

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dan analisis dilakukan untuk menganalisis alat yang telah dirancang dan direalisasikan apakah telah bekerja sesuai perancangan. Pengujian dilakukan tiap-tiap blok dengan tujuan untuk mengamati apakah tiap blok rangkaian sudah sesuai dengan perancangan, baru kemudian dilanjutkan dengan pengujian secara keseluruhan sistem. Adapun pengujian yang perlu dilakukan sebagai berikut:

1. Pengujian rangkaian sensor tegangan.
2. Pengujian rangkaian pengondisi sinyal sensor tegangan.
3. Pengujian rangkaian sensor arus.
4. Pengujian rangkaian pengondisi sinyal sensor arus.
5. Pengujian pengukuran nilai arus, tegangan, dan daya pada beban resistor geser.
6. Pengujian kestabilan pengukuran nilai arus, tegangan, dan daya pada beban peralatan listrik.
7. Pengujian pengukuran energi
8. Pengujian jarak modul wifi ESP8266.
9. Pengujian *updating* data.
10. Pengujian keseluruhan sistem.

4.1 Pengujian Rangkaian Sensor Tegangan

- **Tujuan**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian sensor tegangan dapat menampilkan nilai tegangan untuk masukan rps sensor tegangan.

- **Peralatan**

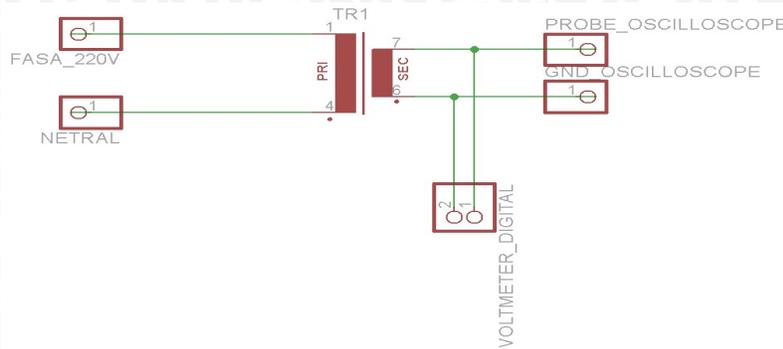
Alat yang digunakan dalam pengujian rangkaian sensor tegangan antara lain:

1. *Transformer Step-Down*
2. Voltmeter
3. Oscilloscope
4. Kabel Secukupnya

- **Prosedur Pengujian**

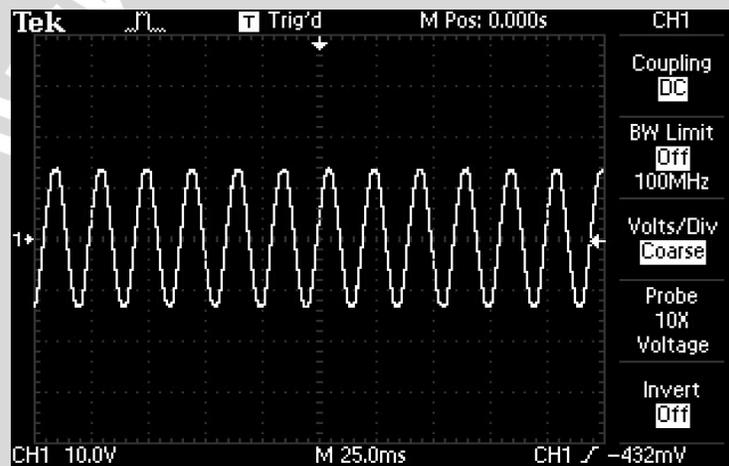
Pada pengujian kali ini hal pertama yang dilakukan adalah merangkai peralatan yang digunakan seperti pada Gambar 4.1. Setelah rangkaian terbentuk melihat nilai tegangan yang keluar pada sensor tegangan menggunakan Voltmeter kemudian

mencatat nilai yang ditunjukkan Voltmeter. Setelah itu melihat bentuk sinyal keluaran sensor tegangan pada Oscilloscope.



Gambar 4.1 Rangkaian pengujian sensor tegangan

- **Data Hasil Pengujian dan Analisis**



Gambar 4.2. Sinyal keluaran rangkaian sensor tegangan

Dari Oscilloscope dapat dilihat bahwa sinyal keluaran *Transformator Step-Down* yang dihasilkan memiliki tegangan puncak 14 V_{AC} dan tegangan puncak-puncaknya 28 V_{AC}. Dari pengujian rangkaian sensor tegangan didapat tegangan keluaran dari *Transformator Step-Down* adalah 9.8 V. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa tegangan *output* dari *Transformator Step-Down* dapat dijadikan masukan pada rps sensor tegangan karena terbaca 9.8 V dan tegangan puncak sebesar 14 V.

4.2 Pengujian Rangkaian Pengondisi Sinyal Sensor Tegangan

- **Tujuan**

Pengujian ini bertujuan untuk melihat bentuk sinyal keluaran dari *Transformator Step-Down* apakah sudah dapat menjadi data masukan sinyal tegangan pada Mikrokontroler.

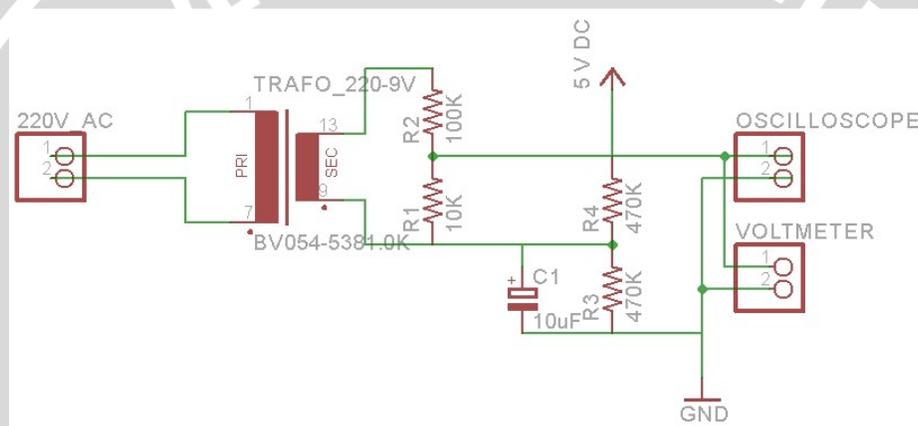
- **Peralatan**

Alat yang digunakan dalam pengujian rangkaian dc bias sensor tegangan antara lain:

1. *Transformator Step-Down*
2. Voltmeter
3. Oscilloscope
4. Kabel Secukupnya

- **Prosedur Pengujian**

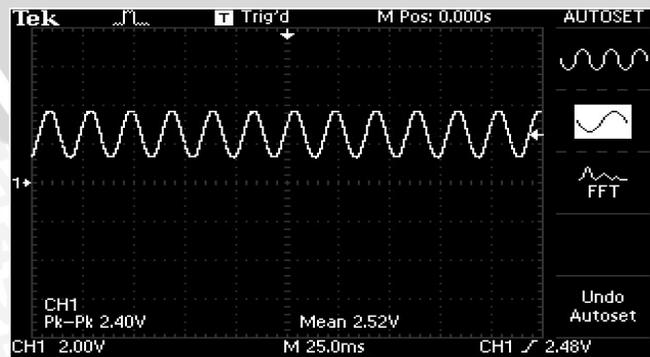
Pada pengujian kali ini hal pertama yang dilakukan adalah merangkai peralatan yang digunakan seperti pada Gambar 4.3. Setelah rangkaian terbentuk mencatat nilai tegangan yang tertera pada Voltmeter yang dipasangkan pada keluaran rangkaian pengondisi sinyal. Setelah itu melihat bentuk sinyal keluaran sensor tegangan pada Oscilloscope.



Gambar 4.3. Rangkaian pengujian Rangkaian Pengondisi Sinyal Sensor Tegangan

- **Data Hasil Pengujian dan Analisis**

Dari data hasil pengujian didapatkan nilai keluaran yang terukur pada voltmeter untuk keluaran sensor tegangan sebesar $9,8 V_{AC}$ dan keluaran pada rangkaian pengondisi sinyal sensor tegangan sebesar $2,49 V_{DC}$. Bentuk sinyal keluaran dari rangkaian pengondisi sinyal dapat terlihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Sinyal keluaran rangkaian DC Bias sensor tegangan

Berdasarkan data hasil pengujian rangkaian DC Bias untuk sensor tegangan, bentuk sinyal yang dikeluarkan rangkaian ini memiliki tegangan puncak-puncak 2,4 V dan titik tengah sinyal berada pada 2,45 V. bentuk sinyal memiliki titik puncak atas dan bawah yang bernilai +3,72 V dan +1,18 V. Dari hasil keluaran ini maka sinyal tegangan dapat dijadikan sebagai masukan ke Mikrokontroler sebagai data dari nilai tegangan yang akan diubah ke bentuk digital melalui pin analog Atmega32.

4.3 Pengujian Rangkaian Sensor Arus

- **Tujuan**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai keluaran dari sensor arus yang berbentuk sinyal tegangan apakah berubah secara linear terhadap perubahan arus yang diukur atau tidak.

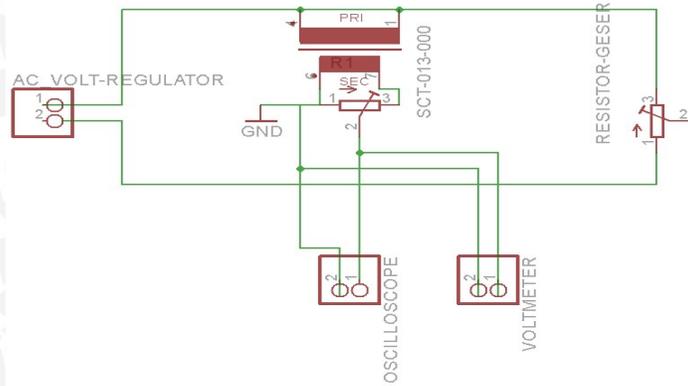
- **Peralatan**

Alat yang digunakan dalam pengujian rangkaian sensor arus antara lain:

1. AC Voltage Regulator
2. Oscilloscope
3. SCT-013-000
4. Resistor geser
5. Kabel Secukupnya

- **Prosedur Pengujian**

Pada pengujian kali ini hal pertama yang kita lakukan adalah dengan membentuk rangkaian seperti pada Gambar 4.5 dengan menjepitkan sensor arus SCT-013-000 pada kabel yang menghubungkan antara resistor geser dengan AC voltage regulator. Masang Voltmeter secara paralel pada masukan dari kabel sumber ke beban untuk mengetahui nilai tegangan yang mengalir pada beban berupa resistor geser. Mencatat keluaran nilai tegangan dari sensor arus menggunakan Voltmeter dengan perubahan nilai beban yang bervariasi dengan kenaikan arus beban 0,3 A. lalu mengamati bentuk sinyal keluaran dari sensor menggunakan Oscilloscope dengan menambahkan resistor yang dipasang secara paralel pada keluaran sensor arus.



Gambar 4.5. Rangkaian pengujian sensor arus

- **Data Hasil Pengujian dan Analisis**

Bentuk sinyal keluaran pada rangkaian sensor arus SCT-013-000.

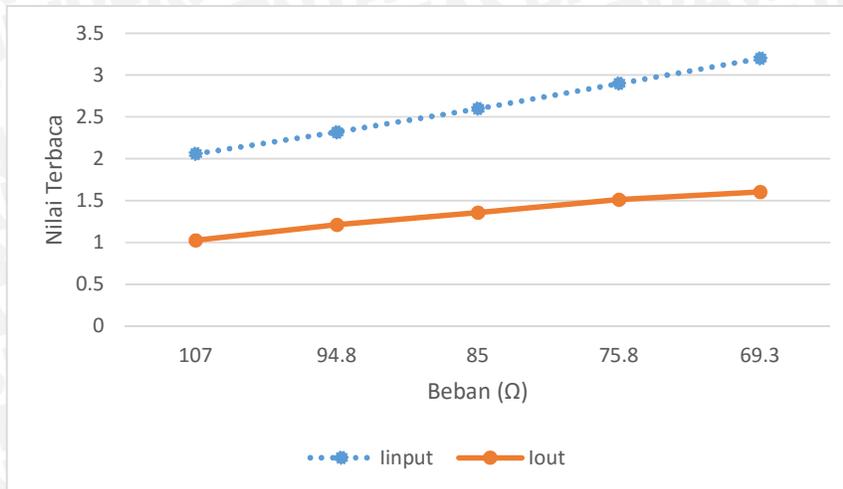


Gambar 4.6 Sinyal sinusoida tegangan keluaran dari sensor arus

Data keluaran sensor arus terhadap nilai arus beban.

Tabel 4.1 Data keluaran arus pada sensor arus

Pengujian ke-	Beban (Ω)	Iinput (A)	Iout (mA)
1	107	2.06	1.025
2	94.8	2.32	1.210
3	85	2.6	1.357
4	75.8	2.9	1.510
5	69.3	3.2	1.605



Gambar 4.7 Grafik Keluaran arus pada sensor arus

Pada percobaan sinyal keluaran dari sensor arus SCT-013-000 memiliki bentuk sinusoida dengan puncak atas bernilai +2,16 V dan puncak bawahnya -2,16 V. bentuk sinyal ini menunjukkan bahwa rangkaian sensor arus bekerja dengan baik namun belum dapat dijadikan masukan untuk mikrokontroler sebagai nilai arus karena masih memiliki nilai negatif pada sinyalnya. Dari nilai keluaran sensor arus pada Tabel 4.1. nilai tegangan yang keluar pada sensor arus naik secara *linier* sesuai dengan kenaikan arus pada beban yang diberikan sehingga menunjukkan rangkaian sensor arus bekerja dengan baik sesuai dengan perancangannya.

4.4 Pengujian Rangkaian Pengondisi Sinyal Sensor Arus

- **Tujuan**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian mampu berfungsi menambah *offset* sinyal arus sehingga memiliki bentuk sinyal dengan puncak atas dan bawahnya bernilai positif sehingga dapat dijadikan nilai masukan untuk pengolahan Mikrokontroler Atmega32.

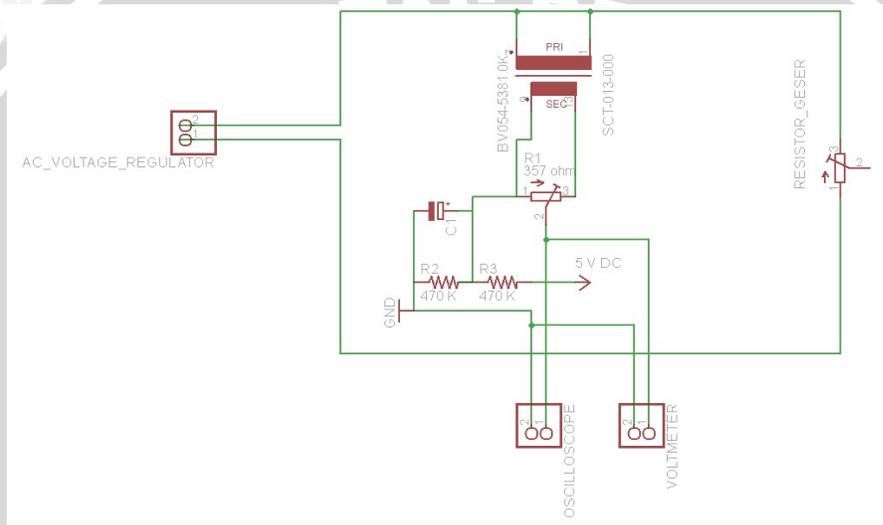
- **Peralatan**

Alat yang digunakan dalam pengujian rangkaian pengondisi sinyal sensor arus antara lain:

1. AC Voltage Regulator
2. Oscilloscope
3. SCT-013-000
4. Resistor geser
5. Kabel Secukupnya

- **Prosedur Pengujian**

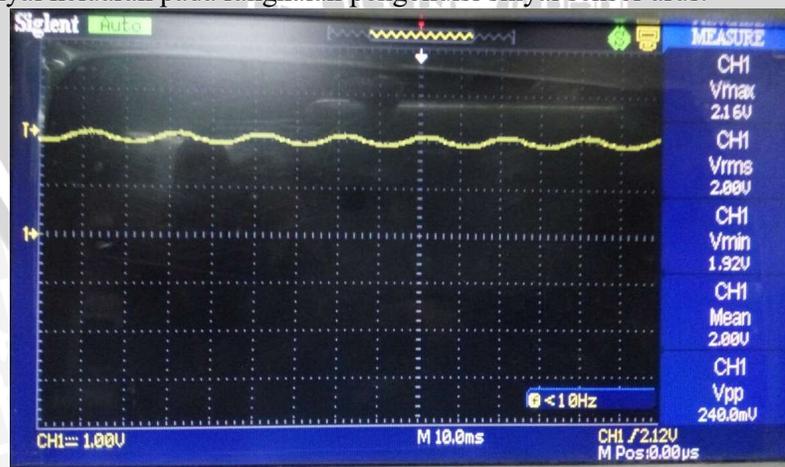
Pada pengujian kali ini hal pertama yang dilakukan adalah membentuk rangkaian seperti pada Gambar 4.8 dengan menjepitkan sensor arus SCT-013-000 pada kabel yang menghubungkan antara resistor geser dengan AC *voltage regulator*. Memasang Voltmeter secara paralel pada masukan dari kabel sumber ke beban untuk mengetahui nilai tegangan yang mengalir pada beban berupa resistor geser. Mencatat keluaran nilai tegangan dari rangkaian pengondisi sinyal menggunakan Voltmeter dengan perubahan nilai beban yang bervariasi dengan kenaikan arus beban 0,3 A. lalu mengamati bentuk sinyal keluaran dari sensor menggunakan Oscilloscope.



Gambar 4.8. Rangkaian pengujian dc bias sensor arus

- **Data Hasil Pengujian dan Analisis**

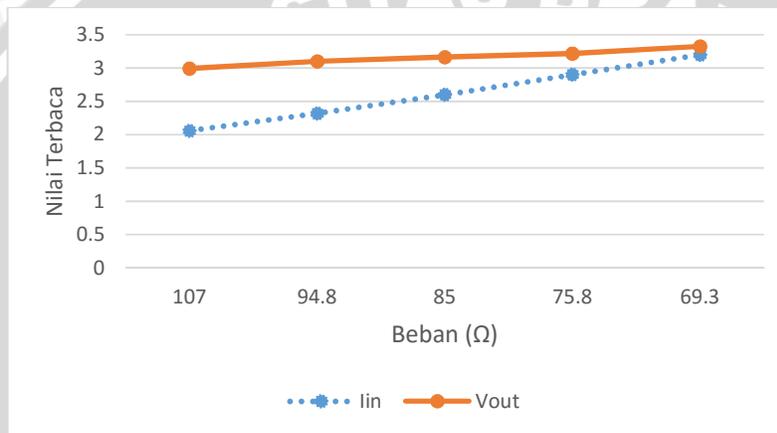
Bentuk sinyal keluaran pada rangkaian pengondisi sinyal sensor arus.



Gambar 4.9 Sinyal Keluaran RPS

Tabel 4.2 Data tegangan keluaran rangkaian pengondisi sinyal sensor arus

Pengujian ke-	Beban (Ω)	I_{in} (A)	V_{out} RPS (V)
1	107	2.06	2.992
2	94.8	2.32	3.100
3	85	2.6	3.161
4	75.8	2.9	3.214
5	69.3	3.2	3.322



Gambar 4.10 Data tegangan keluaran rangkaian pengondisi sinyal sensor arus

Pada saat pengujian dengan menggunakan beban resistor geser yang nilai arus masukannya dirubah dari 2.06 – 3.2A menggunakan *Voltage Regulator*, bentuk sinyal yang keluar dari rangkaian pengondisi sinyal memiliki titik tengah yang konstan pada nilai 2,5 V dan amplitudo sinyal naik secara linier seiring dengan kenaikan pada arus beban dengan amplitudo atas dan bawahnya bernilai positif. Sinyal yang keluar pada rangkaian ini memiliki puncak atas dan bawah yang bernilai positif dengan range 0 – 5V.

Rangkaian pengondisi sinyal untuk sensor arus ini bekerja dengan baik menambah *offset* dari sinyal keluaran sensor arus sehingga sinyal yang keluar dari rangkaian ini mampu dijadikan sebagai masukan nilai arus untuk dapat diolah oleh mikrokontroler Arduino.

4.5 Pengujian pengukuran nilai Arus, Tegangan, dan Daya pada Beban Resistor Geser

- **Tujuan**

Pada pengujian kali ini untuk mengetahui perbandingan nilai hasil pengukuran antara alat *monitoring* penggunaan energi listrik pada peralatan listrik gedung dengan alat ukur standar yaitu *power analyzer* yang digunakan sebagai acuan nilai benar.

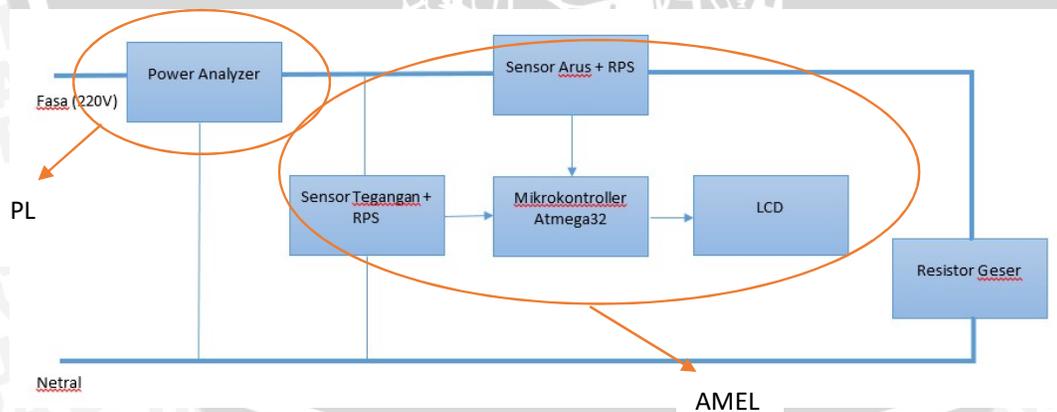
- **Peralatan**

Alat yang digunakan dalam pengujian pengukuran nilai Arus, Tegangan, dan Daya pada Beban antara lain:

1. Resistor geser
2. *Power Analyzer*
3. *AC Voltage Regulator*

- **Prosedur Pengujian**

Prosedur untuk pengujian dilakukan dengan merangkai alat *monitoring* penggunaan daya listrik untuk beban pada gedung seperti pada Gambar 4.11 kemudian pengukuran dilakukan dengan menggunakan variasi beban pada resistor geser, setelah itu mencatat nilai hasil pengukuran yang tertera pada alat ukur *power analyzer* dan alat *monitoring* penggunaan energi listrik pada gedung. Membandingkan nilai hasil pengukuran yang didapatkan lalu mencari nilai selisih pengukuran yang di dapatkan. Memberikan analisis terhadap data hasil pengukuran tersebut.



*PL= Power Analyzer

*AMEL=Alat Monitoring Energi Listrik

Gambar 4.11. Rangkaian Pengukuran Arus, Tegangan, dan Daya

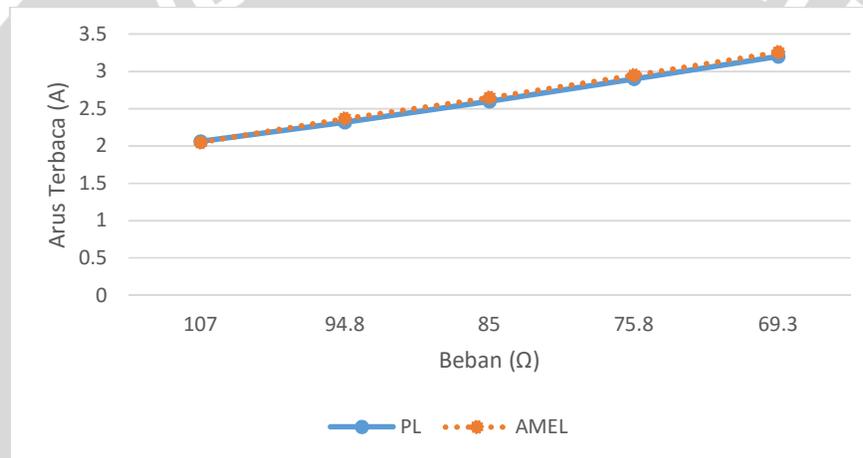
• **Data Hasil Pengujian dan Analisis**

Tabel 4.3 Hasil perbandingan pengukuran nilai arus pada *power analyzer* dengan alat *monitoring* energi listrik pada peralatan listrik gedung

Pengujian ke-	Beban (Ω)	PL (A)	AMEL (A)	Selisih Arus (A)	Error (%)
1	107	2.06	2.05	0,01	0.48
2	94.8	2.32	2.37	0,05	2.15
3	85	2.6	2.65	0,05	1.92
4	75.8	2.9	2.95	0,05	1.72
5	69.3	3.2	3.26	0,06	1.87

*PL= *Power Analyzer*

*AMEL= *Alat Monitoring Energi Listrik*



*PL= *Power Analyzer*

*AMEL= *Alat Monitoring Energi Listrik*

Gambar 4.12 Grafik pengujian sensor arus

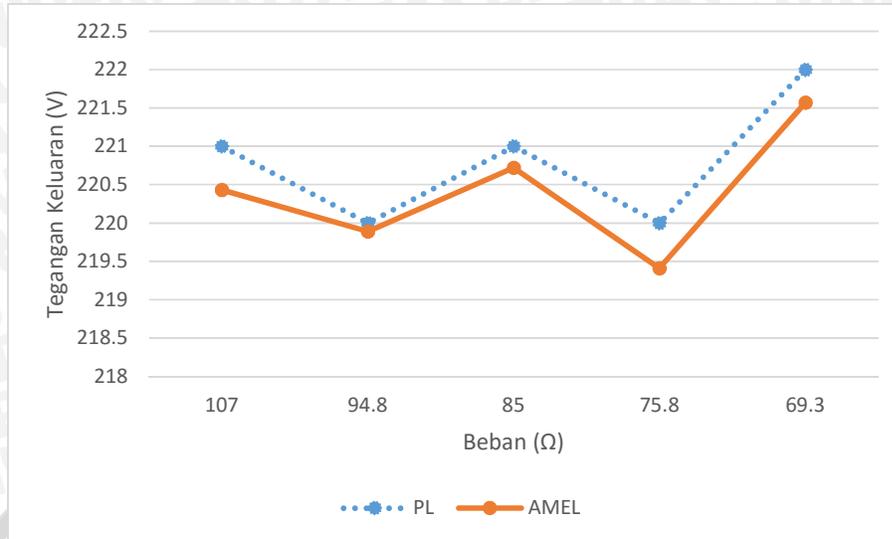
Dari Tabel 4.3 didapatkan rata-rata *error* pengukuran nilai arus terhadap beban resistor geser sebesar 1,628 %.

Tabel 4.4 Hasil perbandingan pengukuran nilai tegangan antara *power analyzer* dengan alat *monitoring* energi listrik pada peralatan listrik gedung

Pengujian ke-	Beban (Ω)	PL (V)	AMEL (V)	Selisih Tegangan (V)	Error (%)
1.	107	221	220,43	0,57	0,25
2.	94.8	220	219,89	0,11	0,05
3.	85	221	220,72	0,28	0,12
4.	75.8	220	219,41	0,59	0,26
5.	69.3	222	221,57	0,43	0,19

*PL= *Power Analyzer*

*AMEL= *Alat Monitoring Energi Listrik*



*PL= Power Analyzer

*AMEL= Alat Monitoring Energi Listrik

Gambar 4.13 Grafik hasil pengujian sensor tegangan

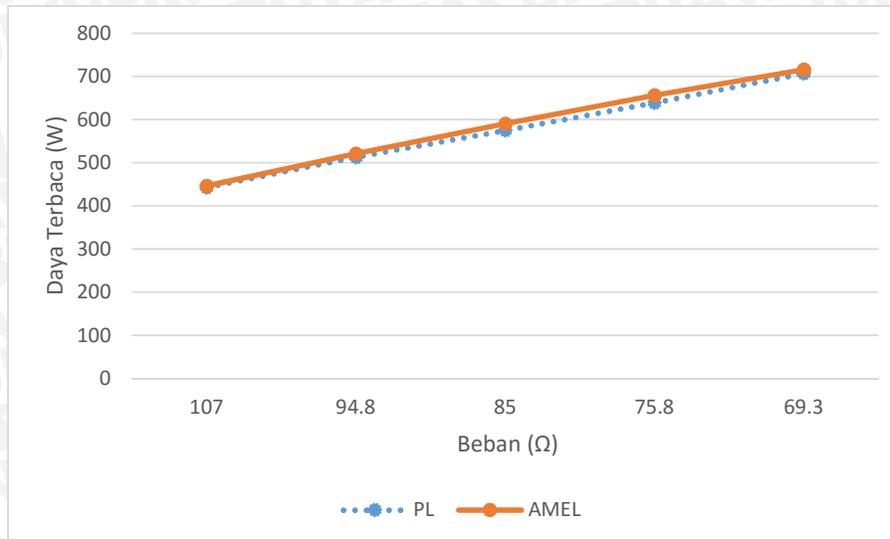
Dari hasil pengukuran tegangan pada Tabel 4.4 didapatkan nilai rata-rata *error* pengukuran antara *power analyzer* dengan alat *monitoring* energi listrik pada peralatan listrik gedung sebesar 0,174 %.

Tabel 4. 5 Hasil perbandingan pengukuran nilai daya nyata antara *power analyzer* dengan alat *monitoring* energi listrik pada peralatan listrik gedung

Pengujian ke-	Beban (Ω)	PL (W)	AMEL (W)	Selisih Daya (W)	Error (%)
1.	107	443	446	3	0,67
2.	94.8	513	521	8	1,55
3.	85	575	590	15	2,60
4.	75.8	639	656	17	2,66
5.	69.3	707	716	9	1,27

*PL= Power Analyzer

*AMEL= Alat Monitoring Energi Listrik



*PL= Power Analyzer

*AMEL= Alat Monitoring Energi Listrik

Gambar 4.14 Grafik hasil pengujian daya

Dari hasil pengukuran daya pada Tabel 4.5 didapatkan nilai rata-rata *error* pengukuran antara *power analyzer* dengan alat *monitoring* energi listrik pada peralatan listrik gedung sebesar 1,75 %. Dari data yang didapatkan pada ketiga pengujian ini dapat disimpulkan bahwa pengukuran pada alat *monitoring* penggunaan energi listrik pada peralatan listrik gedung ini layak untuk digunakan sebagai acuan penggunaan dalam evaluasi penggunaan daya listrik untuk konsumen pengguna gedung.

4.6 Pengujian kestabilan, pengukuran nilai Arus, Tegangan, dan Daya pada Beban Peralatan Listrik

• Tujuan

Pada pengujian kali ini terdapat dua pengujian, yang pertama untuk mengetahui kestabilan nilai hasil pengukuran alat *monitoring* penggunaan energi listrik pada peralatan listrik gedung, dan yang kedua untuk mengetahui perbandingan nilai hasil pengukuran antara alat *monitoring* penggunaan energi listrik pada peralatan listrik gedung dengan alat ukur standar yaitu *electronic energy meter* yang digunakan sebagai acuan nilai benar.

• Peralatan

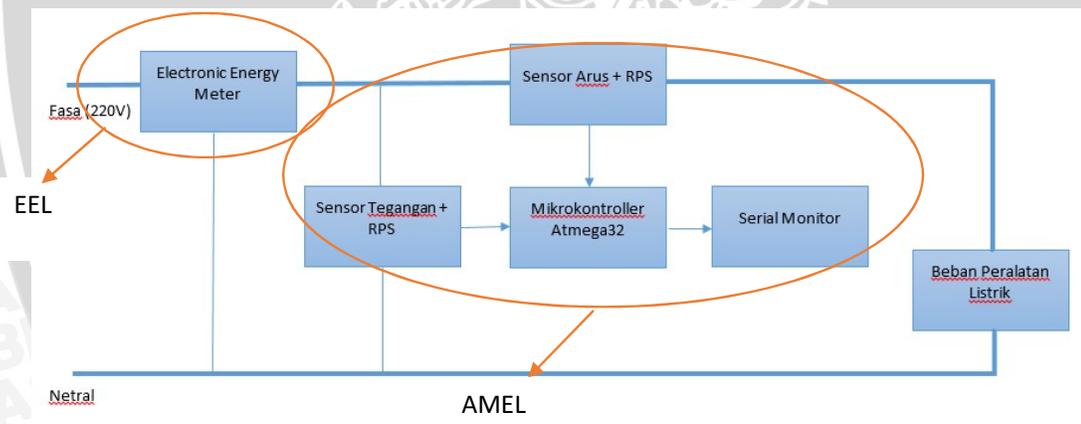
Alat yang digunakan dalam pengujian pengukuran nilai Arus, Tegangan, dan Daya pada Beban antara lain:

1. Solder 40 W
2. Television 100 W
3. Dispenser 350 W

4. Setrika 350 W
5. Magic Jar 400 W

- **Prosedur Pengujian**

Prosedur untuk pengujian pertama dilakukan dengan merangkai alat *monitoring* penggunaan energi listrik pada peralatan listrik gedung seperti pada Gambar 4.15, dengan menjepitkan sensor arus SCT-013-000 pada kabel beban yang terhubung pada sumber kelistrikan gedung 220 V_{AC} dan menancapkan sensor tegangan pada sumber kelistrikan gedung 220 V_{AC}. Setelah itu mencatat hasil pengukuran alat *monitoring* penggunaan daya listrik untuk beban pada gedung. Lalu mengulangi percobaan sampai sepuluh kali. Hasil pengukuran diamati setiap pengujian. Prosedur untuk pengujian kedua dilakukan dengan merangkai alat *monitoring* penggunaan daya listrik untuk beban pada gedung seperti pada Gambar 4.25 kemudian pengukuran dilakukan dengan menggunakan variasi beban pada peralatan listrik, setelah itu mencatat nilai hasil pengukuran yang tertera pada alat ukur *electronic energy meter* dan alat *monitoring* penggunaan energi listrik pada gedung. Membandingkan nilai hasil pengukuran yang didapatkan lalu mencari nilai selisih pengukuran yang di dapatkan. Memberikan analisis terhadap data hasil pengukuran tersebut.



*EEL= *Electronic Energy Meter*

*AMEL= *Alat Monitoring Energi Listrik*

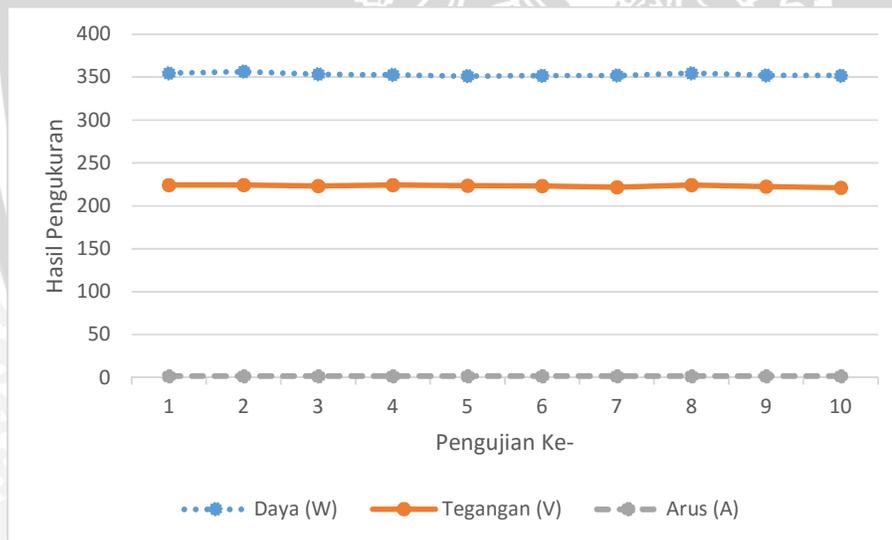
Gambar 4.15. Rangkaian Pengukuran Arus, Tegangan, dan Daya.

- **Data Hasil Pengujian dan Analisis**

Data hasil pengujian pertama melakukan pengujian sebanyak sepuluh kali dengan nilai beban yang sama untuk melihat kestabilan hasil keluaran alat *monitoring* penggunaan energi listrik pada gedung.

Tabel 4.6 Nilai hasil pengukuran dengan beban yang sama dengan pengujian berulang

Pengujian ke-	Beban	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)
1.	Dispenser 350 W	354.67	224.4	1.58
2.	Dispenser 350 W	356.55	224.34	1.59
3.	Dispenser 350 W	353.5	223.28	1.58
4.	Dispenser 350 W	352.82	224.1	1.57
5.	Dispenser 350 W	351.47	223.55	1.57
6	Dispenser 350 W	351.88	223.37	1.58
7	Dispenser 350 W	352.17	221.86	1.59
8	Dispenser 350 W	354.67	224.4	1.58
9	Dispenser 350 W	352.29	222.45	1.58
10	Dispenser 350 W	351.98	221.15	1.59



Gambar 4.16 Grafik kestabilan hasil keluaran alat

Berdasarkan hasil pengukuran yang tertera pada *serial monitor*, pengujian beban berupa dispenser 350 W didapatkan nilai pengukuran arus yang dengan rentang 1,57 - 1,59 A, pada pengukuran tegangan didapatkan hasil nilai pengukuran tegangan yang berubah dengan rentang 221,15 – 224,4 V, dan untuk pengukuran nilai daya memiliki rentang pengukuran dari 351,47 – 356,55 W. Perbedaan hasil pengukuran pada alat *monitoring*

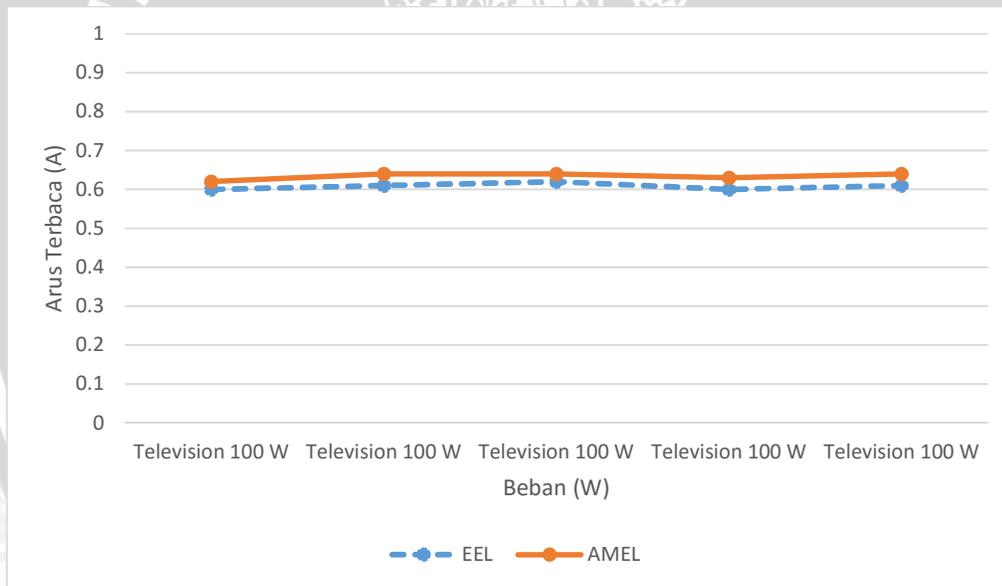
penggunaan energi listrik pada peralatan listrik gedung dikarenakan tidak stabilnya tegangan pada sistem kelistrikan gedung.

Tabel 4.7 Hasil perbandingan pengukuran nilai arus pada *electronic energy meter* dengan alat *monitoring* energi listrik pada peralatan listrik gedung

Pengujian ke-	Beban	EEL (A)	AMEL (A)	Selisih Arus (A)	Error (%)
1	Television 100 W	0.60	0.62	0.02	3.33
2	Television 100 W	0.61	0.64	0.03	4.91
3	Television 100 W	0.62	0.64	0.02	3.22
4	Television 100 W	0.60	0.63	0.03	5
5	Television 100 W	0.61	0.64	0.03	4.91

*EEL= *Electronic Energy Meter*

*AMEL= *Alat Monitoring Energi Listrik*



*EEL= *Electronic Energy Meter*

*AMEL= *Alat Monitoring Energi Listrik*

Gambar 4.17 Grafik pengujian sensor arus

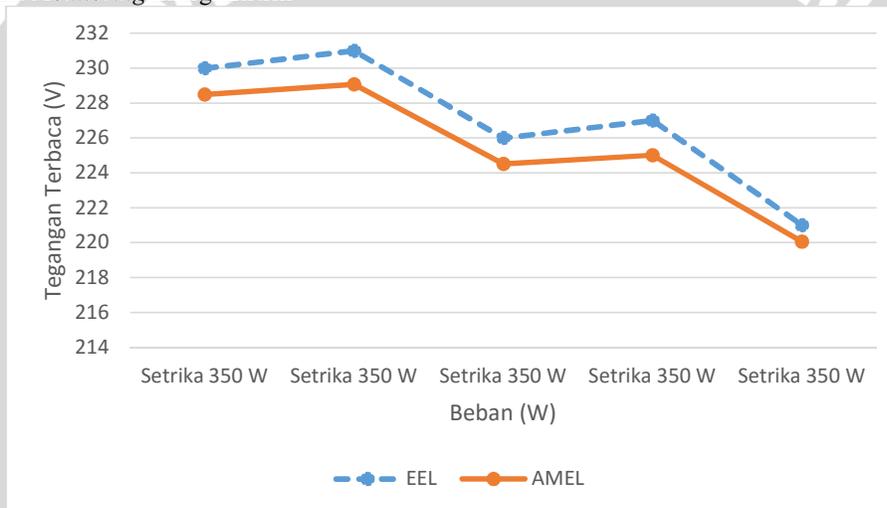
Dari Tabel 4.7 didapatkan rata-rata *error* pengukuran nilai arus terhadap beban peralatan listrik sebesar 4,274 %.

Tabel 4.8 Hasil perbandingan pengukuran nilai tegangan antara *electronic energy meter* dengan alat *monitoring* energi listrik pada peralatan listrik gedung

Pengujian ke-	Beban	EEL (V)	AMEL (V)	Selisih Tegangan (V)	Error (%)
1.	Setrika 350 W	230	228.50	1,50	0.65
2.	Setrika 350 W	231	229.07	1,93	0.83
3.	Setrika 350 W	226	224.52	1,48	0.65
4.	Setrika 350 W	227	225.01	1,99	0.87
5.	Setrika 350 W	221	220.05	0.95	0.42

*EEL= *Electronic Energy Meter*

*AMEL= *Alat Monitoring Energi Listrik*



*EEL= *Electronic Energy Meter*

*AMEL= *Alat Monitoring Energi Listrik*

Gambar 4.18 Grafik hasil pengujian sensor tegangan

Dari hasil pengukuran tegangan pada Tabel 4.8 didapatkan nilai rata-rata *error* pengukuran antara *electronic energy meter* dengan alat *monitoring* energi listrik pada peralatan listrik gedung sebesar 0,684 %.

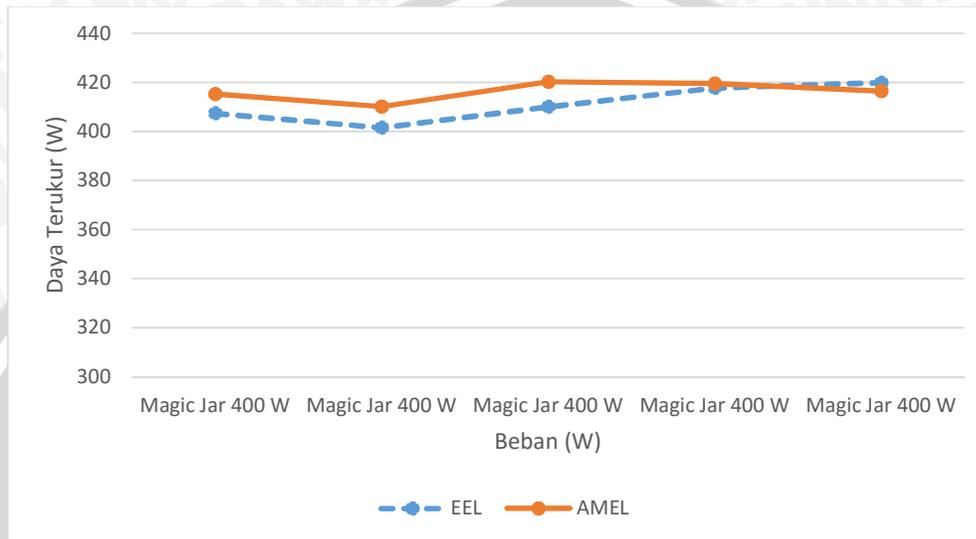
Tabel 4. 9 Hasil perbandingan pengukuran nilai daya antara *electronic energy meter* dengan alat *monitoring* energi listrik pada peralatan listrik gedung

Pengujian ke-	Beban	EEL (W)	AMEL (W)	Selisih Daya (W)	Error (%)
1.	Magic Jar 400 W	407.4	415.26	7.86	1.92
2.	Magic Jar 400 W	401.6	410.12	8.52	2.12

3.	Magic Jar 400 W	410.1	420.32	10,22	2.49
4.	Magic Jar 400 W	417.8	419.56	1.76	0.42
5.	Magic Jar 400 W	419.9	416.54	3.36	0.80

*EEL= *Electronic Energy Meter*

*AMEL= *Alat Monitoring Energi Listrik*



*EEL= *Electronic Energy Meter*

*AMEL= *Alat Monitoring Energi Listrik*

Gambar 4.19 Grafik hasil pengujian daya

Dari hasil pengukuran daya pada Tabel 4.9 didapatkan nilai rata-rata *error* pengukuran antara *electronic energy meter* dengan alat *monitoring* energi listrik pada peralatan listrik gedung sebesar 1,554 %. Dari data yang didapatkan pada keempat pengujian ini dapat disimpulkan bahwa pengukuran pada alat *monitoring* penggunaan energi listrik pada peralatan listrik gedung ini memiliki *error* yang semakin kecil saat beban peralatan listrik yang diukur memiliki daya yang besar atau diatas 100 W.

4.7 Pengujian Pengukuran Energi

• Tujuan

Pada pengujian kali ini untuk mengetahui perbandingan nilai hasil pengukuran energi antara alat *monitoring* penggunaan energi listrik pada peralatan listrik gedung dengan alat ukur standar yaitu *electronic energy meter* yang digunakan sebagai acuan nilai benar.

• Peralatan

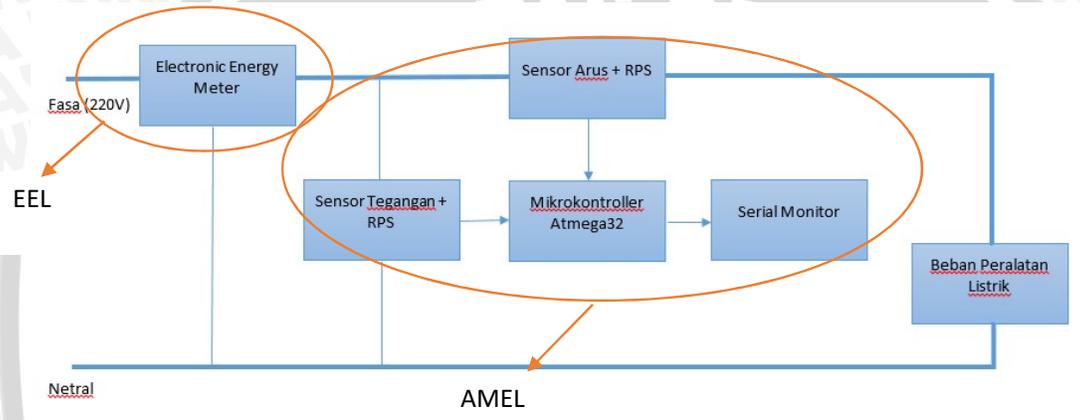
Alat yang digunakan dalam pengujian pengukuran energy antara lain:

1. Rice Cooker 350 W
2. Dispenser 350 W

3. Setrika 350 W

• **Prosedur Pengujian**

Prosedur untuk pengujian dilakukan dengan merangkai alat *monitoring* penggunaan daya listrik untuk beban pada gedung seperti pada Gambar 4.20 kemudian pengukuran dilakukan dengan menggunakan variasi beban pada peralatan listrik, setelah itu mencatat nilai hasil pengukuran energi yang tertera pada alat ukur *electronic energy meter* dan alat *monitoring* penggunaan energi listrik pada gedung. Membandingkan nilai hasil pengukuran yang didapatkan lalu mencari nilai selisih pengukuran yang di dapatkan. Memberikan analisis terhadap data hasil pengukuran tersebut.



*EEL= *Electronic Energy Meter*
 *AMEL= *Alat Monitoring Energi Listrik*

Gambar 4.20. Rangkaian Pengukuran Energi.

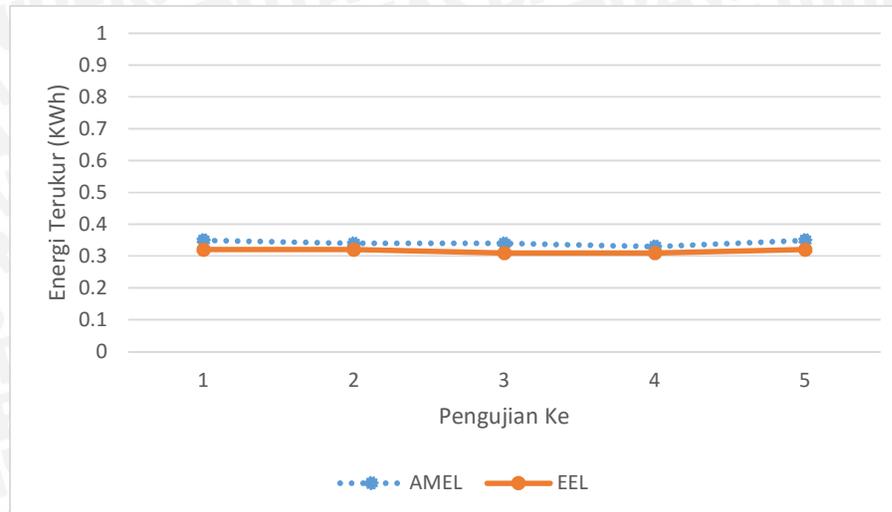
• **Data Hasil Pengujian dan Analisis**

Data hasil pengujian pertama dilakukan pengujian selama 1 jam dengan mengambil nilai energi yang terukur pada bor listrik, dispenser dan setrika setiap sepuluh menit.

Tabel 4.10 Hasil perbandingan pengukuran nilai energi pada *electronic energy meter* dengan alat *monitoring* energi listrik pada peralatan listrik gedung

Pengujian ke-	Durasi (Menit)	AMEL (KWh)	EEL (KWh)	Selisih Energi (KWh)	Error (%)
1	60	0.35	0.32	0.03	8.57
2	60	0.34	0.32	0.02	5.88
3	60	0.34	0.31	0.03	8.82
4	60	0.33	0.31	0.02	6.06
5	60	0.35	0.32	0.03	8.57

*EEL= *Electronic Energy Meter*
 *AMEL= *Alat Monitoring Energi Listrik*



*EEL= *Electronic Energy Meter*

*AMEL= *Alat Monitoring Energi Listrik*

Gambar 4.21 Grafik pengujian energi

Dari hasil pengukuran energi pada Tabel 4.10 dapat disimpulkan bahwa pengukuran pada alat *monitoring* penggunaan energi listrik pada peralatan listrik gedung ini memiliki ketelitian dan kepresisian pengukuran yang bagus dengan dilakukan pengujian sebanyak 5 kali dan hasilnya alat *monitoring* penggunaan energi listrik pada peralatan listrik gedung memiliki nilai pembacaan yang hampir sama dengan alat ukur standar dengan *error* alat sebesar 7,58 % untuk nilai ketelitian dan 2,37 % untuk nilai kepresisian alat, sehingga layak untuk digunakan sebagai acuan penggunaan dalam evaluasi penggunaan daya listrik untuk konsumen pengguna gedung.

4.8 Pengujian Jarak Modul Wifi ESP8266

- **Tujuan**

Pengujian jarak Modul Wifi ESP8266 ini bertujuan untuk mengetahui jarak pengiriman data dari Modul Wifi ESP8266 ke *Wifi Router*.

- **Peralatan**

Alat yang digunakan dalam pengujian jarak Modul Wifi ESP8266 antara lain:

1. *Wifi Router*
2. Meteran gulungan
3. Kabel jumper secukupnya
4. Laptop
5. Voltmeter Digital
6. Arduino Uno

- **Prosedur Pengujian**

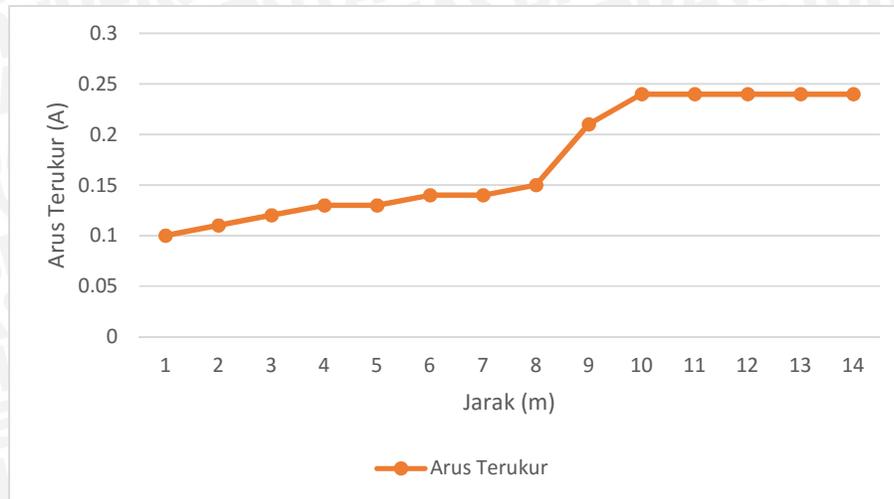
Pengujian jarak ESP8266 dilakukan pada tempat *indoor*. Pengujian dilakukan di rumah yang berada di jalan Bendungan Sigura Gura Barat 4. Pada pengujian kali ini hal pertama yang dilakukan adalah memasangkan memasang Modul ESP8266 pada arduino uno, pin RX ESP8266 dihubungkan pada pin TX arduino uno, pin TX ESP8266 dihubungkan dengan pin RX arduino uno, pin Vcc dan CH_PD pada ESP8266 dihubungkan pada Vcc 3.3V arduino uno, dan pin GND ESP8266 dihubungkan pada GND arduino uno. Setelah itu ESP8266 akan mengirim data menuju server melalui *Wifi Router*, jarak antara ESP8266 dengan *Wifi Router* dijauhkan secara bertahap hingga koneksi antara ESP8266 dengan *Wifi Router* terputus. Kemudian menghitung arus yang terukur antara ESP8266 dengan arduino uno setiap 2 m.

- **Data Hasil Pengujian dan Analisis**

Pengujian jarak ESP8266 dilakukan pada range jarak 2 m – 20 m. Pada pengujian ini mengabaikan *noise* seperti kelembapan, suhu dan cuaca yang dapat mengganggu proses pengiriman data. Hasil pengujian jarak Modul Wifi ESP8266 ditunjukkan pada Table 4.11.

Tabel 4.11 Hasil pengujian jarak ESP8266

No	Jarak (m)	Arus Terukur (A)	Kondisi
1	2	0.10	Tersambung
2	4	0.11	Tersambung
3	6	0.12	Tersambung
4	8	0.13	Tersambung
5	10	0.13	Tersambung
6	12	0.14	Tersambung
7	14	0.14	Tersambung
8	16	0.15	Tersambung
9	18	0.21	Tersambung
10	20	0.24	Tidak Tersambung
11	22	0.24	Tidak Tersambung
12	24	0.24	Tidak Tersambung
13	26	0.24	Tidak Tersambung
14	28	0.24	Tidak Tersambung



Gambar 4.22 Grafik hasil pengujian jarak terhadap arus terukur

Pada pengujian jarak Modul Wifi ESP8266 dapat diketahui jarak maksimal agar ESP8266 dapat mengirim data ke server dengan terhubung ke *Wifi Router* adalah 18 m. Dapat dilihat pada Tabel 4.11 ESP8266 dapat tersambung hanya sampai jarak 18 m. Halangan berupa tembok sangat berpengaruh pada pengujian jarak ini.

4.9 Pengujian *Updating Data*

- **Tujuan**

Pengujian dilakukan untuk mengetahui performa alat dalam pengiriman data menuju server.

- **Peralatan**

Alat yang digunakan dalam pengujian *AT Command* Modul Wifi ESP8266 antara lain:

1. *Wifi Router*
2. Kabel jumper secukupnya
3. Laptop
4. Arduino Uno

- **Prosedur Pengujian**

Pada pengujian kali ini hal pertama yang dilakukan adalah memasang memasang Modul ESP8266 pada arduino uno, pin RX ESP8266 dihubungkan pada pin TX arduino uno, pin TX ESP8266 dihubungkan dengan pin RX arduino uno, pin Vcc dan CH_PD pada ESP8266 dihubungkan pada Vcc 3.3V arduino uno, dan pin GND ESP8266 dihubungkan pada GND arduino uno. Setelah itu ESP8266 akan mengirim data menuju server melalui *Wifi Router*. Selanjutnya Pengujian dilakukan dengan modul wifi ESP8266 mengirim data menuju server, lalu mengamati waktu yang diperlukan server untuk mengupdate data.

• **Data Hasil Pengujian dan Analisis**

Hasil pengujian *updating* data ditunjukkan pada Tabel dan Gambar dibawah ini:

Tabel 4.12 Pengujian *Updating* data

Pengujian Ke	Waktu kirim data	Waktu terima data
1	5	15
2	10	15
3	15	15
4	20	20
5	25	25

1	created_at	entry_id	field1	field2	field3	field4	field5	field6	field7	field8
2	2016-04-12 04:20:27 UTC	1	0	436.88	0	504.84	0	410.51	456.96	0.86
3	2016-04-12 04:20:42 UTC	2	0	-116.19	0	94.33	0	79.17	342.37	0.62
4	2016-04-12 04:20:57 UTC	3	0	-54.11	0	41.11	0	33.39	290.25	0.53
5	2016-04-12 04:21:12 UTC	4	0	-27.09	0	21.3	0	15.97	257.88	0.4
6	2016-04-12 04:21:26 UTC	5	0	-14.28	0	12.61	0	5.61	248.84	0.21
7	2016-04-12 04:21:41 UTC	6	0	-5.89	0	4.04	0	1.23	238.39	0.06
8	2016-04-12 04:21:56 UTC	7	0	-3.56	0	3.44	0	0.41	237.9	0.03
9	2016-04-12 04:22:10 UTC	8	0	-1.26	0	1.26	0	-0.41	234.86	-0.04
10	2016-04-12 04:22:25 UTC	9	0	-0.48	0	1.28	0	-0.85	232.81	-0.09
11	2016-04-12 04:22:40 UTC	10	0	-0.41	0	3.44	0	-0.77	231.43	-0.09
12	2016-04-12 04:22:55 UTC	11	0	-0.14	0	1.82	0	-0.8	232.36	-0.09
13	2016-04-12 04:23:09 UTC	12	0	-0.1	0	0.35	0	-0.85	231.85	-0.11
14	2016-04-12 04:23:24 UTC	13	0	-0.06	0	0.84	0	-1.25	231.96	-0.14
15	2016-04-12 04:23:39 UTC	14	0	-0.04	0	1.03	0	-2.01	232.29	-0.21
16	2016-04-12 04:23:53 UTC	15	0	0.01	0	0.83	0	-0.69	232.09	-0.11
17	2016-04-12 04:24:08 UTC	16	0	0.02	0	0.8	0	-0.25	234.14	-0.05
18	2016-04-12 04:24:23 UTC	17	0	0.01	0	2.7	0	-0.21	235.72	-0.08
19	2016-04-12 04:24:37 UTC	18	0	-0.02	0	2.05	0	-1.02	235.57	-0.15
20	2016-04-12 04:24:52 UTC	19	0	0	0	2.83	0	-0.66	236.67	-0.1
21	2016-04-12 04:25:07 UTC	20	0	0.01	0	0.28	0	-1.38	236.34	-0.14

Gambar 4.23 Hasil pengujian *updating* data

Pada pengujian *updating* data dapat disimpulkan bahwa waktu minimal yang dibutuhkan alat untuk melakukan *updating* data adalah 15 detik seperti yang terlihat pada Gambar 4.23.

4.9 Pengujian Sistem Keseluruhan

• **Tujuan**

Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa sub-sub sistem yang telah teruji sebelumnya dapat dirangkai menjadi satu sistem yang utuh dan dapat beroperasi sesuai dengan perencanaan. Parameter dalam pengujian keseluruhan antara lain nilai arus dan tegangan yang dapat dirubah menjadi daya serta dapat mengirim semua data yang telah terbaca menuju server dan data dapat ditampilkan pada *Smarthphone* dan PC.

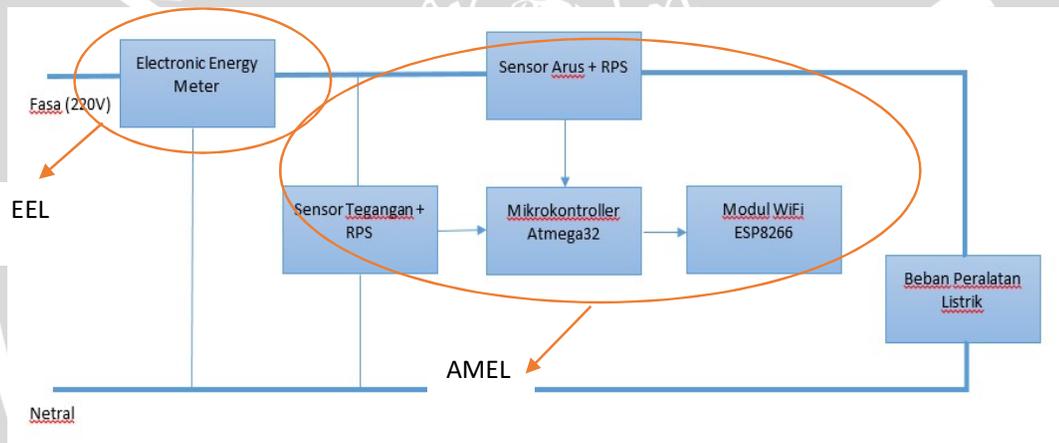
- **Peralatan**

Alat yang digunakan dalam pengujian secara keseluruhan antara lain:

1. Laptop
2. *Smartphone*
3. *Wifi Router*
4. Setrika 350 W

- **Prosedur Pengujian**

Prosedur pengujian kali ini dilakukan dengan merangkai alat *monitoring* energi listrik untuk beban gedung seperti pada Gambar 4.24, dengan menjepitkan sensor arus SCT-013-000 pada kabel beban yang terhubung pada sumber kelistrikan gedung 220V_{AC} dan menancapkan sensor tegangan pada sumber kelistrikan gedung 220V_{AC}. Setelah itu mengamati keluaran hasil pengukuran alat *monitoring* energi listrik pada peralatan listrik gedung pada PC dan *Smartphone*.

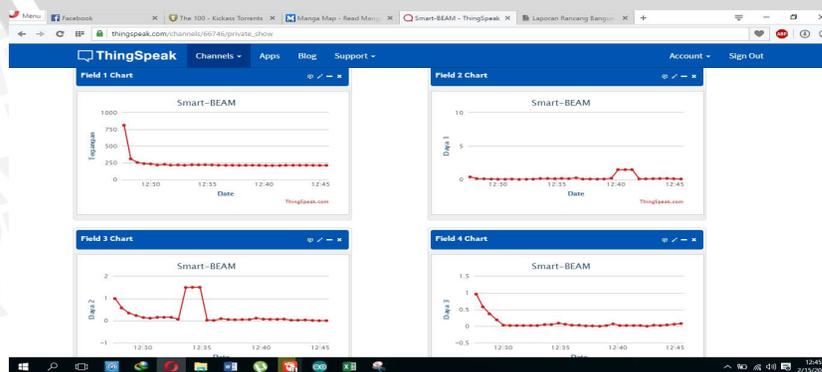


*EEL= *Electronic Energy Meter*
 *AMEL= *Alat Monitoring Energi Listrik*

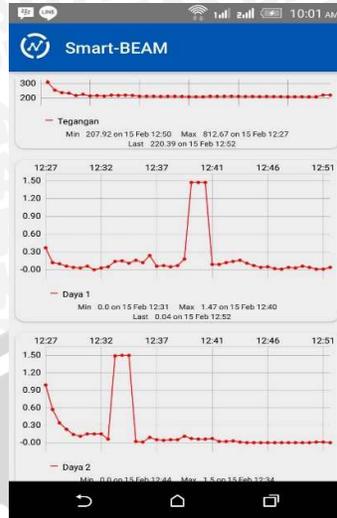
Gambar 4.24. Pengujian pengiriman data dari Mikrokontroler ke Server

- **Hasil Pengujian dan Analisis**

Hasil pengujian keseluruhan ditampilkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.25 tampilan pengukuran beban pada browser PC



Gambar 4.26 tampilan pengukuran beban pada *Smarthphone*

The figure shows a screenshot of a Microsoft Excel spreadsheet titled 'feeds (3) - Microsoft Excel'. The spreadsheet contains a table with the following data:

created_at	entry_id	field1	field2	field3	field4	field5	field6	field7	field8
2016-02-15 05:27:40 UTC	1	812.67	0.37	0.99	0.96	0.76	0.46	0.02	0.19
2016-02-15 05:28:15 UTC	2	309.49	0.12	0.57	0.58	0.46	0.28	0	0.12
2016-02-15 05:28:51 UTC	3	254.82	0.1	0.34	0.37	0.28	0.21	0	0.07
2016-02-15 05:29:27 UTC	4	237.4	0.06	0.23	0.19	0.17	0.16	0	0.05
2016-02-15 05:30:03 UTC	5	233.16	0.04	0.14	0.03	0.11	0.12	0.02	0.05
2016-02-15 05:30:38 UTC	6	217.08	0.03	0.11	0.02	0.08	0.12	0.02	0.03
2016-02-15 05:31:14 UTC	7	226.25	0.06	0.15	0.02	0.07	0.12	0	0.04
2016-02-15 05:31:49 UTC	8	214.64	0	0.15	0.02	0.05	0.11	0.02	0.04
2016-02-15 05:32:24 UTC	9	216.90	0.03	0.15	0.02	0.02	0.12	0.09	0.11
2016-02-15 05:33:01 UTC	10	212.81	0.05	0.06	0.02	0.01	0.11	0.03	0.06
2016-02-15 05:33:39 UTC	11	219.93	0.14	1.49	0.05	0.02	0.12	0.12	0.05
2016-02-15 05:34:14 UTC	12	218.07	0.15	1.5	0.05	0.09	0.11	0.31	0.03
2016-02-15 05:34:51 UTC	13	219.67	0.11	1.5	0.09	0.07	0.12	0.19	0.04
2016-02-15 05:35:27 UTC	14	217.99	0.16	0.02	0.06	0.02	0.11	0.11	0.02
2016-02-15 05:36:02 UTC	15	212.15	0.12	0.01	0.03	0.01	0.12	0.07	0.01
2016-02-15 05:36:39 UTC	16	212.07	0.24	0.09	0.03	0.11	0.12	0.05	0.11
2016-02-15 05:37:15 UTC	17	212.28	0.06	0.05	0.01	0.05	0.12	0.03	0.2
2016-02-15 05:37:50 UTC	18	210.96	0.07	0.04	0.01	0.02	0.12	0.02	0.13
2016-02-15 05:38:26 UTC	19	211.94	0.05	0.05	0	0.08	0.12	0.02	0.09
2016-02-15 05:39:01 UTC	20	211.95	0.07	0.05	0.02	0.08	0.12	0.04	0.08
2016-02-15 05:39:37 UTC	21	211.15	0.18	0.11	0.07	0.13	0.12	0.03	0.1
2016-02-15 05:40:12 UTC	22	209.04	1.47	0.07	0.02	0.1	0.12	0.03	0.08
2016-02-15 05:40:48 UTC	23	209.04	1.47	0.07	0.02	0.1	0.12	0.03	0.08

Gambar 4. 27 *File Logger* pada *Database Server*

Pada Gambar 4.25 menunjukkan tampilan *browser* PC berhasil menampilkan nilai Daya (W) dari 7 buah sensor arus, dan Tegangan (V) hasil dari pemrosesan data pada mikrokontroler Atmega32. Gambar 4.26 menunjukkan tampilan *Smarthphone* berhasil menampilkan nilai Daya (W) dari 7 buah sensor arus, dan Tegangan (V) hasil dari pemrosesan data pada mikrokontroler Atmega32. Gambar 4.27 menunjukkan *file logger* pada *database server* yang mampu menyimpan data hasil pengolahan pada mikrokontroler.