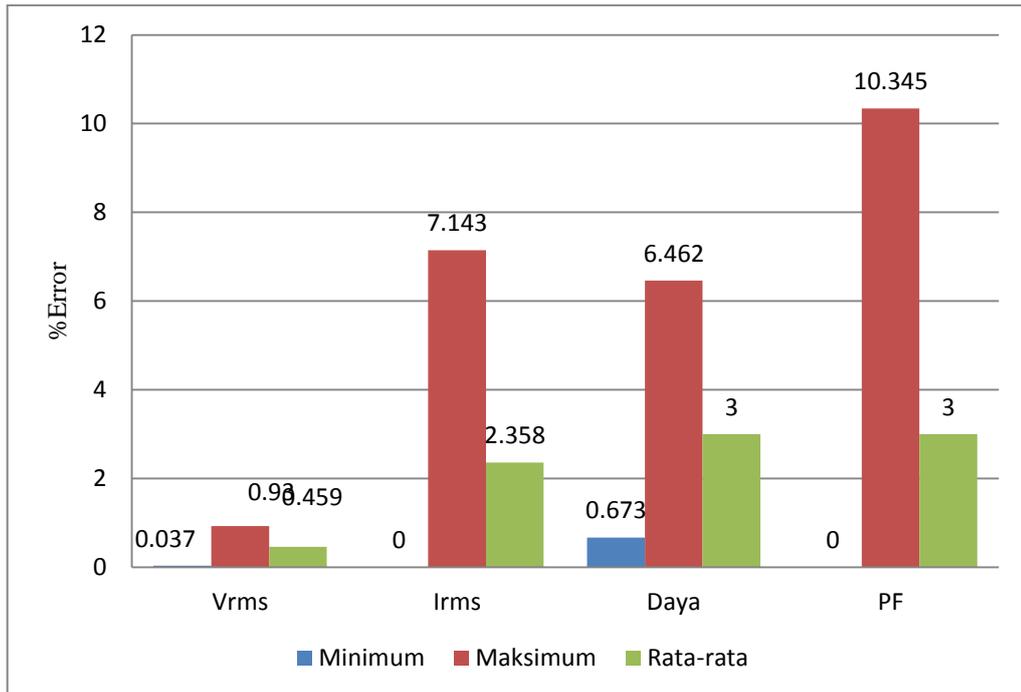
Gambar 4.13 Rangkaian Pengujian Beban Resistor Dan Beban Induktor.

Gambar 4.13 terdiri dari power supply, alat yang dibuat (sistem monitoring), alat ukur, dan kombinasi beban resistor dan beban induktor. Dari rangkaian tersebut dapat dilakukan pengujian dengan beban resistor dan beban induktor. Hasil dari pengujian sistem monitoring dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sistem Monitoring Kombinasi Beban Resistor Dan Induktor.

No	Beban		Alat Ukur				Alat Monitoring				%Error			
	R (Ω)	L(H)	Vrms	Irms	Daya	PF	Vrms	Irms	Daya	PF	Vrms	Irms	Daya	PF
1	250	2.4	220.8	0.88	188	0.94	219.4	0.89	180.52	0.9	0.634	1.136	3.979	4.255
2		4.8	221.1	0.86	185	0.98	219.99	0.85	187.96	0.96	0.502	1.163	1.6	2.041
3		6	221	0.85	186	0.98	220.65	0.88	187.252	0.97	0.158	3.529	0.673	1.02
4	500	2.4	221.5	0.5	91	0.87	219.44	0.5	85.12	0.78	0.93	0	6.462	10.345
5		4.8	221.6	0.44	93	0.94	220.86	0.46	91.2	0.9	0.334	4.545	1.935	4.255
6		6	221	0.42	97	0.96	219.71	0.45	91	0.92	0.584	7.143	6.186	4.167
7	700	2.4	216.3	3.52	758	0.99	214.96	3.48	733.525	0.98	0.62	1.136	3.229	1.01
8		4.8	216.3	3.5	757	0.99	216.38	3.46	742.605	0.99	0.037	1.143	1.902	0
9		6	216.5	3.5	757	0.99	215.79	3.45	748.585	0.99	0.328	1.429	1.112	0
Minimum											0.037	0	0.673	0
Maksimum											0.93	7.143	6.462	10.345
Rata-rata											0.45	2.35	3.00	3.00

Pengambilan data pengujian sistem monitoring yang dibuat menggunakan kombinasi beban RL dengan alat ukur *Fluke Power Quality 345* dapat dilihat pada Tabel 4.5, hal ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem monitoring yang dibuat dapat bekerja dengan baik atau tidak. Hasil pengujian didapat selisih pengukuran antara sistem monitoring yang dibuat dengan pengukuran alat ukur. Persentase Error rata-rata yang didapat Vrms sebesar 0,45%, Irms sebesar 2,35%, Daya 3,00% dan PF 3,00% .

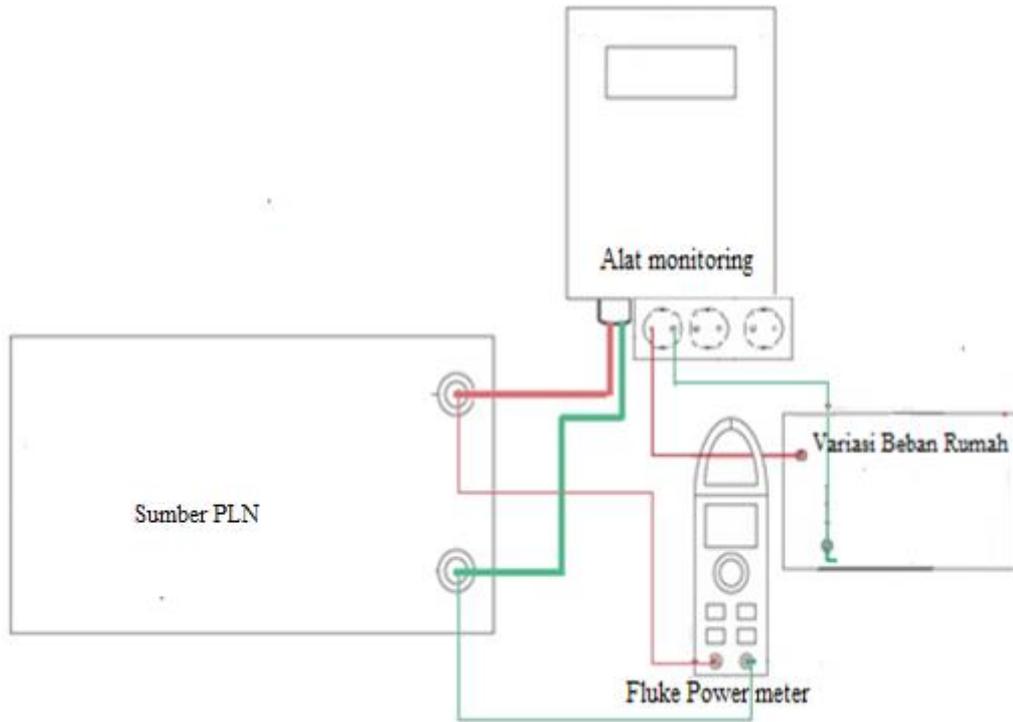


Gambar 4.14 Grafik Error Beban Resistor Dan Beban Induktor

Pada gambar 4.14 dapat dilihat nilai error maksimum di dapatkan lebih dari 10% dengan nilai Error minimum mencapai 0% dan Error rata-rata tidak lebih dari 3% nilai ini didapatkan dengan membandingkan alat monitoring dengan alat ukur *Fluke Power Quality 345*.

4.5.2 Pengujian Sistem Monitoring Beban Rumah Tangga

Pengambilan data pengujian sistem monitoring dilakukan dengan sumber tegangan power supply, beban resistif dan beban induktif yang bervariasi. Pengujian ini dilakukan untuk melihat kinerja dari sistem monitoring yang dibuat. Rangkaian pengujian sistem monitoring kombinasi beban resistor dan beban induktor dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Rangkaian Pengujian Beban Rumah Tangga

Gambar 4.15 terdiri dari Sumber PLN, alat yang dibuat (sistem monitoring), alat ukur dan beban rumah tangga. Dari rangkaian tersebut dapat dilakukan pengujian beban rumah tangga. Hasil dari pengujian sistem monitoring dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Sistem Monitoring Kombinasi Beban Rumah Tangga

No	Beban	Alat Ukur				Alat Monitoring				%Error			
		Vrms	Irms	Daya	PF	Vrms	Irms	Daya	PF	Vrms	Irms	Daya	PF
1	Kipas Angin	234.4	0.41	90	0.93	234.59	0.44	91.67	0.89	0.081	7.317	1.856	4.301
2	Hair Dryer	215.7	2.65	572	0.99	215.6	2.65	572.55	1	0.046	0	0.096	1.01
3	Strika	218.5	1.54	334	0.99	217.56	1.55	337.82	1	0.43	0.649	1.144	1.01
4	Printer	216.7	3.02	654	0.996	215.22	2.96	638.94	1	0.683	1.987	2.303	0.402
5	Dispenser(cool)	231.2	0.46	62	0.59	231.35	0.46	63.81	0.61	0.065	0	2.919	3.39
6	Dispenser(Hot)	222.4	1.59	354	0.99	221.81	1.6	355.6	1	0.265	0.629	0.452	1.01
7	Dispenser(cool+Hot)	220.07	1.91	413	0.98	220.93	1.89	413.35	0.99	0.391	1.047	0.085	1.02
8	Heater	213.8	4.08	873	0.99	214.09	4.07	872.73	1	0.136	0.245	0.031	1.01
9	rice cooker	216.9	1.54	333	0.99	217.15	1.55	337.2	1	0.115	0.649	1.261	1.01
10	bohlamp 1x20w	235.5	0.2	44	0.91	235.95	0.19	42.91	0.99	0.191	5	2.477	8.791
11	bohlamp 100w	235.2	0.42	98	0.98	235.56	0.43	100.94	1	0.153	2.381	3	2.041
12	L.philps ML 160 w	233.9	0.83	191	0.99	233.68	0.84	191.43	1	0.094	1.205	0.225	1.01
13	L.philps Helix 52 W	235.5	0.39	55	0.6	236.05	0.38	54.87	0.66	0.234	2.564	0.236	10
Minimum										0.046	0	0.031	0.402
Maksimum										0.683	5	3	10
Rata-rata										0.28	1.661	1.265	1.735

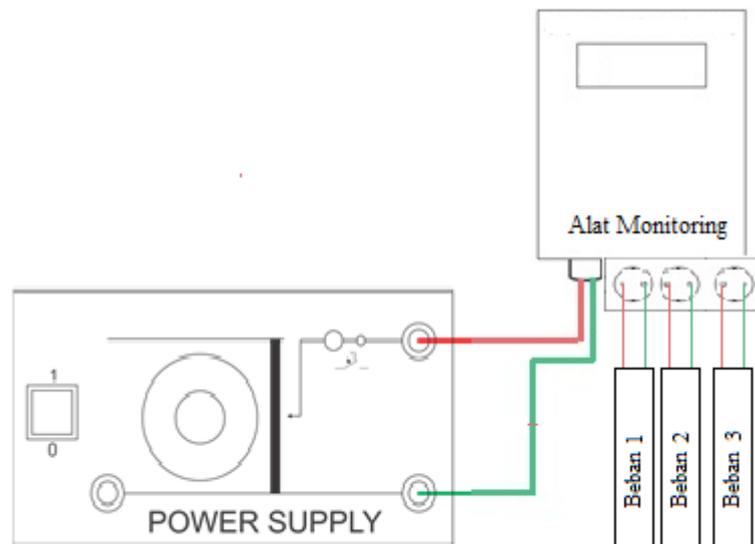
Pengambilan data pengujian sistem monitoring yang dibuat menggunakan beban Rumah tangga dengan alat ukur *Fluke Power Quality 345* dapat dilihat pada Tabel 4.6, hal ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem monitoring yang dibuat dapat bekerja dengan baik atau tidak dengan menggunakan beban rumah tangga. Hasil pengujian didapat selisih pengukuran antara sistem monitoring yang dibuat dengan pengukuran alat ukur *Fluke Power Quality 345* . Persentase Error rata-rata yang didapat Vrms sebesar 0,28%, Irms sebesar 1,661%,Daya 1,265% dan PF 1,735% .

4.5.3 Pengujian Konsumsi Energi (*Watt hours*)

Pengujian konsumsi energi ini dilakukan dengan cara mengukur waktu penggunaan energi listrik dan mengukur daya yang digunakan selanjutnya data-data tersebut di masukan kedalam persamaan.

$$Wh = P \times \frac{t}{3600}$$

Dengan menggunakan persamaan diatas digunakan untuk membandingkan nilai pengukuran pada alat monitoring. Rangkaian pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.16.



Gambar 4.16 Rangkaian Pengujian Konsumsi Energi.

Gambar 4.16 terdiri dari Sumber PLN, alat yang dibuat (sistem monitoring), alat ukur dan beban rumah tangga. Dari rangkaian tersebut dapat dilakukan pengujian konsumsi Energi menggunakan variasi beban rumah tangga untuk semua kamar. Hasil dari pengujian sistem monitoring dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Konsumsi Wh(*Watt Hours*)

Utama			Kamar 1		Kamar 2		Kamar 3		Hitung Energi				Error Energi(%)			
waktu(s)	Daya	Energi	Daya	Energi	Daya	Energi	Daya	Energi	U	1	2	3	U	1	2	3
580	477.92	78.89	344	56.59	110.21	18.31	25.25	4.33	77	55.42	17.76	4.07	2.4	2.06	3.03	6.05
678	477.94	93.11	345.38	66.87	66.12	13.6	71.71	13.7	90.01	65.05	12.45	13.51	3.33	2.73	8.43	1.42
573	710	114.05	632	100.39	24	3.65	68.49	10.58	113.01	100.59	3.82	10.9	0.91	0.2	4.66	3.03
551	710.44	111.28	631	98.97	22.54	3.47	66	10.58	108.74	96.58	3.45	10.1	2.29	2.42	0.58	4.52
Rata-rata													2.231	1.852	4.174	3.757

Dari data table 4.7 dapat dilihat hasil pengukuran Wh(*watt hours*) yang di bandingkan dengan hasil hitung memiliki selisih yang kecil dengan rata-rata error yang di hasilkan pada Kamar (Utama) 2.231%, Kamar (1) 1.852%, Kamar (2) 4.174% dan Kamar (3) 3.757 %,.. Dari nilai data rata-rata Error yang didapat disimpulkan dengan mengacu pada bab 2.2.4 masuk pada kelas 5 yang memiliki tingkat ketelitian dan presisi yang kurang, namun masih bisa digunakan dalam penelitian ini.

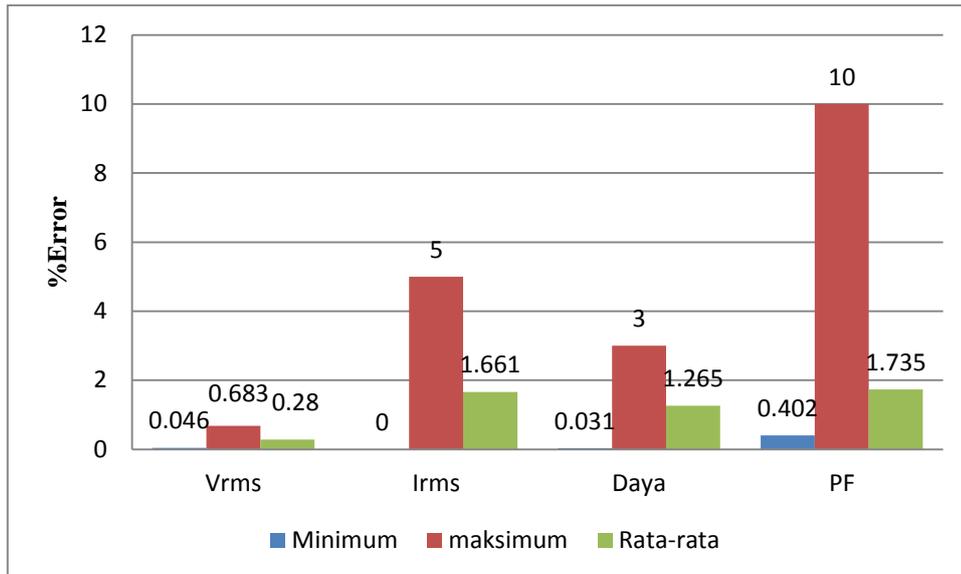
4.5.4 Analisis Pengukuran

Pada bab ini menunjukan kesalahan Error pembacaan alat monitoring yang dibuat yang telah dilakukan pengujian membandingkan dengan alat ukur yang ada dan perhitungan. Menurut Waluyanti (2008), Dalam melakukan pengukuran hal yang cukup sulit adalah mengetahui apakah nilai hasil pengukuran merupakan nilai yang benar, karena setiap pengukuran yang menggunakan alat ukur hanya dapat menghasilkan nilai perkiraan. Dengan demikian dalam merancang sebuah alat ukur harus ada nilai pembanding yang bisa didapat dari hasil perhitungan atau dari hasil pengukuran menggunakan alat ukur yang telah diakui kemampuannya. Nilai pembanding tersebut digunakan untuk mengetahui besar kesalahan dalam pengukuran (*Error*), sehingga dapat diketahui tingkat ketelitian alat ukur yang dibuat yang selanjutnya akan menentukan kualitas dari alat ukur tersebut

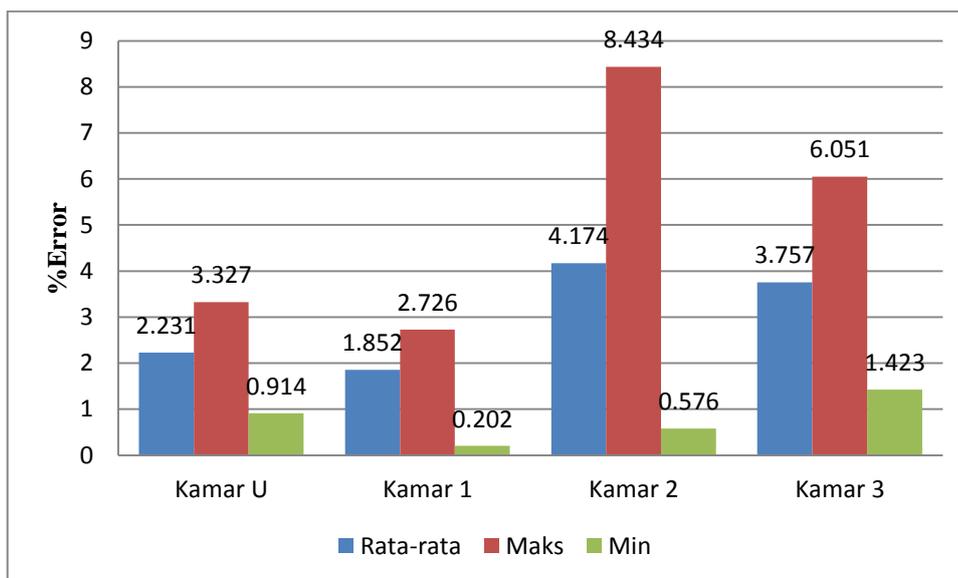
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Besaran Listrik alat Monitoring

NO	Besaran	Satuan	%Error		
			Maksimum	Minimum	Rata-rata
1	Tegangan	Volt(V)	0.21	0.046	0.28
2	Arus	Ampere(A)	5	0	1.661
3	Daya	Watt	3	0.031	1.265
4	Pf	-	10	0.402	1.735
5	Energi U	Watt/Hours	3.327	0.914	2.231
6	Energi 1	Watt/Hours	2.726	0.202	1.852
7	Energi 2	Watt/Hours	8.434	0.576	4.174
8	Energi 3	Watt/Hours	6.051	1.423	3.757

Dari tabel 4.8 dapat dilihat hasil pengujian besaran listrik menggunakan alat monitoring yang dibandingkan dengan alat ukur *Fluke Power Quality 345* dan hasil perhitungan didapatkan hasil Error rata-rata Tegangan 0.210%, Arus 1.545%, Daya 1.265%, Pf 1.735%, Energi U (Kamar utama) 2.231%, Energi 1 (Kamar 1) 1.852%, Energi 2 (Kamar 2) 4.174% dan Energi 3 (Kamar 3) 2.231%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.17 dan Gambar 4.18.



Gambar 4.17 Grafik Error Monitoring Besaran Listrik Rumah Tangga



Gambar 4.18 Grafik Error Pengukuran Energi

Dapat dilihat pada Gambar 4.17 dan Gambar 4.18 Mengacu pada bab 2.2.8 masuk pada kelas 2.5 yang memiliki tingkat ketelitian dan presisi yang kurang, namun masih bisa digunakan dalam penelitian ini.

4.5.5 Pengujian Modul SIM900

Pengujian Modul SIM900 bertujuan untuk mengetahui apakah modul dapat bekerja mengirim besaran-besaran listrik untuk monitoring data dan mengontrol sistem seperti yang dijelaskan pada bab 3.3.

4.5.5.1 Pengujian monitoring pengguna Energi menggunakan sms

Pada pengujian ini bertujuan agar besaran-besaran Waktu, Tegangan, Arus, Daya, Power Faktor(PF) ,Konsumsi Energi(wh)yang ingin di montoring dapat di pantau dengan menggunakan SMS dari jarak jauh .dengan *listing* program pada gamabar 4.19

```
if (!strcmp(smsbuffer, "data2")) {
    char nilaiA[10];
    char nilaiV[10];
    char nilaiD[10];
    char nilaiK[10];
    char nilaiP[10];
    char nilaiW[10];
    char nilaiT[15];
    char nilaiR[15];
    String(waktu).toCharArray(nilaiW,10);
    String(tanggal).toCharArray(nilaiT,15);
    String(IrmsU).toCharArray(nilaiA,10);
    String(Vrms).toCharArray(nilaiV,10);
    String(dayaU).toCharArray(nilaiD,10);
    String(kWhTU).toCharArray(nilaiK,10);
    String(phiU+0.05).toCharArray(nilaiP,10);
    String(relayU).toCharArray(nilaiR,15);
    char pesan[110] = " ";
    strcat(pesan, nilaiW);
    strcat(pesan, " \n");
    strcat(pesan, nilaiT);
    strcat(pesan, " \nDaya : ");
    strcat(pesan, nilaiA);
    strcat(pesan, " \nArus : ");
    strcat(pesan, nilaiV);
    strcat(pesan, " \nTegangan : ");
    strcat(pesan, nilaiD);
    strcat(pesan, " \n KWH : ");
    strcat(pesan, nilaiK);
    strcat(pesan, " \n PF : ");
    strcat(pesan, nilaiP);
    strcat(pesan, "\nStatus : ");
    strcat(pesan, nilaiR);
    sms.SendSMS(n,pesan);
}
```

Gambar 4.19 *Listing* Program Monitoring Besaran Listrik Pada Data 2

Gambar 4.19 listing program pemantauan energi listrik untuk kamar 2 sehingga besar-besaran listrik pada kamar 2 akan terpantau menggunakan SMS(*shot message service*).dengan langkah sebagai berikut :

1. Menulis pesan dengan karakter “Data 2” atau karakter lainnya yang ada pada tabel 3.5-3.6.
2. Selanjutnya mengirim kan sms ke no 087760150741 beberapa sat kemudian akan ada sms balasan yang berisikan data besaran listrik seperti gambar 4.20.



Gambar 4.20 Hasil monitoring besaran listrik pada data 2

Pada gambar 4.20 hasil monitoring pada jam 16:35:22 tanggal 27/12/2017 daya yang sedang digunakan sebesar 302.73 watt ,tegangan 224,06, arus 1.45 data diatas merupakan data monitoring secara *realtime* dapat dilihat hasil pengukuran yang ada di *display*.

4.5.5.2 Pengujian Sistem mematikan ruangan menggunakan SMS

Pada pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang di buat dapat berjalan dengan baik sehingga dapat digunakan untuk mengotrol ruangan menggunakan *SMS*. Listing program dapat dilihat pada Gambar 4.21.

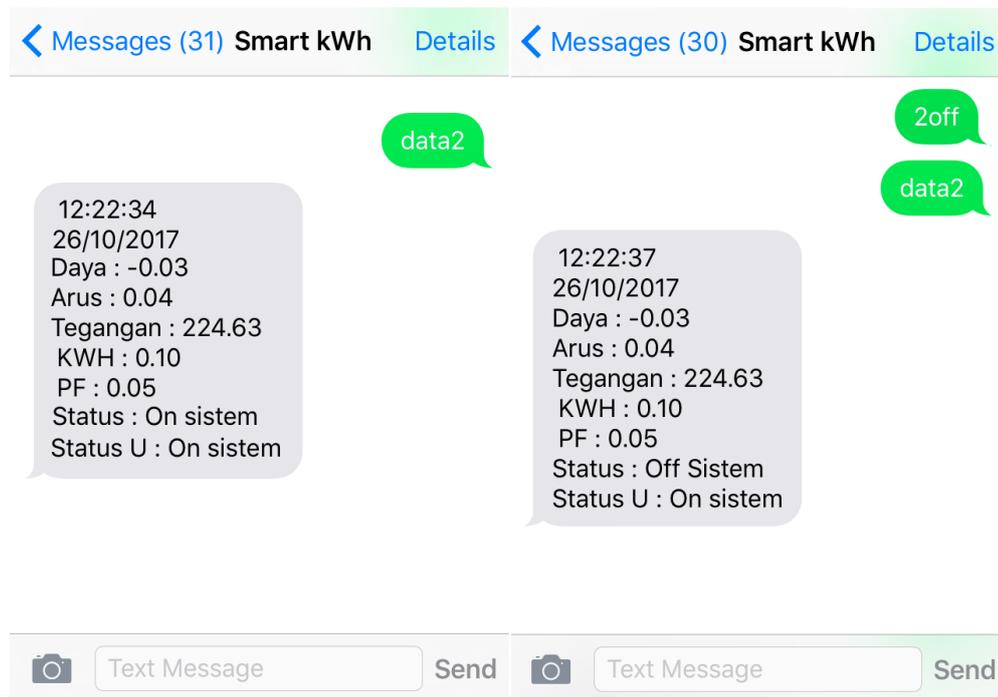
```

int pos = 0;
if (started) {
    pos = sms.IsSMSPresent(SMS_ALL);
    if (pos) {
        sms.GetSMS(pos, n, 20, smsbuffer, 160);
        if (!strcmp(smsbuffer, "1on")) {
            matiU = false;
            waktuU = 0;
        }
        if (!strcmp(smsbuffer, "1off")) {
            matiU = true;
        }
        if (!strcmp(smsbuffer, "2on")) {
            matil = false;
        }
        if (!strcmp(smsbuffer, "2off")) {
            matil = true;
        }
    }
}

```

Gambar 4.21 Listing Program pengontrol ruangan

Hasil mengontrol ruangan menggunakan SMS dimana ruangan yang dikontrol adalah kamar 2. hasil pengontrol dapat dilihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Hasil Pengujian Pengontrol Ruangan Menggunakan SMS

Pada gambar 4.17 hasil pengujian pengontrol ruangan menggunakan sms dapat berjalan baik dimana pada jam 12:22:34 pembacaan data dengan status On sistem, selanjutnya pada jam 12:22:37 ruangan di matikan dengan intruksi *2off* yang berarti ruangan off dapat kita lihat pada gambar monitoring dengan status Off Sistem.