

ALAT UKUR VOLTMETER DAN AMPEREMETER BERBASIS ARDUINO
UNO



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Iskandar Patandean (34219055)
Muhammad Rizqi (34219061)

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2022

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir ini dengan judul “Alat Ukur Voltmeter dan Amperemeter berbasis Arduino UNO” oleh Iskandar Patandean NIM 342 19 055 dan Muhammad Rizqi NIM 342 19 061.

Makassar , 22/9 / 2022

Pembimbing I

Pembimbing II



Sukma Abadi, ST., M.T.
NIP: 19751024 200312 1 001



Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T.
NIP: 19800082 200501 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin,




Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D
NIP. 19741106 200212 1 002

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, tim penguji seminar laporan tugas akhir telah menerima hasil seminar laporan tugas akhir telah menerima hasil seminar proposal tugas akhir oleh mahasiswa Iskandar Patandean NIM 342 19 055 dan Muhammad Rizqi NIM 342 19 061 dengan judul "Alat Ukur Voltmeter dan Amperemeter berbasis Arduino UNO"

Makassar , 22/9/ 2022

Tim Penguji Seminar Laporan Tugas Akhir :

- | | | |
|------------------------------------|---------------|---|
| 1. Marhatang S.ST., M.T. | Ketua | () |
| 2. Abdul Rahman, S.T., M.T. | Sekretaris | () |
| 3. Nur Rahmah H. Anwar, S.T., M.T. | Anggota I | () |
| 4. Gusri Emiyati Ali, S.Pd., M.Pd. | Anggota II | () |
| 5. Muh Yusuf Yunus, S.ST., M.T. | Pembimbing II | () |
| 6. Sukma Abadi, S.T., M.T. | Pembimbing I | () |

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat Rahmat dan Karunia-Nyalah semata sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir kami yang berjudul “Alat Ukur Voltmeter dan Amperemeter berbasis Arduino UNO”. Tugas akhir ini disusun sebagai persyaratan kelulusan pada Program Studi Teknik Konversi Energi Diploma-3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapat saran, dorongan dukungan serta keterangan-keterangan dari berbagai pihak yang merupakan pengalaman yang tidak dapat diukur secara materi. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta dan seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan baik material maupun moral sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D.
3. Bapak Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Sukma Abadi, S.T., M.T. dan Bapak Muh. Yusuf Yunus S.ST., M.T. sebagai dosen pengarah yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatannya untuk mengarahkan penulisan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Para dosen dan seluruh staf Politeknik Negeri Ujung Pandang yang tidak disebutkan namanya satu persatu atas torehan ilmunya kepada kami.
7. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2019 khususnya kelas 3-C Teknik Konversi Energi atas kebersamaan dan kerjasama selama ini.
8. Seluruh teman-teman dan sahabat yang telah memberikan motivasi.

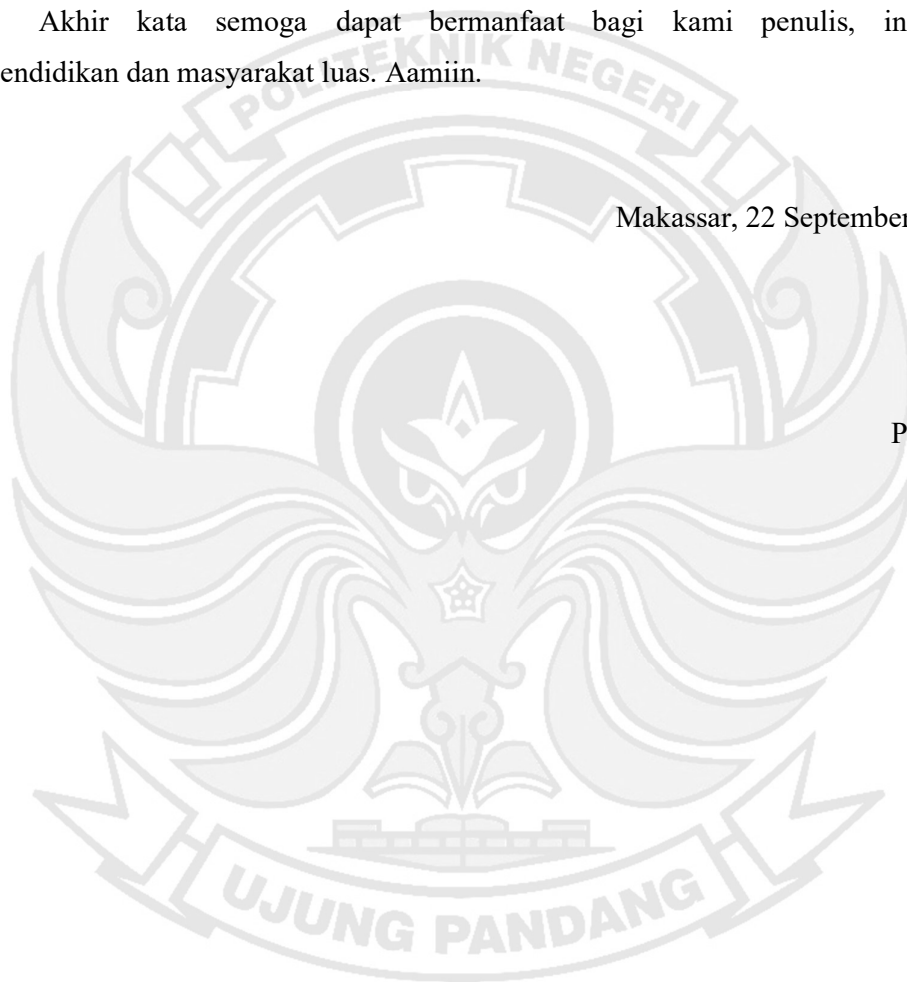
9. Semua pihak yang terlibat, tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, kami menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu kami mohon maaf dan sangat mengharapkan kritik serta masukan yang bersifat membangun bagi penulis.

Akhir kata semoga dapat bermanfaat bagi kami penulis, institusi pendidikan dan masyarakat luas. Aamiin.

Makassar, 22 September 2022

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR SIMBOL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
SURAT PERNYATAAN.....	xxiii
SURAT PERNYATAAN.....	xxiv
RINGKASAN.....	xxv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Kegiatan.....	2
1.4 Manfaat Kegiatan.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Instrumenstasi dan Pengukuran.....	5
2.2 <i>Thinger.io</i>	6
2.3 Pencegahan celah keamanan IoT.....	8
2.4 Mikrokontroller.....	11
2.4.1 Arduino.....	13
2.4.2 NodeMCU ESP8266.....	16
2.4.3 Sensor.....	20
2.4.3.1 Sensor Arus.....	20
a. Sensor Arus ACS712 (AC dan DC).....	20
b. Sensor Arus SCT103-100 (Clamp Current Transformer).....	23
2.4.3.2 Sensor Tegangan.....	26

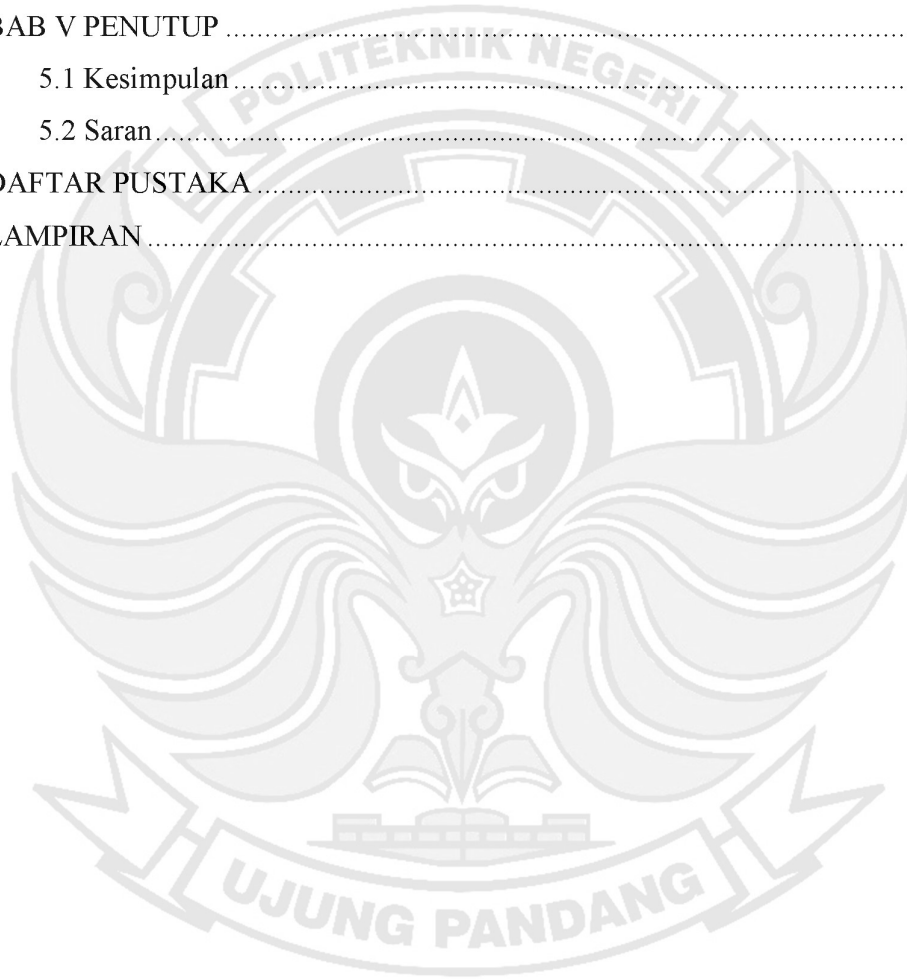
a. Sensor Tegangan AC ZMPT101b.....	28
b. Sensor Tegangan DC	32
2.5 Liquid Crystal Display (LCD)	33
2.6 ADS1115	36
2.7 Software Arduino	40
2.8 Voltmeter	42
2.9 Amperemeter.....	43
2.10 Multimeter.....	44
2.11 Tahanan Geser/Resistor Variabel (Rheostat).....	45
2.12 Dimmer DC 12V 5A.....	46
2.13 Baterai atau Aki Kering 12V.....	47
2.14 Regulator AC 1 fasa	48
2.15 Besaran Listrik	48
2.15.1 Tegangan Listrik.....	49
2.15.2 Arus Listrik.....	50
2.15.3 Hambatan Listrik.....	52
2.15.4 Daya Listrik.....	53
a. Daya Aktif (Real Power).....	55
b. Daya Reaktif (Reaktif Power).....	55
c. Daya Semu (Apparent Power).....	56
2.15.5 Faktor Daya	56
BAB III METODE KEGIATAN.....	57
3.1 Tempat dan Waktu Pengerjaan.....	57
3.2 Alat dan Bahan.....	57
3.2.1 Alat.....	57
3.2.2 Bahan	57
3.3 Prosesdur Perancangan.....	58
3.3.1 Diagram Alir Pemrograman	59
3.3.2 Perancangan Alat.....	61
3.4 Tahap Pembuatan dan Perakitan.....	64
3.5 Proses Pengujian Alat.....	64

3.5.1 Pengujian pengukuran alat ukur tanpa pengiriman data pengukuran ke platform web	64
1. Pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus DC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser.....	67
a. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 3 Ω dan 6 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1	67
b. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 3 Ω dan 6 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2	67
c. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1	67
d. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2	67
e. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang nilainya sama yang diatur sebesar 8 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di salah satu Resistor	67
f. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1	67
g. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2	68
2. Pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus AC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser dan beberapa alat elektronik.	72
a. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian seri	

dengan 2 buah resistor geser dengan nilai yang sama dan diatur sebesar 60 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di salah satu resistor	72
b. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai berbeda dan diatur sebesar 50 Ω dan 75 Ω . dengan alat ukur tugas akhir dihubungkan dengan R1	73
c. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai berbeda dan diatur sebesar 50 Ω dan 75 Ω . dengan alat ukur tugas akhir dihubungkan dengan R2	73
d. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 1, Hairdryer dengan power 1, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Kipas mini	73
e. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 1, Hairdryer dengan power 1, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Hairdryer	73
f. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 2, Hairdryer dengan power 2, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Kipas mini	73
g. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 2, Hairdryer dengan power 2, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Hairdryer	73
3.5.2 Pengujian pengukuran alat ukur dengan pengiriman data pengukuran ke platform web	78
3.6 Diagram alir pembuatan dan pengujian alat	81
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 82

4.1 Deskripsi Alat	82
4.2 Perancangan Casing	83
4.3 Perancangan Program.....	83
4.4 Prinsip Kerja Alat.....	83
4.5 Kalibrasi Alat.....	88
4.6 Data Hasil Pengujian	89
4.6.1 Data hasil pengujian pengukuran alat ukur tanpa pengiriman data pengukuran ke platform web	90
a. Data hasil pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus DC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser	90
b. Pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus AC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser dan beberapa alat elektronik	97
4.6.2 Pengujian pengukuran alat ukur dengan pengiriman data pengukuran ke platform web.....	104
4.7 Analisis Data Pengujian	106
4.7.1 Analisis Error Alat Ukur	106
4.8 Hasil Analisa Data.....	113
4.8.1 Pengujian pengukuran alat ukur tanpa pengiriman data pengukuran ke platform web	113
a. Hasil analisa data pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus DC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser	113
b. Hasil analisa data pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus AC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser dan beberapa alat elektronik	117
4.9 Grafik dan Pembahasan.....	124
4.9.1 Grafik pengujian pengukuran alat ukur tanpa pengiriman data pengukuran ke platform web	124
a. Grafik pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus DC dari	

sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser	124
b. Grafik pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus AC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser dan beberapa alat elektronik.....	132
BAB V PENUTUP	141
5.1 Kesimpulan	141
5.2 Saran.....	142
DAFTAR PUSTAKA	143
LAMPIRAN.....	145



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Satuan	Keterangan
VEE	V , mV	Tegangan Kontras LCD
VCC	V , mV	Tegangan input (positif)
GND	V , mV	Ground (negatif)
V	V	Pembacaan tegangan alat ukur
I	A , mA	Arus primer, Arus sekunder, Pembacaan tegangan alat ukur
VRMS	V	Pembacaan tegangan RMS
IRMS	A	Pembacaan arus RMS
R	Ω	Sampling resistor, tahanan
p	mm, cm	Panjang ukuran PCB, Panjang pin, panjang casing
l	mm, cm	Lebar ukuran PCB, lebar casing
t	mm, cm	Tinggi casing
T	$^{\circ}\text{C}$	Suhu operasional
F	μF	Satuan Kapasitor (Kapasitansi)
P	W	Daya resistor (Kualitas Resistor)
f	GHz , MHz	Frekuensi dan <i>clock power</i> NodeMCU
%E _{It}	%	Persentase error perbandingan arus terukur terhadap arus acuan teoritis
%E _I	%	Persentase error perbandingan arus terukur terhadap arus acuan amperemeter
%E _{tV}	%	Persentase error perbandingan tegangan terukur terhadap tegangan acuan teoritis
%E _V	%	Persentase error perbandingan tegangan terukur terhadap tegangan acuan voltmeter
%E _{ItACS}	%	Persentase error perbandingan arus ACS712 terukur terhadap arus acuan teoritis
%E _{IACS}	%	Persentase error perbandingan arus ACS712 terukur terhadap arus acuan amperemeter
%E _{ItSCT}	%	Persentase error perbandingan arus SCT013 terukur terhadap arus acuan teoritis
%E _{ItSCT}	%	Persentase error perbandingan arus SCT013 terukur terhadap arus acuan amperemeter

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi alat ukur dan pengukuran.....	5
Gambar 2.2 Fitur pada <i>Thinger.Iot</i>	8
Gambar 2.3 Mikrokontroler Arduino.....	13
Gambar 2.4 Arduino UNO dan keterangan bagiannya.....	15
Gambar 2.5 NodeMCU Lolin.....	16
Gambar 2.6 GPIO NodeMCU.....	17
Gambar 2.7 Skematik Posisi Pin NodeMCU Dev Kit V3.....	19
Gambar 2.8 Modul Sensor Arus ACS712.....	22
Gambar 2.9 SCT-103-100.....	23
Gambar 2.10 Dimensi ukuran SCT-103-100.....	24
Gambar 2.11 Prinsip kerja CT.....	25
Gambar 2.12 Rangkaian tambahan SCT-103-100.....	26
Gambar 2.13 Skematik Rangkaian tambahan SCT-103-100.....	26
Gambar 2.14 Modul Sensor Tegangan ZMPT101B.....	31
Gambar 2.15 Modul Sensor Tegangan DC.....	32
Gambar 2.16 Liquid Crystal Display 20x4 Arduino.....	34
Gambar 2.17 Pin-pin pada LCD 20 x 4.....	35
Gambar 2.18 Pin-pin pada ADS1115.....	37
Gambar 2.19 ADS1115 I2C 16 Bit.....	38
Gambar 2.20 Voltmeter Analog.....	42
Gambar 2.21 Amperemeter Analog.....	43
Gambar 2.22 Multimeter Digital.....	45
Gambar 2.23 Resistor Geser.....	45
Gambar 2.24 Dimmer DC 12V 5A.....	46
Gambar 2.25 Aki 12 V.....	47
Gambar 2.26 Regulator AC 1 fasa.....	48
Gambar 2.27 Gelombang sinusoidal listrik AC dan DC.....	51
Gambar 3.1 Diagram alir proses pemrograman.....	59
Gambar 3.2 Konstruksi alat pada tampilan isometri 45°.....	61

Gambar 3.3 Konstruksi alat pada tampilan isometri 45°	62
Gambar 3.4 (a) Tampak Depan Alat.....	63
Gambar 3.4 (b) Tampak Belakang Alat.....	63
Gambar 3.4 (c) Tampak Samping Kanan Alat.....	63
Gambar 3.4 (d) Tampak Samping Kiri Alat.....	63
Gambar 3.4 (e) Tampak Atas Alat.....	63
Gambar 3.4 (f) Tampak Bawah Alat.....	63
Gambar 3.5 Wiring sistem alat ukur yang tidak dihubungkan dengan NodeMCU ESP8266	65
Gambar 3.6 Skematik sistem alat ukur yang tidak dihubungkan dengan NodeMCU ESP8266	66
Gambar 3.7 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 3 Ω dan 6 Ω yang diserikan (Alat TA di R1).....	68
Gambar 3.8 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 3 Ω dan 6 Ω yang diserikan (Alat TA di R2).....	69
Gambar 3.9 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 5 Ω dan 10 Ω yang diserikan (Alat TA di R1).....	69
Gambar 3.10 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 5 Ω dan 10 Ω yang diserikan (Alat TA di R2)	70
Gambar 3.11 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban 2 resistor 8 Ω yang diparalelkan (Alat TA di R1).....	70
Gambar 3.12 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 5 Ω dan 10 Ω yang diparalelkan (Alat TA di R1)	71
Gambar 3.13 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 5 Ω dan 10 Ω yang diparalelkan (Alat TA di R2)	72
Gambar 3.14 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban 2 resistor 60 Ω yang diserikan (Alat TA di R1/R2)	74
Gambar 3.15 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 50 Ω dan 75 Ω yang diserikan (Alat TA di R1)	74

Gambar 3.16 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 50 Ω dan 75 Ω yang diserikan (Alat TA di R2)	75
Gambar 3.17 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban Kipas mini dan Hairdryer di power 1 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan (Alat TA di Kipas mini)	75
Gambar 3.18 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban Kipas mini dan Hairdryer di power 1 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan (Alat TA di Hairdryer)	76
Gambar 3.19 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban Kipas mini dan Hairdryer di power 2 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan (Alat TA di Kipas mini)	76
Gambar 3.20 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban Kipas mini dan Hairdryer di power 2 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan (Alat TA di Hairdryer)	77
Gambar 3.21 Wiring sistem alat ukur yang terhubung dengan nodeMCU EPS8266	78
Gambar 3.22 Skematik sistem alat ukur yang dihubungkan dengan NodeMCU EPS8266	79
Gambar 3.23 Pengujian pengukuran alat ukur dengan pengiriman data pengukuran ke platform web	80
Gambar 3.24 Diagram alir pembuatan dan pengujian alat	81
Gambar 4.1 (a) Wiring LCD	85
Gambar 4.1 (b) Wiring Arduino UNO ke sensor-sensor	85
Gambar 4.2 Coding untuk pembacaan sensor-sensor di Arduino UNO	85
Gambar 4.3 Coding untuk mengirim data dari Arduino UNO dan diterima oleh NodeMCU EPS8266	86
Gambar 4.4 Coding untuk menerima data di NodeMCU EPS8266 dan pengiriman data ke Thinger.io	86
Gambar 4.5 Coding untuk kalibrasi sensor-sensor yang digunakan	89
Gambar 4.6 Demo pengiriman data dari Alat Ukur ke Thinger.io yang ditampilkan di dashboard Thinger.io	104

Gambar 4.7 Grafik data pengukuran yang dikirimkan ke Thingier.io dengan tampilan grafik berdasarkan waktu dengan interval 2 detik dalam 5 menit pengulangan	105
Gambar 4.8 Pengukuran tegangan rms dengan multimeter sebagai pembanding pembacaan dari alat ukur tugas akhir dan data yang ada di web	105
Gambar 4.9 Grafik perbandingan pembacaan sensor DC dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari resistor 3 Ω dan 6 Ω yang diserikan	124
Gambar 4.10 Grafik perbandingan pembacaan sensor ACS712 dengan amperemeter dan data perhitungan teoritis dari resistor 3 Ω dan 6 Ω yang diserikan.....	125
Gambar 4.11 Grafik perbandingan pembacaan sensor DC dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari resistor 5 Ω dan 10 Ω yang diserikan	126
Gambar 4.12 Grafik perbandingan pembacaan sensor ACS712 dengan amperemeter dan data perhitungan teoritis dari resistor 5 Ω dan 10 Ω yang diserikan.....	127
Gambar 4.13 Grafik perbandingan pembacaan sensor DC dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari 2 resistor 8 Ω yang diparalelkan...	128
Gambar 4.14 Grafik perbandingan pembacaan sensor ACS712 dengan amperemeter dan data perhitungan teoritis dari 2 resistor 8 Ω yang diparalelkan	129
Gambar 4.15 Grafik perbandingan pembacaan sensor DC dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari resistor 5 Ω dan 10 Ω yang diparalelkan	130
Gambar 4.16 Grafik perbandingan pembacaan sensor ACS712 dengan amperemeter dan data perhitungan teoritis dari resistor 5 Ω dan 10 Ω yang diparalelkan	131

Gambar 4.17 Grafik Perbandingan pembacaan sensor ZMPT101b dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari 2 resistor 60 Ω yang diserikan	132
Gamabr 4.18 Grafik perbandingan pembacaan sensor ACS712 dan SCT013 dengan amperemeter dan data perhitungan teoritis dari 2 resistor 60 Ω yang diserikan	133
Gambar 4.19 Grafik Perbandingan pembacaan sensor ZMPT101b dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari resistor 50 Ω dan 75 Ω yang diserikan	134
Gambar 4.20 Grafik perbandingan pembacaan sensor ACS712 dan SCT013 dengan amperemeter dan data perhitungan teoritis dari resistor 50 Ω dan 75 Ω yang diserikan	135
Gambar 4.21 Grafik perbandingan pembacaan sensor ZMPT101b dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari Kipas mini dan Hairdryer di power 1 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan.	136
Gambar 4.22 Grafik perbandingan pembacaan sensor ACS712 dan SCT013 dengan amperemeter dari Kipas mini dan Hairdryer di power 1 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan	137
Gambar 4.23 Grafik perbandingan pembacaan sensor ZMPT101b dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari Kipas mini dan Hairdryer di power 2 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan	138
Gambar 4.24 Grafik perbandingan pembacaan sensor ACS712 dan SCT013 dengan amperemeter dari Kipas mini dan Hairdryer di power 2 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan	139

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi NodeMCU V3 Lolin.....	18
Tabel 2.2 Spesifikasi sensor tegangan ZMPT101b	30
Tabel 2.3 Pin-pin pada LCD 20x4 arduino	34
Tabel 4.1 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 3 Ω dan 6 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1.....	90
Tabel 4.2 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 3 Ω dan 6 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.....	91
Tabel 4.3 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1.....	92
Tabel 4.4 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.....	93
Tabel 4.5 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang nilainya diatur sebesar 8 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di salah satu Resistor.....	94
Tabel 4.6 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1.....	95
Tabel 4.7 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.....	96

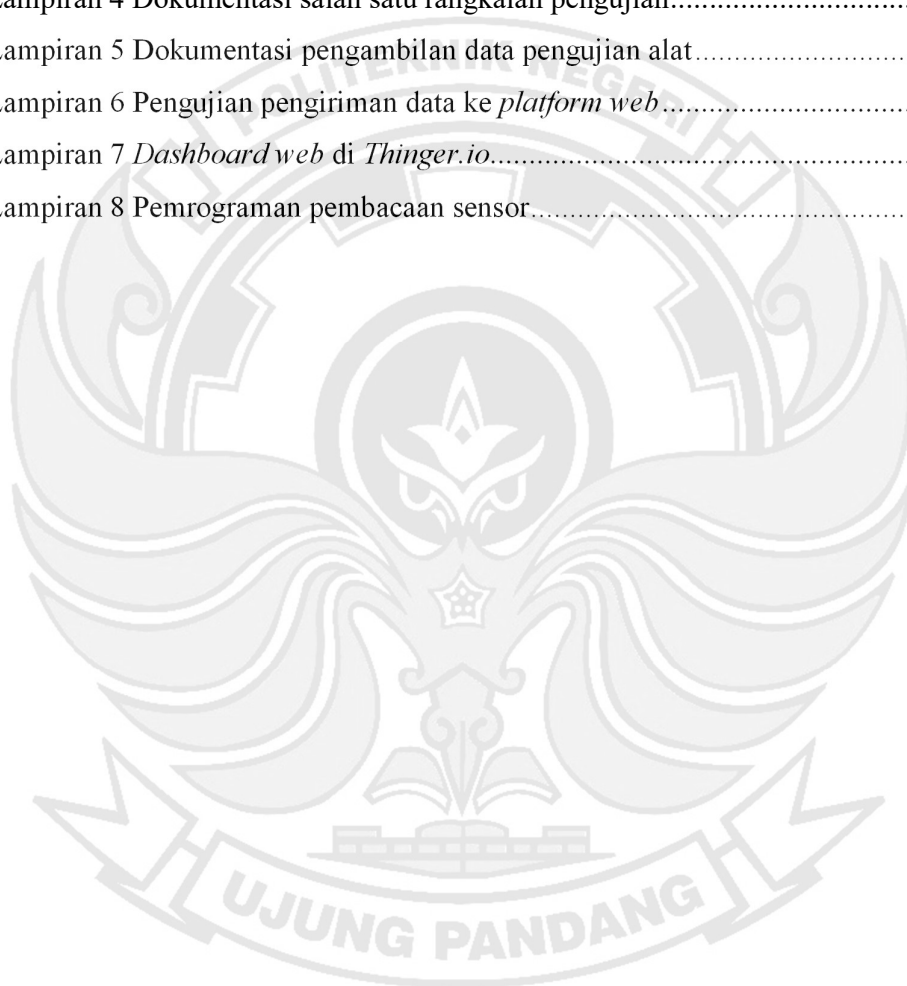
Tabel 4.8 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai yang sama dan diatur sebesar 60Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di salah satu resistor...	97
Tabel 4.9 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 50Ω dan 75Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1	98
Tabel 4.10 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 50Ω dan 75Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.....	99
Tabel 4.11 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 1, Hairdryer dengan power 1, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Kipas mini	100
Tabel 4.12 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 1, Hairdryer dengan power 1, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Hairdryer	101
Tabel 4.13 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 2, Hairdryer dengan power 2, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Kipas mini	102
Tabel 4.14 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 1, Hairdryer dengan power 1, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Hairdryer	103
Tabel 4.15 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 3Ω dan 6Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1.....	113

Tabel 4.16 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 3 Ω dan 6 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.....	114
Tabel 4.17 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1	114
Tabel 4.18 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.....	115
Tabel 4.19 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang nilainya sama dan diatur sebesar 8 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di salah satu Resistor	115
Tabel 4.20 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1	116
Tabel 4.21 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2	116
Tabel 4.22 Hasil analisan data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai yang sama dan diatur sebesar 60 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di salah satu resistor ...	117
Tabel 4.23 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai berbeda dan diatur sebesar 50 Ω dan 75 Ω . dengan alat ukur tugas akhir dihubungkan dengan R1	118

Tabel 4.24 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai berbeda dan diatur sebesar 50 Ω dan 75 Ω . dengan alat ukur tugas akhir dihubungkan dengan R2	119
Tabel 4.25 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 1, Hairdryer dengan power 1, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Kipas mini	120
Tabel 4.26 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 1, Hairdryer dengan power 1, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Hairdryer	121
Tabel 4.27 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 2, Hairdryer dengan power 2, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Kipas mini	122
Tabel 4.28 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 2, Hairdryer dengan power 2, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Hairdryer	123

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Penyiapan alat dan bahan	146
Lampiran 2 Pembuatan Casing alat ukur	146
Lampiran 3 Perakitan alat, penyesuaian casing, dan wiring	147
Lampiran 4 Dokumentasi salah satu rangkaian pengujian.....	148
Lampiran 5 Dokumentasi pengambilan data pengujian alat.....	148
Lampiran 6 Pengujian pengiriman data ke <i>platform web</i>	149
Lampiran 7 <i>Dashboard web</i> di <i>Thingier.io</i>	149
Lampiran 8 Pemrograman pembacaan sensor.....	150



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Iskandar Patandean

NIM : 34219055

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul "ALAT UKUR VOLTMETER DAN AMPEREMETER BERBASIS ARDUINO UNO" merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 27 September 2022



Iskandar Patandean
NIM : 34219055

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Rizqi

NIM : 34219061

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “ALAT UKUR VOLTMETER DAN AMPEREMETER BERBASIS ARDUINO UNO” merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 27 September 2022



Muhammad Rizqi
NIM : 34219061

ALAT UKUR VOLTEMETER DAN AMPEREMETER BERBASIS ARDUINO UNO RINGKASAN

Alat Ukur adalah alat yang digunakan untuk mengukur suatu parameter. Alat ukur umumnya digunakan menjadi alat ukur digital dan alat ukur analog. Seiring berkembangnya zaman, sekarang banyak alat ukur yang berubah dari analog menjadi digital. Namun, beberapa alat ukur ada yang harus tetap bersifat analog karena suatu kondisi. Inti dari beberapa alat ukur digital yaitu sensor yang telah diprogram. Sensor ini memiliki fungsi dan jenis yang berbeda-beda sesuai kebutuhan dan kondisinya. Sensor-sensor ini dapat digunakan salah satunya untuk mengukur suatu parameter listrik seperti arus dan tegangan baik dc maupun ac. Namun, dalam sensor dapat bekerja jika ada mesin pemrogramannya atau mikrokontroler. Karena kondisi tersebut maka sensor akan dihubungkan dengan mikrokontrolernya dan akan dibuatkan casing/pelindung sehingga menjadi suatu alat yaitu alat ukur. Di Laboratorium Di laboratorium Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang, beberapa alat ukur seperti amperemeter jumlahnya sedikit karena beberapa alat sudah tidak berfungsi dengan baik, sehingga dengan aspek tersebut maka, akan dikembangkan suatu alat ukur yang dapat difungsikan untuk mengukur arus dan tegangan baik AC maupun DC dari pembacaan sensor yang telah diprogram dengan mikrokontroler arduino UNO yang data pengukurannya di tampilkan di LCD dan ditampilkan di platform web.

Kegiatan ini dimulai dengan tahap perancangan alat, perancangan program, perancangan rangkaian pengujian, perakitan, dan tahap pengujian. Pengujian dilakukan dengan cara membuat rangkaian pengujian yang dimana alat ukur akan dihubungkan ke rangkaian pengujian. Kemudian pengujian akan dibedakan menjadi 2 yaitu pengujian tanpa pengiriman data pengukuran ke platform web dan pengujian dengan data pengukuran dikirimkan ke platform web. Rangkaian pengujian dilakukan pada arus dan tegangan AC maupun DC dengan beban resistor geser yang diatur besarnya dan beberapa alat elektronik.

Alat ukur voltmeter dan amperemeter berbasis arduino Uno ini berhasil dibuat dan berjalan normal seperti alat ukur pada umumnya dan data pengukurannya berhasil dikirimkan dengan normal di platform web.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman, teknologi yang kita gunakan juga berkembang dengan pesat. *Artificial Intelligence*, *Internet Of Thing*, *Microcontroller* merupakan salah satu perkembangan teknologi yang sangat berguna pada saat ini dimana salah satu kegunaannya yaitu mempermudah keberlangsungan hidup kita.

Dalam kehidupan sehari-hari tentunya kita tidak asing dengan yang namanya alat elektronik. Alat elektronik seperti sudah sangat melekat pada kegiatan dan keberlangsungan hidup kita seperti Kipas Angin, *Smart Phone*, Laptop, Mesin Cuci, *Television*, dan sebagainya. Tentunya pada alat elektronik tersebut kita perlu tahu apa saja spesifikasi yang ada. Spesifikasi alat elektronik tersebut dapat berupa besaran Tegangan, Arus, Daya, Frekuensi, atau pun kapasitas. Oleh karena itu, kita juga membutuhkan alat ukur untuk menentukan atau mengetahui apakah data yang telah tercantum telah benar adanya atau tidak. Terdapat ilmu yang mempelajari tentang dasar dari sebuah kegunaan dan cara kerja alat elektronik dan alat ukur yaitu Instrumentasi. Dengan mempelajari instrumentasi, kita dapat menentukan besaran-besaran pada alat elektronik dengan mudah. Selain itu, terdapat juga mata kuliah sistem kendali yang dimana mata kuliah mempelajari tentang *device* dalam pengendalian sistem seperti mikrokontroler.

Umumnya alat ukur untuk mengukur besaran-besaran listrik dari sebuah alat atau perangkat elektronik berupa Voltmeter, Amperemeter, Wattmeter, dan sebagainya. Alat ukur yang digunakan dapat berupa pengukuran AC maupun DC

dan dapat berupa Analog dan Digital. Namun disini kami akan merancang sebuah alat yang agak sedikit berbeda dimana kami akan menggunakan bantuan Arduino UNO dengan beberapa sensor yang akan mengukur parameter tegangan dan arus dalam bentuk AC maupun DC pada alat ukur yang akan kami rancang yaitu sensor tegangan DC , sensor tegangan AC ZMPT101B, sensor arus DC dan AC ACS712. Sensor tersebut akan di interfacekan dengan mikrokontroler arduino UNO dan akan diprogram pada software arduino melalui laptop ataupun komputer. Tentunya alat ukur ini perlu untuk diuji sehingga pada tugas akhir ini, alat ukur yang akan dibuat akan diuji keakuratan pengukurannya. Pengujiannya dapat dilakukan rangkaian yang akan dibuat berupa rangkaian seri dan paralel baik DC maupun AC dengan beban nya yaitu resistor, resistor geser, dan beban AC lainnya. Setelah diukur, data pengukuran tersebut akan dikirim ke web server atau *platform* bernama thinger.io dengan bantuan mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

Di laboratorium Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang, beberapa alat ukur seperti amperemeter jumlahnya sedikit karena beberapa alat sudah tidak berfungsi dengan baik, sehingga dengan aspek tersebut maka, kami akan merancang alat ukur yang memiliki fungsi yang sama namun memiliki struktur komponen yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan, masalah yang akan ditelaah pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana proses pengukuran parameter kelistrikan menggunakan alat ukur voltmeter dan amperemeter berbasis arduino UNO ?
2. Bagaimana konstruksi atau desain dari alat ukur voltmeter dan amperemeter berbasis arduino UNO?
3. Seberapa akurat dan presisi alat ukur voltmeter dan amperemeter berbasis arduino UNO dengan alat ukur lainnya secara umum?
4. Bagaimana proses pengiriman data dari arduino UNO ke web server ?

1.3 Tujuan Kegiatan

Berdasarkan rumusan masalah yang diangkat, tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui proses pengukuran parameter kelistrikan menggunakan alat ukur voltmeter dan amperemeter berbasis arduino UNO.
2. Untuk mengetahui konstruksi atau desain dari alat ukur voltmeter dan amperemeter berbasis arduino UNO.
3. Untuk mengetahui perbandingan efisiensi alat ukur voltmeter dan amperemeter dengan alat ukur lainnya secara umum.
4. Untuk mengetahui cara mengirim data pengukuran dari arduino UNO ke web server.

1.4 Manfaat Kegiatan

Manfaat yang akan diperoleh dari pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Memberikan pengetahuan dan inovasi baru tentang pengukuran parameter listrik dengan menggunakan mikrokontroler arduino UNO.
2. Dapat mengetahui cara kerja dari sensor yang bekerja seperti alat ukur voltmeter dan amperemeter berbasis arduino UNO.
3. Dapat mengetahui proses pengiriman data dari mikrokontroler ke web server.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun pada pembuatan dan pengujian tugas akhir ini akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Konversi Energi dimana alat ukur yang akan dibuat ini akan menguji rangkaian seri dan paralel DC menggunakan resistor, rangkaian seri dan paralel DC menggunakan resistor geser untuk rangkaian seri dan menggunakan alat elektronik seperti *hairdryer*, kipas *mini*, *Charger Handphone*, dll.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Instrumentasi dan Pengukuran



Gambar 2.1 Ilustrasi alat ukur dan pengukuran
(Sumber : sensornetwork.mipa.ugm.ac.id)

Instrumentasi dan pengukuran secara umum yaitu suatu ilmu yang mempelajari tentang bagaimana cara pengukuran dan proses pengendalian dalam suatu sistem. Pengukuran disini menggunakan beberapa peralatan instrumentasi yang digunakan untuk mengukur parameter-parameter, alatnya seperti voltmeter, amperemeter, wattmeter, thermometer, tachometer, barometer, dan sebagainya. Dengan hasil pengukuran dari alat-alat instrumentasi maka dapat dilakukan pengendalian sesuai kondisi yang diperlukan. Salah satu alat atau komponen instrumentasi yang dapat digunakan untuk mengukur parameter seperti besaran-besaran listrik yaitu sensor -sensor yang dikendalikan melalui mikrokontroller. Untuk mengendalikan mikrokontroller dibutuhkan software khusus dan beberapa komponen pendukung sesuai dengan apa yang akan diukur, seperti mikrokontroller arduino uno dengan sensor arus yang dapat mengukur arus. Dengan ilmu instrumentasi dan pengukuran, proses pengukuran dan pengendalian maupun analisa dapat dilakukan dengan baik dan mudah tentunya harus juga sesuai dengan

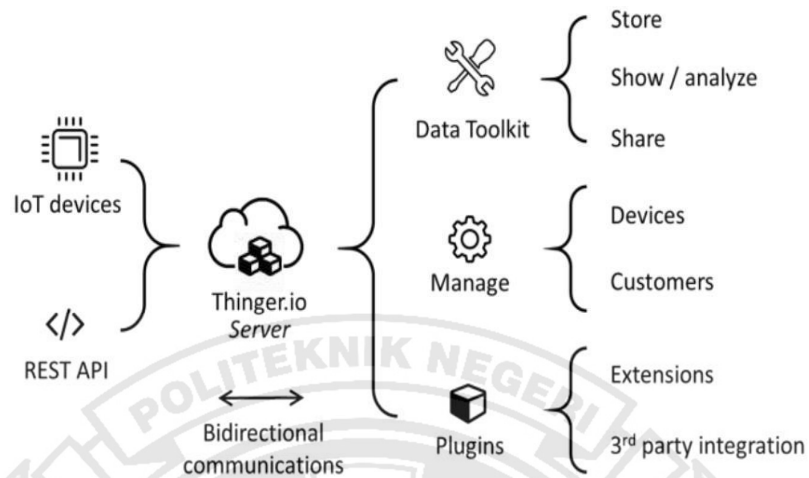
prosedur pengoperasian. Pada pembuatan tugas akhir ini kami akan memakai mikrocontroller arduino UNO dan NodeMCU, karena arduino lebih mudah diakses melalui komputer, harga terjangkau, mudah dimengerti, memiliki port yang tidak paralel lagi yaitu USB dan memiliki banyak sekali library gratis yang tersedia diinternet, dan bersifat open source. NodeMCU ESP8266 akan difungsikan untuk pengiriman data dari arduino ke web server yang akan digunakan yaitu Thinger.io.

2.2 *Thinger.io*

Thinger.io adalah *Platform IoT cloud* yang menyediakan setiap alat yang diperlukan untuk membuat prototipe, skala, dan mengelola produk yang terhubung dengan cara yang sangat sederhana . Tujuannya adalah untuk implemantasikan penggunaan IoT sehingga dapat diakses oleh seluruh dunia, dan menyederhanakan pengembangan proyek IoT. Fitur Utama Thinger.io antara lain sebagai berikut:

- a) *Platform Thinger.io* dibentuk oleh dua produk utama yaitu *Backend* (yang merupakan server IoT aktual) dan *Frontend* berbasis web yang menyederhanakan bekerja dengan semua fitur menggunakan komputer atau *smartphone* apapun.
- b) *Connect devices* sepenuhnya kompatibel dengan semua jenis perangkat, tidak masalah prosesor, jaringan atau pabrikan. *Thinger.io* memungkinkan untuk membuat komunikasi dua arah dengan Linux, Arduino, Raspberry Pi, atau perangkat MQTT dan bahkan dengan teknologi canggih seperti Sigfox atau LoRaWAN atau sumber data API internet lainnya.

- c) *Store Device Data* menyimpan data perangkat: Hanya beberapa klik untuk membuat Data Bucket, menyimpan data IoT dengan cara yang scalable, efisien, dan terjangkau, yang juga memungkinkan agregasi data waktu-nyata.
- d) *Display Real-time or Stored Data* tampilkan data real-time atau disimpan dalam beberapa widget seperti deret waktu, bagan donat, pengukur, atau bahkan representasi yang dibuat khusus untuk membuat dashbor luar biasa dalam hitungan menit.
- e) *Trigger events and data values* memicu peristiwa dan nilai data menggunakan mesin aturan Node-RED yang tertanam.
- f) *Extend with custom features* perluas dengan fitur khusus dengan beberapa plugin untuk mengintegrasikan proyek IoT ke dalam perangkat lunak perusahaan Anda atau layanan Internet pihak ketiga lainnya.
- g) *Custom the appearance* ubah sesuaikan penampilan berkat tampilan depan yang sepenuhnya dapat diubah namanya, yang memungkinkan pengenalan warna merek, logo, dan domain web sesuai kebutuhan.
- h) Setiap perangkat dapat dikelola melalui "Dasbor Perangkat". Antarmuka ini menunjukkan koneksi data dan juga memungkinkan memeriksa "API perangkat" dengan representasi data perangkat mentah.



Gambar 2.2 Fitur pada *Thinger.io*
(sumber : [thinger.io.principal](http://thinger.io/principal))

Alasan Thinger.io dijadikan sebagai platform yang digunakan yaitu karena coding yang tidak begitu rumit ketika ingin menghubungkan pengiriman data dari alat ke web.

2.3 Pencegahan celah keamanan penggunaan IoT

Adapun dalam penerapan penggunaan platform untuk keperluan IoT, terdapat beberapa pengamanan yang perlu diperhatikan. Device IoT yang terhubung langsung dengan tubuh memiliki data sensitif dan berpotensi mengancam keselamatan manusia jika disalahgunakan. Pada penggunaan IoT terdapat celah dari keamanan platform yang perlu diantisipasi pengguna. Celah keamanan pada jaringan memungkinkan hacker untuk mendapatkan akses jaringan. Penyusup mendapatkan akses ke semua device dan data melalui jaringan. Berikut ini adalah beberapa potensi keamanan IoT yang perlu dipertimbangkan dan cara pencegahannya.

1. Unsecured Network

Celah keamanan pada jaringan memungkinkan hacker untuk mendapatkan akses jaringan. Penyusup mendapatkan akses ke semua device dan data melalui jaringan. Masalah yang dapat menyebabkan ketidakamanan jaringan antara lain port yang terbuka. Berikut ini adalah rekomendasi untuk mengatasi masalah unsecured network:

- Membatasi port yang dibuka
- Melindungi jaringan dari buffer overflow dan serangan fuzzy
- Melindungi jaringan dari serangan DoS
- Tidak membiarkan port terbuka untuk UPnP

2. Physical Tampering

Unsecured open ends seperti open ports, USB connectors, mobile charging points, dsb merupakan media bagi malware untuk masuk ke device IoT. Physical tampering device juga memungkinkan penyerang untuk membongkar device dan memperoleh akses ke media penyimpanan dan data. Lebih jauh lagi, jika device digunakan untuk maintenance atau konfigurasi beberapa control systems, akses yang disalahgunakan dapat menimbulkan kekacauan. Pemeriksaan rutin physical tampering dapat membantu mencegah masalah ini. Sebagai contoh, datastorage harus dienkripsi, pastikan hanya beberapa external port yang dapat diakses, batasi

kemampuan administrasi device, pastikan device ada di tempat yang aman dan hanya dapat diakses orang yang berkepentingan.

3. Weak Web Interface

Web interface digunakan untuk berinteraksi dengan device IoT. Web interface dituntut memiliki desain simple, namun jika web interface ini tidak aman, penyerang akan memanfaatkan celah keamanan ini. Weak Web Interface dapat diatasi dengan :

- Mengganti username dan password default
- Metode yang digunakan untuk melakukan password recovery diharapkan mencegah kebocoran informasi
- Password divalidasi agar memiliki kombinasi huruf, angka, dan simbol
- Password dienkripsi dan tidak boleh terekspos di jaringan
- Web Interface harus dapat mencegah XSS dan SQL injection
- Gunakan fitur mengunci account setelah beberapa kali salah memasukkan password

4. Outdated Protocols and System Updates

Beberapa smart device menggunakan outdated protocol dan tidak diupdate dengan rutin. Ini merupakan salah satu titik lemah karena konsep dasar dari sistem update adalah developer memperbaiki bugs dan celah keamanan pada sistem. Pastikan patch selalu terupdate.

5. Data and Device Encryption

Autonomous system merupakan salah satu target hacker karena sistem ini jarang melibatkan peran manusia dalam operasionalnya. Misalkan, self-driving car bisa di hack untuk melewati speed limit. Setidaknya ada 10 cara untuk menyerang neural network yang merupakan prinsip kerja autonomous systems. Salah satu contohnya adalah black box attack, dimana input dapat berasal dari unknown system dan informasi didapatkan dari pengumpulan data. Satu-satunya cara untuk melakukan pencegahan adalah membuat sistem yang berlapis dan kompleks sehingga sulit diinterpretasikan dan dihack. Selain itu, peran manusia untuk memeriksa secara rutin dapat membantu mengatasi celah patch dan melindungi dari serangan.

6. Privacy Breach

Pembuat device dan hacker dapat mengetahui informasi pribadi melalui smart device. Beberapa tools yang dapat mengidentifikasi pola spesifik dapat mengetahui data sensitif. Solusi mengatasi masalah ini adalah menggunakan device dari perusahaan yang dapat dipercaya, membatasi data yang dapat diakses device, dan melakukan enkripsi data.

2.4 Mikrokontroller

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya.

Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas.

Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem. Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data.

Dalam pengaplikasiannya, Pengendali Mikro yang dalam bahasa Inggris disebut dengan *Microcontroller* ini digunakan dalam produk ataupun perangkat yang dikendalikan secara otomatis seperti sistem kontrol mesin mobil, perangkat medis, pengendali jarak jauh, mesin, peralatan listrik, mainan dan perangkat-perangkat yang menggunakan sistem tertanam lainnya. Penggunaan Mikrokontroler ini semakin populer karena kemampuannya yang dapat mengurangi ukuran dan biaya pada suatu produk atau desain apabila dibandingkan dengan desain yang dibangun dengan menggunakan mikroprosesor dengan memori dan perangkat input dan output secara terpisah. Salah satu contoh mikrokontroler yaitu Arduino tipe UNO dan NodeMCU untuk pengiriman data pengukuran ke web server yang akan digunakan.

2.4.1 Arduino



Gambar 2.3 Mikrokontroler Arduino
(sumber : www.jakartanotebook.com)

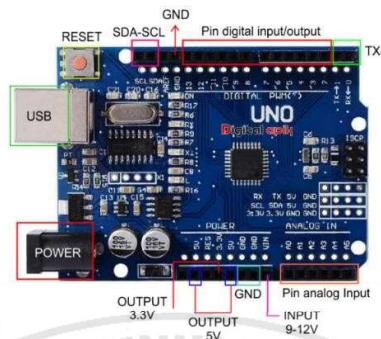
Arduino adalah mikrokontroler single-board yang sifatnya open-source. Maksud open-source disini adalah semua orang bisa mempelajari serta mengembangkan prototype dari Arduino, lalu mereka akan membuat versi mereka sendiri dengan brand mereka sendiri. Contohnya Arduino yang diproduksi oleh pabrikan Freeduino. Arduino sendiri sebenarnya dirancang demi memudahkan penggunaan benda-benda elektronik di berbagai bidang. Hardware Arduino menggunakan processor Atmel AVR dan softwrenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino sebagai sebuah platform komputasi fisik (Physical Computing) yang open source pada board input ouput sederhana, yang dimaksud dengan platform komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan software dan hardware yang dapat mendeteksi dan merespon situasi dan kondisi.

Arduino ini memiliki beberapa komponen penting di dalamnya, seperti pin, mikrokontroler, dan konektor yang nanti akan dibahas lebih dalam selanjutnya. Selain itu, Arduino juga sudah menggunakan bahasa pemrograman Arduino

Language yang sedikit mirip dengan bahasa pemrograman C++. Biasanya Arduino digunakan untuk mengembangkan beberapa sistem seperti pengatur suhu, sensor untuk bidang agrikultur, pengendali peralatan pintar, dan masih banyak lagi. Salah satu tipe arduino yang sangat umum digunakan yaitu arduino UNO.

Singkatnya, definisi Arduino Uno adalah salah satu dari sekian banyaknya jenis Arduino yang banyak digunakan saat ini. Sekaligus sebagai produk pertama yang dirilis oleh pihak Arduino sendiri. Ini ditandai dengan penggunaan kata “Uno” yang dalam bahasa Italia artinya satu atau pertama. Pada papan sirkuit Arduino Uno, di dalamnya sudah tertanam chip mikrokontroler Atmega328 sebagai otak dari komponennya. Jadi jika ditanya apa itu Arduino Uno, maka jawabannya adalah jenis dari Arduino yang ukurannya sedang.

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.



Gambar 2.4 Arduino UNO dan keterangan bagiannya
(sumber : pintarelektro.com)

Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalwrite()*, dan *digitalRead()*. Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm.

Oleh karena itu arduino uno mampu mensupport mikrokontroler secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel power supply adaptor AC ke DC maupun dengan batteray. Sehingga untuk mendukung mikrokontroler tersebut bekerja , cukup sambungkan ke powes supply atau hubungkan melalui kabel USB ke PC, maka Arduino Uno telah siap bekerja.

Menurut Artanto (2012), kelebihan arduino dari platform hardware mikrokontroler lain adalah:

1. IDE Arduino merupakan multiplatform, yang dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, seperti Windows, Macintosh dan Linux.

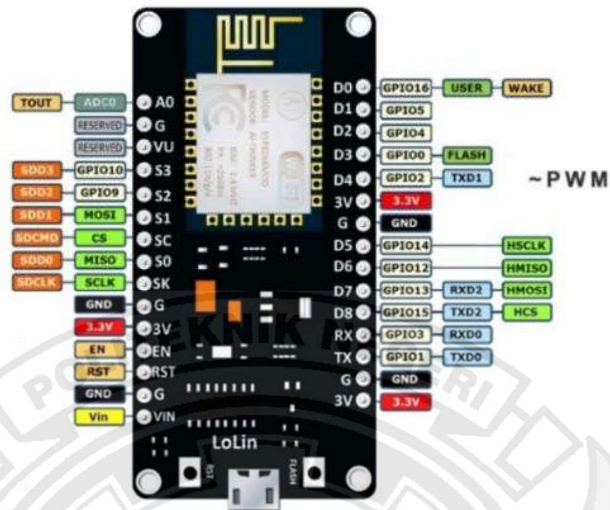
2. IDE Arduino dibuat berdasarkan pada IDE Processing, yang sederhana sehingga mudah digunakan.
3. Pemrograman arduino menggunakan kabel yang terhubung dengan port USB, bukan port serial. Fitur ini berguna karena banyak komputer yang sekarang ini tidak memiliki port serial.

2.4.2 NodeMCU ESP8266



Gambar 2.5 NodeMCU Lolin
(Sumber : arduino.biz.id)

NodeMCU adalah sebuah *platform IoT* yang bersifat *open source*. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266 dari ESP8266 buatan Espressif System, juga firmware yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman scripting Lua. Istilah NodeMCU secara default sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan daripada perangkat keras development kit. Sempelnya mikrokontroler ini memiliki fungsi yang sama dengan arduino UNO, namun mikrokontroler ini memiliki *Wi-Fi Card* yang dapat menghubungkan atau mengontrol alat-alat elektronik dengan *card* tersebut. Beberapa pengguna awal masih cukup bingung dengan beberapa kehadiran board NodeMCU. Karena sifatnya yang open source tentu akan banyak produsen yang memproduksinya dan mengembangkannya.



Gambar 2.6 GPIO NodeMCU
(Sumber : randomnerdtutorials.com)

Secara umum ada tiga produsen NodeMCU yang produknya kini beredar di pasaran: Amica, DOIT, dan Lolin/WeMos. Dengan beberapa varian board yang diproduksi yakni V1, V2 dan V3. Generasi pertama disebut sebagai ESP8266 NodeMCU V1 dengan *board v 0.9*. Generasi kedua disebut sebagai ESP8266 V2 dengan *v 1.0*, dan Generasi ketiga ESP8266 NodeMCU V3 Lolin dengan board *v 1.0*. Pada project tugas akhir ini akan menggunakan NodeMCU ESP8266 V3 Lolin. V3 sebenarnya bukanlah versi resmi yang dirilis oleh NodeMCU. Setidaknya sampai posting ini dibuat, belum ada versi resmi untuk V3 NodeMCU. V3 hanyalah versi yang diciptakan oleh produsen LoLin dengan perbaikan minor terhadap V2. Diklaim memiliki antarmuka USB yang lebih cepat. Dibawah ini spesifikasi dari NodeMCU V3 :

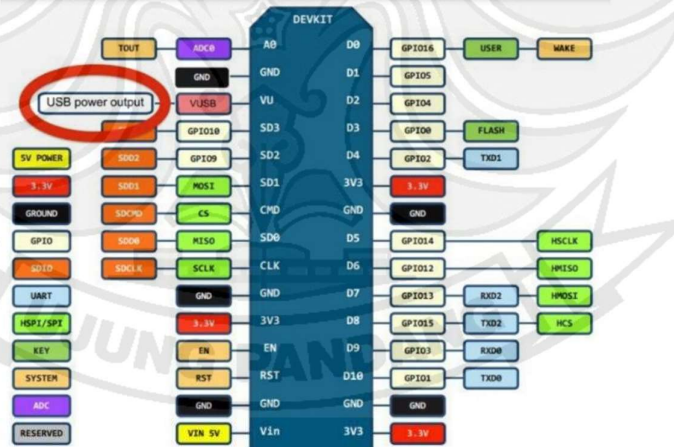
Tabel 2.1 Spesifikasi NodeMCU V3 Lolin

Spesifikasi	NodeMCU V3
Mikrokontroler	ESP8266
Ukuran Board	57 mm x 30 mm
Tegangan Input	3,3 ~ 5V
GPIO	13 Pin
Kanal PWM	10 Kanal
10 bit ADC Pin	1 Pin
Flash Memory	4 MB
Clock Speed	40/26/24 MHz
WiFi	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2,4 GHz – 22,5 GHz
USB Port	Micro USB
Card Reader	Tidak ada
USB to Serial Converter	CH340G

Fungsi dan macam – macam pin NodeMCU ESP8266 yaitu :

- Board ini berbasis ESP8266 serial WiFi SoC (Single on Chip) dengan onboard USB to TTL. Wireless yang digunakan adalah IEEE 802.11b/g/n. 2. 2 tantalum capacitor 100 micro farad dan 10 micro farad.
- 3.3v LDO regulator.
- Blue led sebagai indikator.
- Cp2102 usb to UART bridge.
- Tombol reset, port usb, dan tombol flash.
- Terdapat 9 GPIO yang di dalamnya ada 3 pin PWM, 1 x ADC Channel, dan pin RX TX
- 3 pin ground.

- S3 dan S2 sebagai pin GPIO
- S1 MOSI (Master Output Slave Input) yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam slave, sc cmd/sc.
- S0 MISO (Master Input Slave Input) yaitu jalur data keluar dari slave dan masuk ke dalam master.
- SK yang merupakan SCLK dari master ke slave yang berfungsi sebagai clock.
- Pin Vin sebagai masukan tegangan.
- Built in 32-bit MCU.
- GPIO memiliki fungsi untuk mengalirkan data ataupun tegangan listrik di mana pin tersebut bisa digunakan sebagai media penyalur input atau output, input dan output-nya dapat berupa data atau tegangan listrik.



Gambar 2.7 Skematik Posisi Pin NodeMCU Dev Kit V3

(Sumber : nn-digital.com)

2.4.3 Sensor

Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian.

2.4.3.1 Sensor Arus

a. Sensor Arus ACS712 (AC dan DC)

Sensor arus adalah suatu komponen elektronika yang berfungsi untuk mendeteksi besar arus listrik yang mengalir. Salah satu jenis sensor arus adalah ACS712. Sensor arus ACS712 menggunakan metode hall effect sensor. Hall effect sensor bekerja dengan hukum fisika dimana sensor yang digunakan bekerja dengan mendeteksi medan magnet. Hall effect allegro ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, switched-mode power supplies dan proteksi beban berlebih. Sensor ini memiliki beberapa type, ada yang 5A, 20A dan 30A. Sensor arus ini memiliki output analog, sehingga jika kita ingin membacanya dengan menggunakan mikrokontroler atau arduino, cukup kita baca outputnya melalui pin ADC, jika Arduino menggunakan pin A0 (atau pin A yang lainnya). Untuk aplikasi sensor arus ini bisa dilihat pada artikel sensor arus ACS712, cukup klik linknya. Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian low-offset

linear Hall dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh integrated Hall IC dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan hall transducer secara berdekatan. Persisnya, tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan Bi CMOS Hall IC yang didalamnya yang telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik. Sensor arus juga merupakan perangkat atau komponen atau alat untuk mendeteksi arus pada listrik di dalam sebuah kabel, dan menghasilkan sinyal proporsional dengan besarnya nilai arus yang terdeteksi. Sinyal yang di hasilkan dapat berupa Tegangan Analog atau pun tegangan data digital.

Beberapa karakteristik Sensor ACS712 :

1. Memiliki sinyal analog dengan low-noise atau gangguan rendah
2. bandwidth 80 kHz dan output memiliki error 1.5% pada $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$
3. Range sensitivitas antara 66 – 185 mV/A dan resistansi sebesar 1.2 m Ω
4. Tegangan kerja pada 5.0 V dan Tegangan offset keluaran yang sangat stabil
5. Hysterisis yang diakibatkan oleh medan magnet mendekati nol
6. Perbandingan rasio keluaran sesuai tegangan sumber
7. Rise time output = 5 μs .
8. Tegangan isolasi minimum 2,1 kVRMS antara pin 1-4 dan pin 5-8.

9. Sensitivitas output 185 mV/A. dan Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 30 A.



Gambar 2.8 Modul Sensor Arus ACS712
(sumber : www.nyebarilmu.com)

Untuk mengukur arus yang melewati sensor ini digunakan rumus tegangan pada pin Out = $2,5 \pm (0,185 \times I)$ Volt, dimana I = arus yang terdeteksi dalam satuan Ampere. Sensor Arus ACS 712 dapat digunakan sebagai sensor untuk membaca aliran arus listrik maupun sebagai proteksi dari beban berlebih. Sensor ini biasanya digunakan pada project yang berbasis mikrokontroler seperti Arduino dan AVR. alur terminal konduktif secara kelistrikan diisolasi dari sensor timah mengarah pin 5 sampai pin 8. Hal ini menjadikan sensor arus ACS712 dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi yang membutuhkan isolasi listrik tanpa menggunakan opto-isolator atau teknik isolasi lainnya yang mahal. IC ACS712 tipe 5A IC ini mempunyai sensitivitas sebesar 185mVA. Saat arus yang mengalir 0A IC ini mempunyai output tegangan 2,5V. Nilai tegangan akan bertambah berbanding lurus dengan nilai arus.

Pengukuran arus biasanya membutuhkan sebuah resistor shunt yaitu resistor yang dihubungkan secara seri pada beban dan mengubah aliran arus menjadi tegangan. Tegangan tersebut biasanya diumpankan ke current transformer terlebih dahulu sebelum masuk ke rangkaian pengkondisi signal. Teknologi Hall effect yang diterapkan oleh Allegro menggantikan fungsi resistor shunt dan current transformer menjadi sebuah sensor dengan ukuran yang relatif jauh lebih kecil. Aliran arus listrik yang mengakibatkan medan magnet yang menginduksi bagian dynamic offset cancellation dari ACS712. bagian ini akan dikuatkan oleh amplifier dan melalui filter sebelum dikeluarkan melalui kaki 6 dan 7, modul tersebut membantu penggunaan untuk mempermudah instalasi arus ini ke dalam sistem.

b. Sensor Arus SCT013-100 (Clamp Current Transformer)

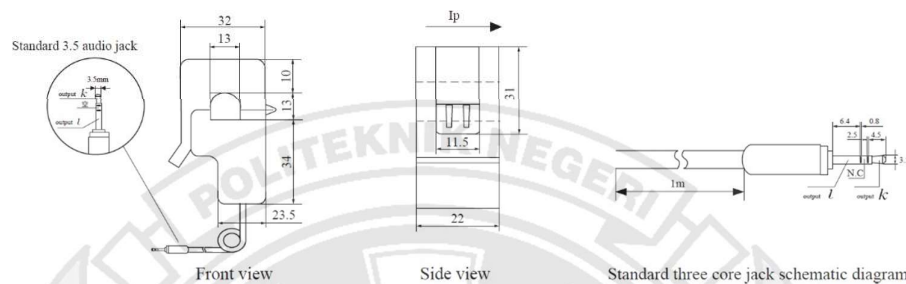


Gambar 2.9 SCT-103-100

(Sumber : Tokopedia.com)

SCT-103 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur arus listrik secara non-invasive (split core current transformer), artinya adalah sensor tidak mempengaruhi rangkaian elektronika yang diukur karena pengukuran dilakukan tanpa kontak elektrik langsung dengan cara "penjepitan" (clamping) pada kabel pembawa arus. Sensor SCT 013 dapat mengukur arus tergantung dari spesifikasinya

yang disediakan dipasaran yaitu 10A, 20A sampai 100A. Pengaplikasian dalam menggunakan sensor arus ini adalah dapat memantau energi sendiri atau untuk membangun perangkat perlindungan over untuk beban AC .

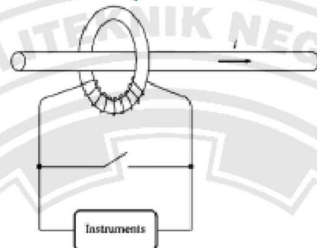


Gambar 2.10 Dimensi ukuran SCT-103-100

(Sumber : Jobsheet Sensor SCT013)

Split-core Current Transformer (SCT) adalah sebuah sensor arus bolak-balik yang menggunakan konsep cara kerja dari transformator arus. Transformator arus ini kemudian dirancang agar dapat menghasilkan nilai arus sekunder yang lebih kecil dibandingkan nilai arus pada sisi primernya. Trafo arus ini memiliki fungsi untuk merubah nilai arus pada jaringan transmisi listrik daya besar ke nilai arus yang lebih kecil, sehingga dengan begitu akan lebih aman untuk digunakan sebagai pengukuran. Trafo arus memiliki struktur komponen yang terdiri dari lilitan sekunder yang ada pada cincin ferromagnetic, dengan komponen lilitan primer yang melewati bagian tengah cincin. Cincin ferromagnetic ini bekerja dengan menahan sedikit fluks dari lilitan primer. Fluks ini bertugas untuk menginduksi tegangan dan arus ke dalam lilitan sekunder, sehingga dapat memperngaruhi arus yang dihasilkan. Transformator arus ini biasanya memiliki Rasio berkisar antara 600:5, 800:5 atau 1000:5 ampere dengan rasio standart pada lilitan sekunder sebesar 5 ampere.

Sensor arus SCT013 adalah salah satu jenis sensor arus yang menggunakan prinsip kerja diatas dan digunakan untuk mengukur arus bolak-balik. Salah satu contohnya adalah SCT013-100 yang dapat mengukur Arus AC sampai dengan 100 Ampere. Berikut ini merupakan gambar cara kerja atau prinsip kerja Current Transformator (CT) :



Gambar 2.11 Prinsip kerja CT

Spesifikasi :

- Arus yang dapat dibaca : 0~100A AC
- Output arus: 0~50mA
- *Resistance Grade* : Grade B
- Standart panjang kabel : 1m
- Non-linearity : $\pm 3\%$
- Turn Ratio: 100A:0.05A
- *Open Size*: 13mm x 13mm
- *Dielectric Strength (between shell and output)*: 1000V AC/1min 5mA
- Suhu kerja : $-25^{\circ}\text{C} \sim + 70^{\circ}\text{C}$

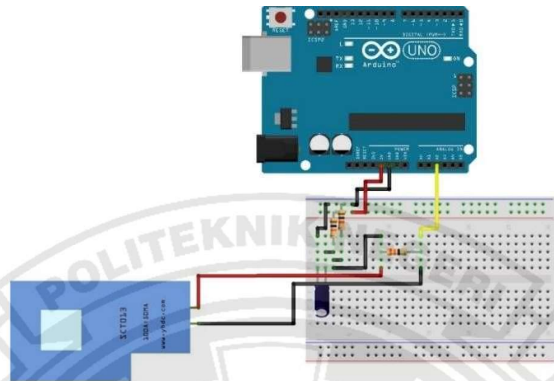
Untuk module sensor SCT yang akan dipilih yaitu SCT-013-000 yang mewajibkan menggunakan rangkaian pendukung Resistor dan Capacitor yang sudah dihitung. Komponen rangkaian pendukungnya yaitu 2 buah Resistor sebesar

10K Ω , Kapasitor sebesar 10 μ F/50v, lalu resistor beban akan dihitung. Jadi dalam mikrokontroler dapat dibaca secara langsung akan adanya variasi tegangan. Akan tetapi dalam model 100A harus dibutuhkan rangkaian pendukung yang terdiri dari “**resistor beban**” yang digunakan untuk menghasilkan variasi tegangan yang akan dibaca oleh ADC microcontroller.

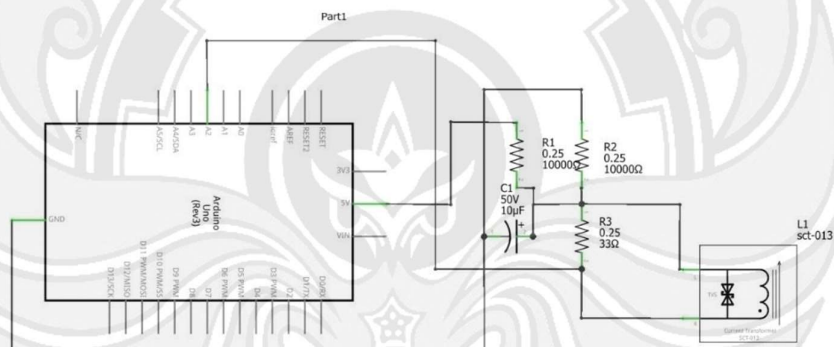
Untuk menghitung nilai **resistor beban** tersebut terdapat beberapa langkah antara lain :

- **Tentukan arus maksimum yang akan diukur** >> Dalam kasus ini yaitu sensor arus model 100A, sehingga menentukan nilai 100A dijadikan sebagai arus maksimum.
- **Mengkonversi RMS arus maksimum menjadi arus puncak, mengalikannya dengan $\sqrt{2}$** >> Puncak-arus primer = arus RMS $\times \sqrt{2} = 100 \text{ A} \times 1,414 = 141,4\text{A}$
- 1. **Bagilah arus puncak dengan jumlah putaran CT (2000) untuk menentukan arus puncak di kumparan sekunder** >> Puncak-arus sekunder = Puncak-arus utama / tidak. dari belokan = $141,4 \text{ A} / 2000 = 0,0707\text{A}$
- **Untuk meningkatkan resolusi pengukuran, tegangan yang melintasi resistor beban pada arus puncak harus sama dengan setengah dari tegangan referensi Arduino (AREF / 2). Sebagai tegangan referensi di Arduino adalah 5V** >> Resistensi beban ideal = (AREF / 2) / Secondary peak-current = $2,5 \text{ V} / 0,0707 \text{ A} = 35,4 \Omega$
- Meringkas perhitungan sebelumnya >> **Resistor Beban (ohm) = (AREF * CT TURNS) / (2 $\sqrt{2}$ * arus utama maks).**

Untuk nilai yang didapat secara perhitungan yaitu $35,4 \Omega$ sehingga nilai yang mendekati yang dijual dipasaran yaitu 33Ω .



Gambar 2.12 Rangkaian tambahan SCT-103-100



Gambar 2.13 Skematik Rangkaian tambahan SCT-103-100

2.4.3.2 Sensor Tegangan

Sensor tegangan tidak sama dengan sensor arus yang dimana dapat mendeteksi arus dalam mode AC maupun DC. Untuk mendeteksi tegangan ini, diperlukan 2 sensor yang terpisah dimana satu sensor akan mengukur tegangan pada AC dan satu sensor lainnya pada tegangan DC. Tentunya spesifikasi dari kedua sensor berbeda.

a. Sensor Tegangan AC ZMPT101b

Sensor Tegangan AC ZMPT101b adalah module yang digunakan untuk mengukur tegangan AC 1 Fasa. Sensor Tegangan ZMPT101B dirancang dengan menggunakan transformator sehingga hanya dapat digunakan untuk membaca tegangan AC Modul sensor ZMPT101B adalah sensor tegangan yang dapat mengukur tegangan dari 0-1000V. Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan menurunkan tegangan masukan menggunakan step down transformator, kemudian dengan masuk ke op-amp dan akan didapat nilai keluaran yang stabil tergantung dari nilai masukannya. Sensor ZMPT101B merupakan salah satu sensor yang digunakan untuk melakukan monitoring terhadap parameter tegangan, serta dilengkapi dengan ke unggulan memiliki sebuah ultra micro voltage transformer, akurasi tinggi dan konsistensi yang baik untuk melakukan pengukuran tegangan dan daya. Sensor tegangan menggunakan transformator tegangan sebagai penurun tegangan dari 220 ke 5 Volt AC kemudian disearahkan menggunakan jembatan diode untuk mengubah tegangan AC ke tegangan DC, kemudian di filter menggunakan kapasitor setelah itu masuk kerangkaian pembagi tegangan untuk menurunkan tegangan, tegangan yang dihasilkan tidak lebih dari 5 Volt DC sebagai inputan ke mikrokontroler. Modul sensor ZMPT101B memiliki dimensi yang kecil, akurasi pengukuran yang tinggi, dan konsistensi keluaran yang stabil untuk pengukuran tegangan dan daya. Modul sensor ini biasanya digunakan untuk pengukuran daya atau energi, perlengkapan rumah tangga, dan perlengkapan industri.

Beberapa karakteristik ZMPT101B yaitu :

1. Sensor tegangan 110-250V AC sistem Active Transformer
2. Cocok untuk Arduino / AVR
3. Langsung sambung ke Tegangan PLN 220V
4. Model ZMPT101B
5. Ukuran papan PCB : 50x19mm
6. Nilai Input Current : 2mA
7. Retardasi (dinilai input) : “20 (input 2mA, sampling resistance 100Ω)
8. Kisaran linear : 0 ~ 1000V
9. Isolasi tegangan : 4000V dengan Suhu operasi : -40 C + 70 C
10. linearitas $\leq 0.2\%$ (20% dot ~ 120% dot) dan enkapsulasi Epoxy
11. instalasi PCB mount (Pin Panjang > 3mm) dan Suhu pengoperasian antara -40 ° C ~ + 70 ° C

Dalam pemrograman mikrokontroler maupun Arduino yang perlu diperhatikan sebelum memulai pemrograman yang melibatkan persamaan matematika antara input dan output adalah menguji tegangan input dan outputnya sehingga didapatkan karakteristik input outputnya.

Sensor tegangan dapat digunakan untuk mengukur tegangan AC maupun DC, walau demikian algoritma pengukuran yang diterapkan tidaklah sama. Tegangan DC relatif bernilai konstan sehingga mudah untuk diukur, berbeda halnya dengan tegangan AC yang terus berubah sesuai bentuk gelombang sinus dan memiliki magnitude tegangan dalam wilayah positif dan negatif. Besaran tegangan efektif AC dapat diketahui apabila tegangan maksimum/puncak

diketahui. Dengan menggunakan algoritma yang tepat dan persamaan matematis yang berkesesuaian, nilai maksimum dan nilai efektif tegangan AC dapat ditemukan. Tegangan maksimum diketahui dengan cara membandingkan nilai tegangan actual (V_m) terhadap nilai tegangan sebelumnya (V_{m-1}), apabila V_{m-1} lebih besar dari V_m maka tegangan maksimum adalah setara V_{m-1} .

Tabel 2.2 Spesifikasi sensor tegangan ZMPT101B

Model	ZMPT101B
Arus primer	2mA
Arus sekunder	2mA
Turns ratio	1000:1000
Phase angle error	≤ 20 (input 2mA, sampling resistor 100 Ω)
Jangkauan linear	0 ~ 1000V 0 ~ 10mA (sampling resistor 100 Ω)
Linearitas	$\leq 0.2\%$ (20%~ 120%)
Toleransi kesalahan	$-0.5\% \leq f \leq 0$ (input 2mA, sampling resistor 100 Ω)
Tegangan terisolasi	4000V
Pengaplikasian	Pengukuran tegangan dan daya
Same Polarity	13pin
Encapsulation	Epoxy
Instalasi	PCB
Suhu operasional	-40oC+70oC



Gambar 2.14 Modul Sensor Tegangan ZMPT101B
(sumber : www.nyebarilmu.com)

Keterangan :

- a. Gnd
- b. Gnd
- c. Vcc / Vinput tegangan (5Vdc)
- d. Voutput (Tegangan Analog)
- e. Sumber tegangan AC
- f. Sumber tegangan AC
- g. Mikrotransformator

b. Sensor Tegangan DC



Gambar 2.15 Modul Sensor Tegangan DC
(sumber : www.tokopedia.com)

Sensor tegangan DC ini merupakan modul yang berguna untuk mendeteksi dan mengukur tegangan. Modul ini bekerja menggunakan prinsip pembagi tegangan resistor, dimana tegangan input yang dibaca pada output modul ini pembagian 5 terhadap tegangan input (mengurangi 5 kali dari tegangan asli). Contohnya yaitu jika tegangan yang ingin di deteksi pada modul ini adalah 30V DC, maka output dari modul ini adalah $30/5 = 6V$ DC. Perlu diperhatikan, jika menggunakan arduino yang bekerja pada 5V DC, maka tegangan maksimum yang ingin dideteksi adalah $5v \times 5 = 25V$ DC. hal ini untuk menghindari input arduino melebihi 5V (tegangan dimana arduino bekerja). Sama halnya dengan arduino yang bekerja dengan 3.3V DC, maka tegangan input yg ingin dideteksi, maksimal adalah $3.3V \times 5 = 16,5V$ DC.

Spesifikasi Sensor Tegangan DC :

1. Tegangan input: 0-25v DC
2. Tegangan deteksi: 0.02445-25v DC
3. Ketelitian pengukuran: 0.00489v
4. Ukuran: 25x13mm

Modul tegangan ini disusun secara parallel terhadap beban. Pada dasarnya pembacaan sensor hanya dirubah dalam bentuk bilangan dari 0 sampai 1023, karena chip Arduino AVR memiliki 10 bit, jadi resolusi simulasi modul 0,00489 V yaitu dari (5 V / 1023), dan tegangan input dari modul ini harus lebih dari $0,00489 \text{ V} \times 5 = 0,02445 \text{ V}$. Sehingga dapat dirumuskan seperti persamaan berikut :

$$\text{Volt} = ((V_{\text{out}} \times 0.00489) \times 5) \quad (2-1)$$

2.5 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik atau dalam kalimat sederhananya, LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil. LCD sudah digunakan di berbagai bidang, misalnya dalam alat-alat elektronik. Umumnya yang sering LCD yang digunakan yaitu LCD 20x4. Berikut adalah pin dari LCD 20 X 4 :

Tabel 2.3 Pin-pin pada LCD 20x4 arduino

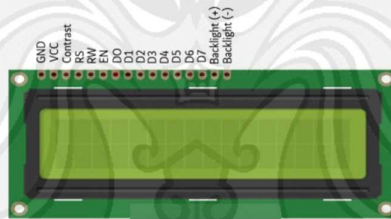
No kaki / pin	Nama	Keterangan
1	VCC	+5V
2	GND	0V
3	VEE	Tegangan Kontras LCD
4	RS	Register Select
5	R/W	1 = Read, 0 = Write
6	E	Enable Clock LCD
7	D0	Data bus 0
8	D1	Data bus 1
9	D2	Data bus 2
10	D3	Data bus 3
11	D4	Data bus 4
12	D5	Data bus 5
13	D6	Data bus 6
14	D7	Data bus 7
15	Anoda	Tegangan backlight positif
16	Katoda	Tegangan backlight negatif



Gambar 2.16 Liquid Crystal Display 20x4 Arduino

(sumber : create.arduino.cc)

Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (Liquid Cristal Display) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit. Pin LCD nomor 4 (RS) merupakan Register Selector yang berfungsi untuk memilih Register Kontrol atau Register Data. Register kontrol digunakan untuk mengkonfigurasi LCD. Register Data digunakan untuk menulis data karakter ke memori display LCD. Pin LCD nomor 5 (R/W) digunakan untuk memilih aliran data apakah READ ataupun WRITE. Karena kebanyakan fungsi hanya untuk membaca data dari LCD dan hanya perlu menulis data saja ke LCD, maka kaki ini dihubungkan ke GND (WRITE). Pin LCD nomor 6 (ENABLE) digunakan untuk mengaktifkan LCD pada proses penulisan data ke Register Kontrol dan Register Data LCD.



Gambar 2.17 Pin-pin pada LCD 20 x 4
(sumber : www.nyebarilmu.com)

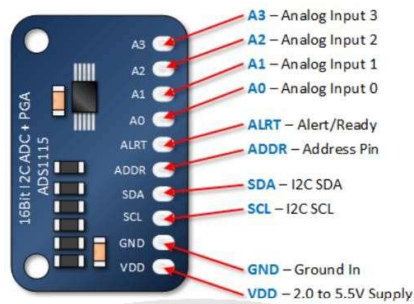
Keterangan :

1. GND : catu daya 0Vdc
2. VCC : catu daya positif
3. Constrate : untuk kontras tulisan pada LCD
4. RS atau Register Select :
5. High : untuk mengirim data

6. Low : untuk mengirim instruksi
7. R/W atau Read/Write
8. High : mengirim data
9. Low : mengirim instruksi
10. Disambungkan dengan LOW untuk pengiriman data ke layar
11. E (enable) : untuk mengontrol ke LCD ketika bernilai LOW, LCD tidak dapat diakses
12. D0 sampai D7 = Data Bus 0 sampai Data Bus 7
13. Backlight + : disambungkan ke VCC untuk menyalakan lampu latar
14. Backlight - : disambungkan ke GND untuk menyalakan lampu latar

2.6 ADS1115

Modul ADS1115 adalah sebuah modul ADC atau Analog to Digital Converter 16 bit sehingga memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan port analog dari Arduino yang hanya mempunyai resolusi 10 bit. Artinya, Arduino hanya dapat membaca dari range 0 sampai dengan 1023 atau dari 1 sampai 1024, dan resolusi 16 bit mempunyai range pembacaan dari 0 sampai 65535 atau dari 1 sampai 65536. Hal tersebut yang membuat pembacaan suatu sensor dengan ADS1115 akurat. Modul ADS1115 ini memiliki empat saluran input yang dapat dikonfigurasi untuk mode pengukuran Single Ended atau Diferensial. Pin Out dari ADS1115 yaitu :



Gambar 2.18 Pin-pin pada ADS1115
(Sumber : nn-digital.com)

ADS1115 adalah modul pengubah sinyal. Apa yang dilakukannya adalah mengkonversi dari analog ke digital. Arduino sendiri sudah menyertakan ADC internal untuk dapat melakukan tugas ini saat menggunakan input analog dan dapat kompatibel dengan sinyal mikrokontroler. 6 ADC dengan resolusi 10-bit di UNO, Mini dan Nano. Tetapi dengan ADS1115, terdapat beberapa tambahan input analog ADC yang lain dengan resolusi 16-bit, artinya lebih unggul dari Arduino. Lima belas di antaranya untuk pengukuran dan bit terakhir untuk tanda sinyal analog, karena seperti yang diketahui, sinyal analog bisa negatif atau positif.

Selain itu, modul ini menyediakan semua yang dibutuhkan, sehingga penggunaannya sangat sederhana. Untuk menghubungkannya ke Arduino, dapat menggunakan I2C, jadi itu sangat sederhana. ADS1115 juga menyertakan pin bertanda ADDR yang dengannya kita dapat memilih salah satu dari 4 alamat yang tersedia untuk komponen ini.



Gambar 2.19 ADS1115 I2C 16 Bit
(Sumber : Shopee.co.id)

Di sisi lain, harus dipahami bahwa ADS1115 memiliki dua mode pengukuran, satu diferensial dan satu lagi single berakhir:

- Diferensial: menggunakan dua ADC untuk setiap pengukuran, mengurangi jumlah saluran menjadi 2, tetapi memberikan keuntungan yang jelas, yaitu dapat mengukur tegangan negatif dan tidak terlalu rentan terhadap kebisingan.
- Single End: memiliki empat saluran dengan tidak menggunakan keduanya seperti pada kasus sebelumnya. Masing-masing saluran 15-bit.

Selain mode ini, ini termasuk mode komparator di mana peringatan dihasilkan melalui Pin ALERT bila salah satu saluran melebihi nilai ambang batas yang dapat dikonfigurasi dalam kode sumber sketsa. Jika ingin melakukannya pengukuran kurang dari 5v, tetapi dengan presisi yang lebih tinggi, kita harus tahu bahwa ADS1115 memiliki PGA yang dapat mengatur penguatan tegangan dari 6.144v ke 0.256v. Ingatlah selalu bahwa tegangan maksimum yang dapat diukur

dalam hal apa pun adalah tegangan suplai yang digunakan (5v). Pin yang tersedia pada modul ADS1115 adalah:

- Vdd: suplai dengan 2v ke 5.5v. Anda dapat menyalakannya dengan menghubungkannya ke 5v dari papan Arduino Anda.
- GND: ground yang dapat Anda sambungkan ke GND board Arduino Anda.
- SCL dan SDA: pin komunikasi untuk I2C. Dalam hal ini mereka harus pergi ke pin yang sesuai model Arduino Anda.
- ADDR: pin untuk alamatnya. Secara default ini terhubung ke GND, yang memberikan alamat 0x48, tetapi Anda dapat memilih alamat lain:
 - Terhubung ke GND = 0x48
 - Terhubung ke VDD = 0x49
 - Terhubung ke SDA = 0x4A
 - Terhubung ke SCL = 0x4B
- ALERT: pin peringatan
- A0 sampai A3: pin analog

Jika ingin digunakan ujung tunggal, dapat menghubungkan arus atau tegangan analog yang ingin diukur antara GND dan salah satu dari 4 pin analog yang tersedia. Untuk koneksi ujung tunggal, cukup menghubungkan beban yang akan diukur antara GND dan salah satu dari 4 pin yang tersedia. Untuk mode diferensial, cukup menghubungkan beban yang akan diukur antara A0 dan A1 atau antara A2 dan A3, tergantung pada saluran yang ingin digunakan.

2.7 Software Arduino

Software arduino yang digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. IDE atau Integrated Development Environment suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE arduino merupakan software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java.

IDE arduino terdiri dari :

- a. Editor Program : Sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa processing.
- b. Compiler : Sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode biner bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa processing.
- c. Uploader : Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory di dalam papan arduino.

Dalam bahasa pemrograman arduino ada tiga bagian utama yaitu struktur, variabel dan fungsi (Artanto, 2012:27):

1. Struktur program arduino

- (a) Kerangka Program yaitu Kerangka program arduino sangat sederhana, yaitu terdiri atas dua blok. Blok pertama adalah void setup() dan blok kedua adalah void loop. Blok *void setup ()* yaitu berisi kode program yang hanya dijalankan sekali sesaat setelah arduino dihidupkan atau di-reset. Merupakan bagian persiapan atau instalasi program. Blok *void*

loop() yaitu berisi kode program yang akan dijalankan terus menerus.

Merupakan tempat untuk program utama.

(b) Sintaks Program yaitu Baik blok void setup loop () maupun blok function harus diberi tanda kurung kurawal buka “{” sebagai tanda awal program di blok itu dan kurung kurawal tutup “}” sebagai tanda akhir program.

2. Variabel yaitu sebuah program secara garis besar dapat didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas dengan menggunakan sebuah variabel.
3. Fungsi yaitu bagian yang meliputi fungsi input output digital, input output analog, advanced I/O, fungsi waktu, fungsi matematika serta fungsi komunikasi. Pada proses Uploader dimana pada proses ini mengubah bahasa pemrograman yang nantinya dicompile oleh avr-gcc (avr-gcc compiler) yang hasilnya akan disimpan kedalam papan arduino. Avr-gcc compiler merupakan suatu bagian penting untuk software bersifat open source. Dengan adanya avr-gcc compiler, maka akan membuat bahasa pemrograman dapat dimengerti oleh mikrokontroler. Proses terakhir ini sangat penting, karena dengan adanya proses ini maka akan membuat proses pemrograman mikrokontroler menjadi sangat mudah.

2.8 Voltmeter

Voltmeter adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur beda potensial atau tegangan listrik dari dua titik potensial listrik. Pada peralatan elektronik, voltmeter digunakan sebagai pengawasan nilai tegangan kerja. Voltmeter tersusun atas beberapa bagian yaitu terminal positif dan negatif, batas ukur, setup pengatur fungsi, jarum penunjuk serta skala tinggi dan skala rendah.



Gambar 2.20 Voltmeter Analog

Pada rangkaian listrik, voltmeter merupakan suatu alat untuk mengukur besar tegangan listrik. Pergerakan jarum penunjuk pada voltmeter terjadi karena adanya gaya magnet yang timbul sebagai hasil interaksi antara medan magnet dan kuat arus listrik. Simpangan yang dihasilkan oleh pergerakan jarum sebanding dengan kuat arus listrik yang mengalir. Arus listrik yang terukur merupakan arus listrik yang melalui kumparan yang diletakkan di antara medan magnet. Peningkatan arus berarti peningkatan simpangan pergerakan jarum sehingga akan menunjuk ke nilai pengukuran tegangan yang lebih besar. Voltmeter dipasang secara paralel dengan komponen yang akan diukur dalam rangkaian listrik.

2.9 Amperemeter

Amperemeter adalah alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur nilai arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian listrik. Pengukuran arus listrik harus memutuskan rangkaian terlebih dahulu lalu dihubungkan masing-masing ke terminal-terminal amperemeter. Model rangkaian adalah rangkaian seri sehingga arus listrik mengalir melewati amperemeter secara langsung. Secara umum amperemeter dibedakan menjadi amperemeter analog dan amperemeter digital.



Gambar 2.21 Amperemeter Analog

Amperemeter analog menggunakan jarum penunjuk nilai, sedangkan amperemeter digital menunjukkan nilai berupa angka digital. Pengukuran arus listrik oleh amperemeter dilakukan pada rangkaian listrik tertutup. Amperemeter dapat digunakan untuk mengukur arus searah maupun arus bolak-balik. Pengukuran dilakukan dengan memutuskan rangkaian listrik terlebih dahulu kemudian menyambungkannya kembali dengan menambahkan amperemeter di antara bagian yang diputuskan.

Penyusun utama dari amperemeter adalah galvanometer. Secara umum, galvanometer bekerja dengan menerapkan gaya Lorentz yang timbul di antara medan magnet dan kumparan berarus listrik. Galvanometer memiliki tingkat pengukuran yang sangat tinggi sehingga mampu mengukur arus searah meski bernilai sangat kecil. Simpangan galvanometer meningkat seiring peningkatan kuat arus listrik yang melalui kumparan. Di dalam amperemeter, galvanometer dipasang secara paralel dengan resistor yang memiliki hambatan listrik yang rendah. Model rangkaian paralel bertujuan untuk memperbesar batas ukur amperemeter.

2.10 Multimeter

Multimeter adalah suatu alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur tiga jenis besaran listrik yaitu arus listrik, tegangan listrik, dan hambatan listrik. Sebutan lain untuk multimeter adalah AVO-meter yang merupakan singkatan dari satuan Ampere, Volt, dan Ohm. Selain itu, multimeter juga disebut dengan nama multitester. Multimeter terbagi menjadi dua jenis yaitu multimeter analog dan multimeter digital. Perbedaan antara multimeter analog dan multimeter digital terletak pada tingkat ketelitian nilai pengukuran yang diperoleh. Multimeter dapat digunakan untuk pengukuran listrik arus searah maupun pengukuran listrik arus bolak-balik.

Multimeter dapat bekerja berdasarkan prinsip kumparan putar magnet permanen. Pada alat ukur kumparan putar, besaran listrik diubah menjadi gaya gerak pada jarum penunjuk. Prinsip kerja multimeter dengan kumparan putar hanya dapat digunakan pada pengukuran besaran listrik arus searah. Pengubahan besaran listrik menjadi gerakan jarum dilakukan melalui sistem induksi elektromagnetik.



Gambar 2.22 Multimeter Digital

(Sumber : Tokopedia.com)

2.11 Tahanan Geser/Resistor Variabel (Rheostat)

R atau resistansi adalah besarnya nilai hambatan resistor yang diaplikasikan pada rangkaian. Jika melihat rumus di atas, kita jadi tahu bahwa nilai R akan berbanding terbalik dengan besar arus (I). Artinya, semakin besar resistansi, maka semakin kecil arus yang mengalir.



Gambar 2.23 Resistor Geser

Resistor Variabel adalah komponen elektronika yang mempunyai karakteristik seperti resistor namun nilainya bisa diubah-ubah alias tidak tetap. Cara mengubah nilai resistor ini bermacam-macam, ada yang diputar seperti pada tombol volume speaker milikmu, digeser dan lainnya. Selain untuk pengatur volume,

resistor variable bisa digunakan untuk tone control (Bass, Middle dan Treble), pengaturan besar tegangan dan arus, setting referensi tegangan atau sinyal, kontrol parameter alat seperti cahaya, kecepatan, frekuensi dan sebagainya.

Intinya, fungsi dari resistor variabel ini adalah untuk diaplikasikan pada bagian yang membutuhkan perubahan nilai resistansi yang mempengaruhi cara kerja alat tersebut, atau secara umum berfungsi untuk mengatur aliran arus listrik (*current*) pada suatu rangkaian listrik atau perangkat elektronik.

2.12 Dimmer DC 12V 5A

Dimmer DC merupakan Dimmer yang bekerja menggunakan Listrik DC dan biasanya digunakan untuk peralatan elektronik yang menggunakan listrik arus DC contohnya yaitu motor DC, lampu DC, Tahanan variabel dengan aliran arus DC. Prinsip kerjanya yaitu mengurangi penggunaan tegangan yang masuk ke peralatan elektronik atau rangkaian listrik dengan menggunakan resistor variabel yang ditandai dengan control switch. Semakin besar arus dan tegangan yang dialirkan maka bukaan switchnya semakin besar, sebaliknya ketika switch di kecilkan maka aliran arus dan tegangan listriknya akan semakin kecil.



Gambar 2.24 Dimmer DC 12V 5A
(Sumber : Tokopedia.com)

2.13 Baterai atau Aki Kering 12V

Akumulator atau aki (bahasa Inggris: accumulator atau accu) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik dalam bentuk energi kimia). Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (sebagai aki atau accu) hanya dimengerti sebagai "baterai" mobil atau aki mobil. Sedangkan di bahasa Inggris, kata akumulator dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulsator, dll.



Gambar 2.25 Aki 12V

Aki adalah alat yang menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia dan dapat mengeluarkan listrik tersebut ketika diperlukan. Saat melepas listrik maka alat ini akan mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Komponen ini merupakan elemen elektrokimia yang digolongkan sebagai sebuah sel atau elemen sekunder yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya. Output yang dihasilkan saat melepaskan listrik adalah arus searah (DC). Saat dibutuhkan, Aki akan menyuplai daya ke masing – masing komponen pada sistem kelistrikan kendaraan atau alat lain yang memerlukannya. Karena sifatnya penyimpan sementara, maka ketika terus mengalirkan listrik, isinya pun bisa habis.

Komponen sebenarnya yang punya peran membangkitkan energi listrik dan juga sebagai penyuplai listrik untuk mengisi aki adalah alternator. Listrik yang diterima dari alternator akan disimpan oleh aki dalam bentuk energi kimia. Siklus

pengisian dan pengosongan ini terjadi berulang kali dan terus menerus selama mesin kendaraan menyala. Aki menggunakan lempeng oksida sebagai Kutub positif dan lempeng timbale sebagai kutub negatifnya, sedangkan untuk larutan elektrolit biasa menggunakan larutan asam sulfat. Ketika dipakai mengalirkan listrik akan terjadi reaksi kimia yang menyebabkan elektron di dalamnya dilepas ke luar.

2.14 Regulator AC 1 fasa

AC Regulator 1 Fasa merupakan rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk mengubah sumber listrik AC menjadi listrik AC dengan tegangan dan frekuensi yang berbeda dalam keadaan 1 fasa.



Gambar 2.26 Regulator AC 1 fasa.

2.15 Besaran Listrik

Dalam pengukuran tentunya kita perlu mengetahui apa saja besaran dan satuan dari besaran yang ingin di ukur pada suatu alat elektronik. Besaran-besaran listrik ini perlu diketahui agar tidak salah atau keliru dalam melakukan pengukuran. Besaran listrik dapat diketahui dengan metode pengukuran secara langsung maupun tidak langsung. Pengukuran secara langsung yaitu dengan cara menggunakan langsung alat ukur untuk mengetahui besaran yang ingin diketahui. Contohnya yaitu ketika ingin mengukur Arus dari suatu motor DC yang berbeban,

maka secara langsung dapat menggunakan Amperemeter dengan rangkaian yang telah ditentukan.

Pengukuran secara tidak langsung yaitu pengukuran besaran dengan cara mengukur dua atau lebih besaran lain yang memiliki hubungan dengan besaran yang ingin diketahui. Contohnya ketika ingin mengukur resistansi atau tahanan jangkar dari motor dc, maka caranya yaitu rangkaikan alat ukur voltmeter dan amperemeter secara sesuai serta diberikan sumber tegangan lalu pada lakukan pembacaan pada voltmeter dan amperemeter, kemudian dengan hubungan atau persamaan yang telah ada, resistansi jangkar dapat diketahui. Beberapa besaran listrik yang dapat diukur dengan alat ukur voltmeter dan amperemeter berbasis arduino ini baik besaran listrik pokok maupun turunan secara langsung maupun secara tidak langsung yaitu daya aktif, tegangan DC, tegangan AC, arus DC, arus AC dan juga nilai tahanan atau hambatan.

2.15.1 Tegangan listrik

Listrik AC menghasilkan arus dan tegangan dengan nilai besaran dan polaritasnya selalu berubah-ubah secara periodik, dengan digambarkan bentuk gelombang secara sinus. Pada sumber listrik PLN berupa gelombang sinus, sedangkan gelombang square dan segitiga banyak digunakan pada inverter. Tegangan dan arus bolak-balik biasanya dinyatakan dalam bentuk nilai RMS (Root Mean Square). RMS sendiri biasanya dikenal sebagai kuadrat rata-rata, yang pengukuran statistik besarnya memiliki magnitudo yang berubah-ubah. Menghitung perubahan tegangan dan arus secara sinus dapat dihitung dengan

$$V_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}} A \quad (2-2)$$

A merupakan nilai amplitudo maksimum dari sinyal yang disampling.

Dalam sebuah rangkaian listrik, diperlukan suatu tenaga yang digunakan untuk mengalirkan sejumlah muatan dari suatu kedudukan ke kedudukan lainnya. Konsep tegangan / potensial yang didefinisikan sebagai tenaga yang diperlukan satu satuan muatan untuk bergerak dari suatu titik ke titik lain karena pengaruh gaya listrik (Mismail, 1995). Dalam Sistem Satuan Internasional besaran potensial listrik disimbolkan dengan V kemudian satuannya adalah volt. Besaran ini mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik. Berdasarkan nilai tegangannya, tegangan listrik dibagi atas empat jenis, yaitu tegangan rendah, tegangan menengah, tegangan tinggi dan tegangan ekstra tinggi. Secara matematis berdasarkan hukum Ohm dapat dituliskan :

$$V = I \times R \quad (2-3)$$

Keterangan :

I = Arus (Ampere)

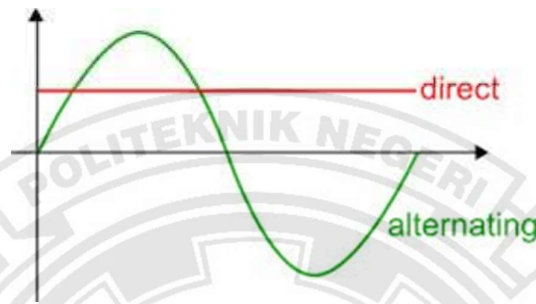
V = Tegangan (Volt)

R = Tahanan (Ohm)

2.15.2 Arus Listrik

Arus listrik adalah banyaknya muatan yang melewati suatu luas penampang tertentu dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu (Mismail, 1995). Arus listrik dapat

diukur dalam satuan coulomb/detik atau Ampere. Arus listrik dibagi atas dua jenis, yaitu arus bolak – balik (Alternating Current) dan arus searah (Direct Current). Arus bolak-balik adalah arus yang nilainya berubah terhadap satuan waktu.



Gambar 2.27 Gelombang sinusoidal listrik AC dan DC
(sumber : sekitarkita0.blogspot.com/)

Arus listrik AC (alternating current), merupakan listrik yang besarnya dan arah arusnya selalu berubah-ubah dan bolak-balik. Arus listrik AC akan membentuk suatu gelombang yang dinamakan dengan gelombang sinus atau sinusoidal. Di Indonesia, listrik bolak-balik (AC) dipelihara dan berada dibawah naungan PLN, Indonesia menerapkan listrik bolak-balik dengan frekuensi 50Hz. Tegangan standar yang diterapkan di Indonesia untuk listrik bolak-balik 1 (satu) fasa adalah 220 volt. Dari uraian di atas dapat kita ketahui bahwa listrik di rumah kita merupakan listrik AC yang memiliki tegangan sekitar 220 volt. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan mencolokkan kabel ke stop contact, kita tidak memperhatikan polaritasnya karena pada arus AC polaritasnya berubah-ubah. Sehingga, arus dan tegangannya berubah terhadap waktu. Melalui osiloskop, kita dapat mengetahui bahwa tegangan berubah terhadap waktu dengan ditunjukkan oleh bentuk gelombangnya yang sinusoidal.

Gelombang sinusoidal menyatakan bahwa arus dan tegangan listrik bolak-balik, arahnya selalu berubah-ubah secara kontinu/periodik terhadap waktu (Rusmayani, 2013).

Arus listrik searah (DC) biasanya dihasilkan oleh baterai dan akumulator (accu). Secara matematis berdasarkan hukum Ohm dapat dituliskan :

$$I = \frac{V}{R} \quad (2-4)$$

Keterangan :

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

R = Tahanan (Ohm)

2.15.3 Hambatan Listrik

Tahanan listrik,(hambatan listrik) adalah sesuatu yang dapat mengurangi arus listrik. Arus listrik yang mengalir melalui konduktor akan mendapatkan hambatan atautahanan dari kawat penghantar (konduktor) itu sendiri. Besarnya hambatan listrik diukur dengan satuan Ohm. Hambatan listrik dibagi menjadi 3 jenis yaitu Resistor, Kapasitor, dan induktor. Sifat-sifat hambatan listrik secara umum terbagi dua. Hambatan listrik akan semakin besar jika bahan listrik yang digunakan semakin panjang. Kedua, hambatan listrik akan semakin kecil jika

ukuran penampang bahan listrik semakin besar. Hambatan listrik dapat dirumuskan secara sederhana dengan persamaan :

$$R = \frac{V}{I} \quad (2-5)$$

Keterangan :

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

R = Tahanan (Ohm)

2.15.4 Daya Listrik

Daya merupakan fungsi dari tegangan dan arus. Daya listrik merupakan jumlah penyerapan energi yang dihasilkan dalam sebuah sirkuit atau rangkaian. Tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik, sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik. Jadi dapat diartikan bahwa daya listrik ialah tingkat suatu rangkaian dalam pemakaian energi sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Untuk lebih memahami konsep daya listrik, dapat dicontohkan dengan sebuah lampu pijar dan pemanas ruangan (Heater). Lampu menerima daya listrik dan kemudian menyerap hingga mengubahnya menjadi sebuah cahaya untuk menerangi ruangan. Begitupun *heater* yang mengubah serapan daya listrik menjadi panas yang dihantarkan ke penjuru ruangan. Oleh karenanya, semakin tinggi pemakaian atau nilai watt yang digunakan maka semakin tinggi pula daya listrik yang di konsumsi. Ada beberapa jenis daya listrik diantaranya yaitu daya aktif, daya reaktif, dan daya semu. Dalam suatu persamaan daya aktif dilambangkan dengan huruf kapital P, dan satuan watt. Daya aktif juga digambarkan dengan perkalian

antara arus dengan tegangan yang melewati suatu rangkaian. Persamaan daya aktif secara umum didefinisikan dengan :

$$P = I \times V \quad (2-6)$$

Berdasarkan persamaan (2-2), Persamaan daya dapat diuraikan kembali menjadi :

$$P = I^2 \times R \quad (2-7)$$

dan dengan persamaan (2-4) , persamaan daya juga dapat diuraikan kembali menjadi :

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (2-8)$$

Keterangan :

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

R = Tahanan (Ohm)

Ketika arus dari suatu benda elektronik tidak diketahui, daya pada alat elektronik dapat diketahui apabila tahanan dan tegangannya diketahui dan apabila tegangan suatu benda elektronik tidak diketahui, maka daya pada alat elektronik tersebut dapat diketahui apabila tahanan dan arusnya diketahui. Hal ini berdasarkan dari penurunan rumus daya dengan hubungan dari ketiga besaran lainnya yaitu arus, tegangan dan hambatan atau tahanan.

Dalam pemakaian peralatan elektronik, kita harus memperhatikan daya yang sesuai dengan daya listrik yang ada pada alat elektronik yang ingin digunakan . Karena penggunaan listrik yang melebihi kapasitas daya yang terpasang berpotensi

bisa menyebabkan kebakaran ataupun rusaknya alat elektronik. Dalam pengukuran listrik AC, terdapat beberapa jenis daya yaitu :

a. Daya Aktif (Real Power)

Daya aktif adalah daya sebenarnya yang digunakan oleh beban yang terpasang, dan memiliki satuan Joule/detik atau Watt. Daya aktif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2-9).

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (2-9)$$

Keterangan :

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

P = Daya Aktif (W)

Cos φ = Faktor Daya

b. Daya Reaktif (Reaktif Power)

Daya reaktif adalah daya yang tidak digunakan oleh beban atau daya yang diserap tetapi dikembalikan ke sumbernya, dan memiliki satuan VAR (Volt Ampere Reactive). Daya reaktif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2-10).

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi \quad (2-10)$$

Keterangan :

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Q = Daya Reaktif (VAR)

c. Daya Semu (Apparent Power)

Daya semu adalah daya yang didapat dari penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif dengan simbol S dan memiliki satuan VA. Daya semu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2-11).

$$S = V \cdot I \quad (2-11)$$

Keterangan :

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

S = Daya Semu (VA)

2.15.5 Faktor Daya

Faktor daya bisa dikatakan sebagai besaran yang menunjukkan seberapa efisien jaringan yang kita miliki dalam menyalurkan daya yang bisa kita manfaatkan. Faktor daya dibatasi dari 0 hingga 1, semakin tinggi faktor daya (mendekati 1) artinya semakin banyak daya tampak yang diberikan sumber bisa kita manfaatkan, sebaliknya semakin rendah faktor daya (mendekati 0) maka semakin sedikit daya yang bisa kita manfaatkan dari sejumlah daya tampak yang sama. Di sisi lain, faktor daya juga menunjukkan “besar pemanfaatan” dari peralatan listrik di jaringan terhadap investasi yang dibayarkan.

BAB III METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

Lokasi pembuatan dan pengujian pengembangan prototipe alat ukur voltmeter dan amperemeter berbasis arduino dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang mulai dari Maret sampai dengan Juli 2022.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan prototipe yang akan dibuat adalah sebagai berikut :

- | | |
|----------------------------------|---------------------|
| 1. Solder Listrik | 7. Gurinda Listrik |
| 2. Timah | 8. Cutter Akrilik |
| 3. Lem Korea | 9. Spidol |
| 4. Penggaris | 10. Obeng |
| 5. Laptop atau Personal Komputer | 11. Gunting |
| 6. Bor | 12. Isolasi listrik |

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada proses pembuatan alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut :

- | | |
|--------------------------------|---------------------|
| 1. Arduino UNO | 11. NodeMCU |
| 2. Sensor tegangan DC | 12. PCB |
| 3. Sensor tegangan AC ZMPT101B | 13. Kabel Serabut |
| 4. Sensor arus ACS712 | 14. Kabel LAN kecil |

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 5. Kabel USB arduino UNO | 15. Kapasitor 10 μ F/50v |
| 6. Kabel jumper arduino UNO | 16.2 Buah Resistor 10K Ω |
| 7. Lampu LED 3V | 17. 1 Buah Resistor 33 Ω |
| 8. LCD 20x4 arduino UNO | 18. Akrilik susu |
| 9. Sensor SCT-013-100 | 19. NodeMCU ESP8266 |
| 10. Saklar on/off | 20. Engsel |

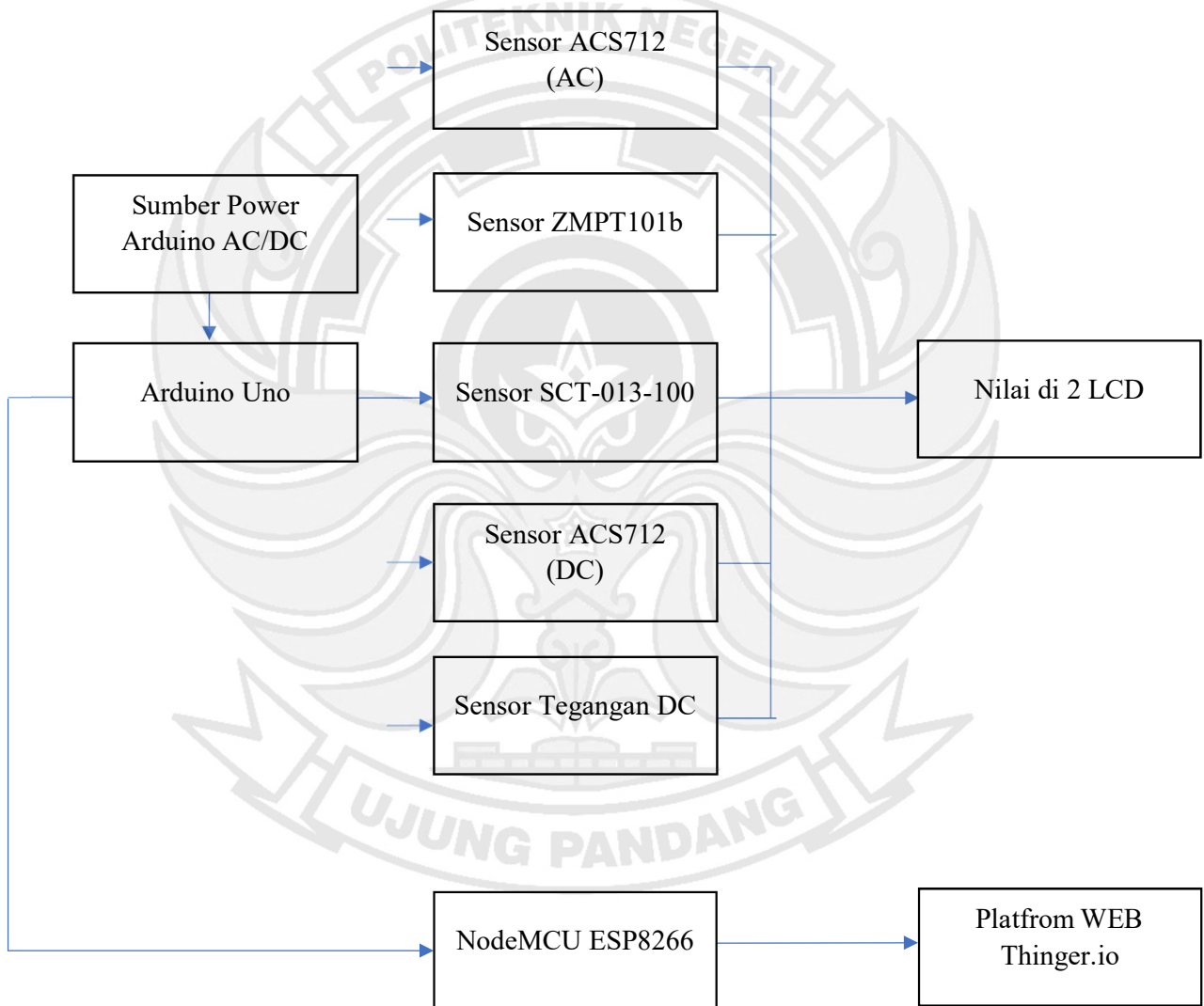
3.3 Prosedur Perancangan

Tahap awal dari perancangan tugas akhir ini yaitu studi literaturkepustakaan dimana pada tahap awal ini seperti mencari informasi yang berkaitan tentang tugas akhir baik dari buku, jurnal maupun makalah yang bersangkutan. Selain itu pada perancangan ini dilakukan pembimbingan kepada dosen pembimbing tentang masalah atau perancangan tugas akhir yang akan dibuat. Setelah pengumpulan informasi, dilanjutkan dengan tahap perancangan. Tahap perancangan terdiri dari perancangan skematik alat ukur dan percangan program untuk alat ukur karena alat ukur ini berjalan dengan program pada software arduino. Program akan dijalankan pada pengujian alat ukur. Tahap perancangan lainnya yaitu case dari alat ukur. Setelah merancang, akan dilakukan proses pengujian diantaranya :

1. Pengujian pengukuran alat ukur tanpa pengiriman data pengukuran ke platform web.
2. Pengujian pengukuran alat ukur dengan pengiriman data pengukuran ke platform web.

3.3.1 Diagram Alir Pemrograman

Alat ini terdiri dari beberapa komponen-komponen elektronika yang dipadukan dimana setiap komponen tersebut memiliki fungsinya masing-masing. Untuk lebih memudahkan dalam mempelajari dan memahami alat tersebut, berikut ini adalah gambar diagram blok pemrograman dari alat tersebut.

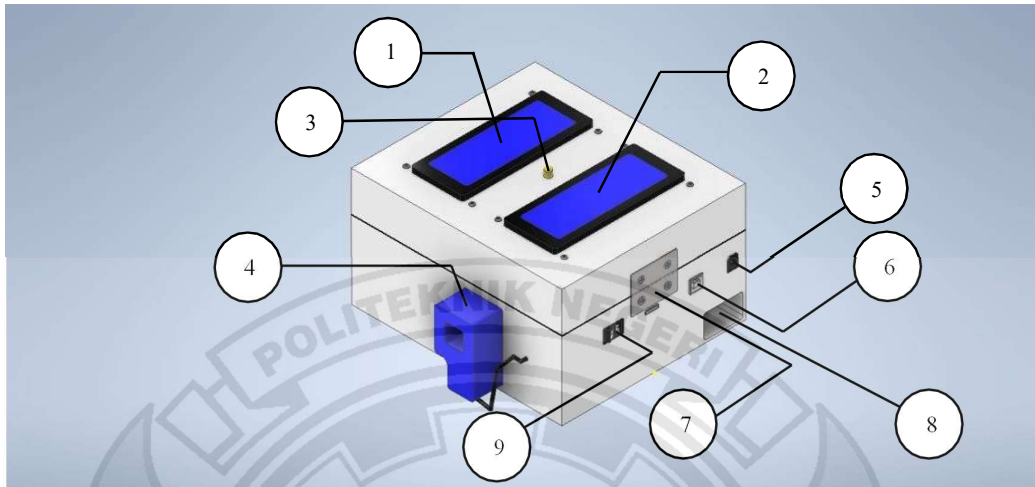


Gambar 3.1 Diagram alir proses pemrograman

Dari diagram tersebut fungsi dari setiap komponen adalah sebagai berikut:

1. Sensor ACS712 berfungsi untuk mendeteksi, mengukur dan memeriksa arus listrik AC dan DC.
2. Sensor ZMPT101 berfungsi untuk mendeteksi, mengukur dan memeriksa tegangan listrik AC.
3. Sensor SCT-013-100 berfungsi untuk, mendeteksi, mengukur dan memeriksa Arus AC dengan prinsip *Clamping*.
4. Sensor Tegangan DC berfungsi untuk mendeteksi, mengukur dan memeriksa tegangan listrik DC.
5. Arduino berfungsi sebagai pengkonversi, pengolah dan pusat kontrol data dari sensor yang diterima.
6. LCD berfungsi untuk menampilkan nilai pengukuran yang dibaca oleh sensor.
7. NodeMCU berfungsi untuk mengambil data yang telah diukur oleh sensor melalui arduino dan akan dikirim ke platform web yang akan digunakan.
8. Platform WEB berfungsi menyimpan dan mengolah data yang dikirimkan melalui NodeMCU.

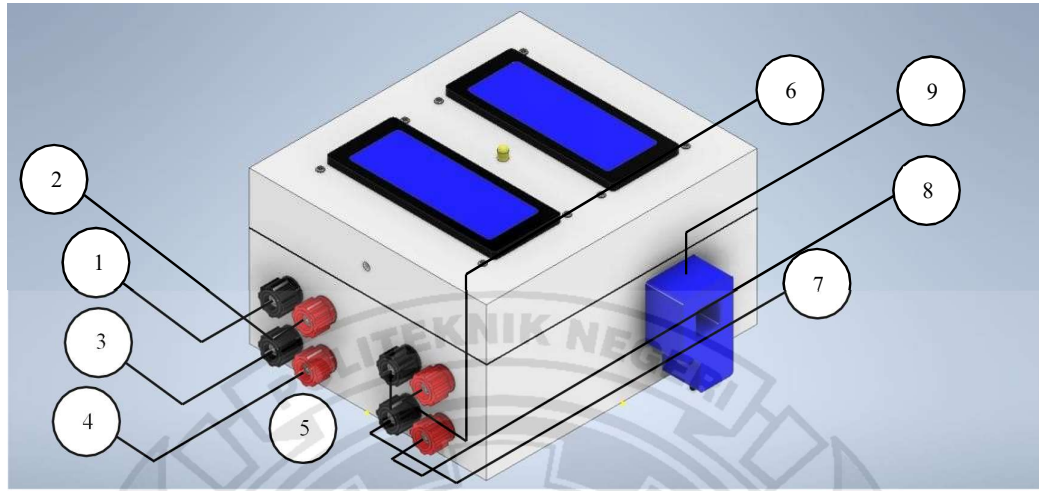
3.3.2 Perancangan Alat



Gambar 3.2 Konstruksi alat pada tampilan isometri 45°

Keterangan :

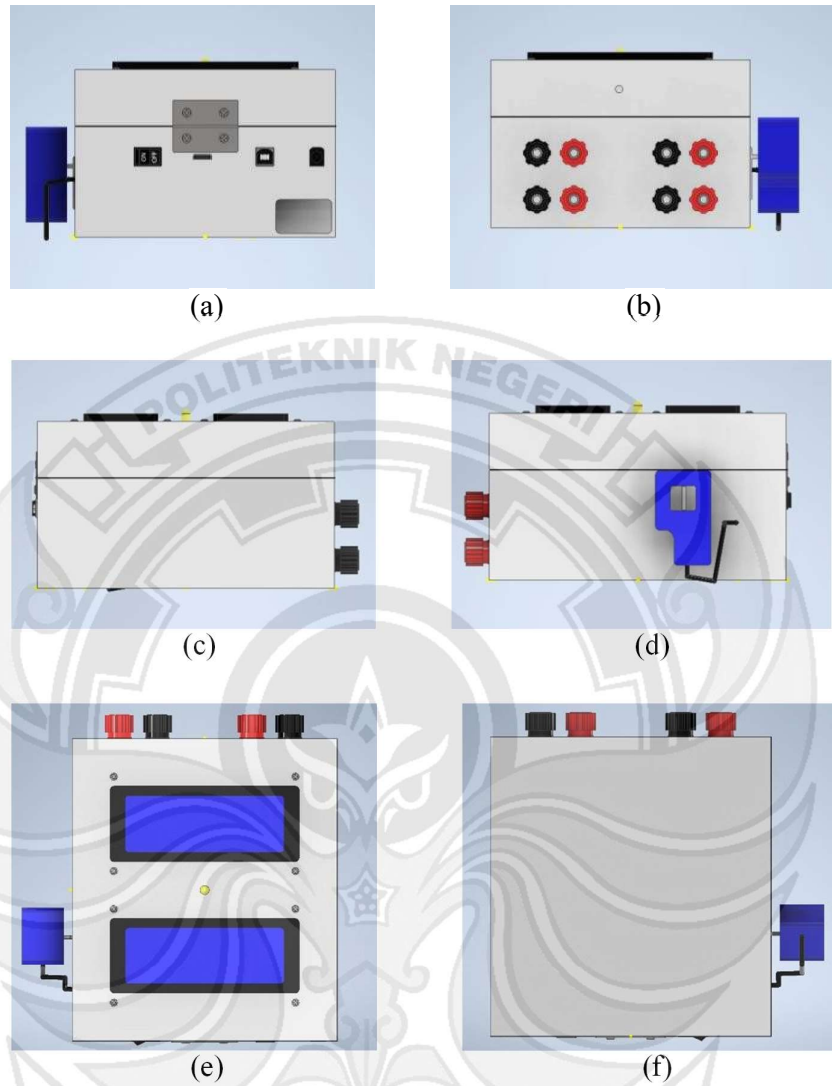
1. LCD untuk besaran AC
2. LCD untuk besaran DC
3. Indikator LED
4. Sensor Arus AC SCT-013-100
5. Power Jack
6. Power USB
7. Engsel
8. Tempat Baterai
9. Saklar



Gambar 3.3 Konstruksi alat pada tampilan isometri 45°

Keterangan :

1. Input Netral Sensor ZMPT101b (AC)
2. Input Fasa Sensor ZMPT101b (AC)
3. Input Netral Sensor ACS712 (AC)
4. Input Fasa Sensor ACS712 (AC)
5. Input Negatif Sensor Tegangan DC (DC)
6. Input Positif Sensor Tegangan DC (DC)
7. Input Negatif Sensor ACS712 (DC)
8. Input Positif Sensor ACS712 (DC)



Gambar 3.4 (a).Tampak Depan Alat, (b).Tampak Belakang Alat,
 (c).Tampak Samping Kanan Alat, (d). Tampak Samping Kiri Alat
 (e). Tampak Atas Alat, (f). Tampak Bawah Alat.

3.4 Tahap Pembuatan dan Perakitan

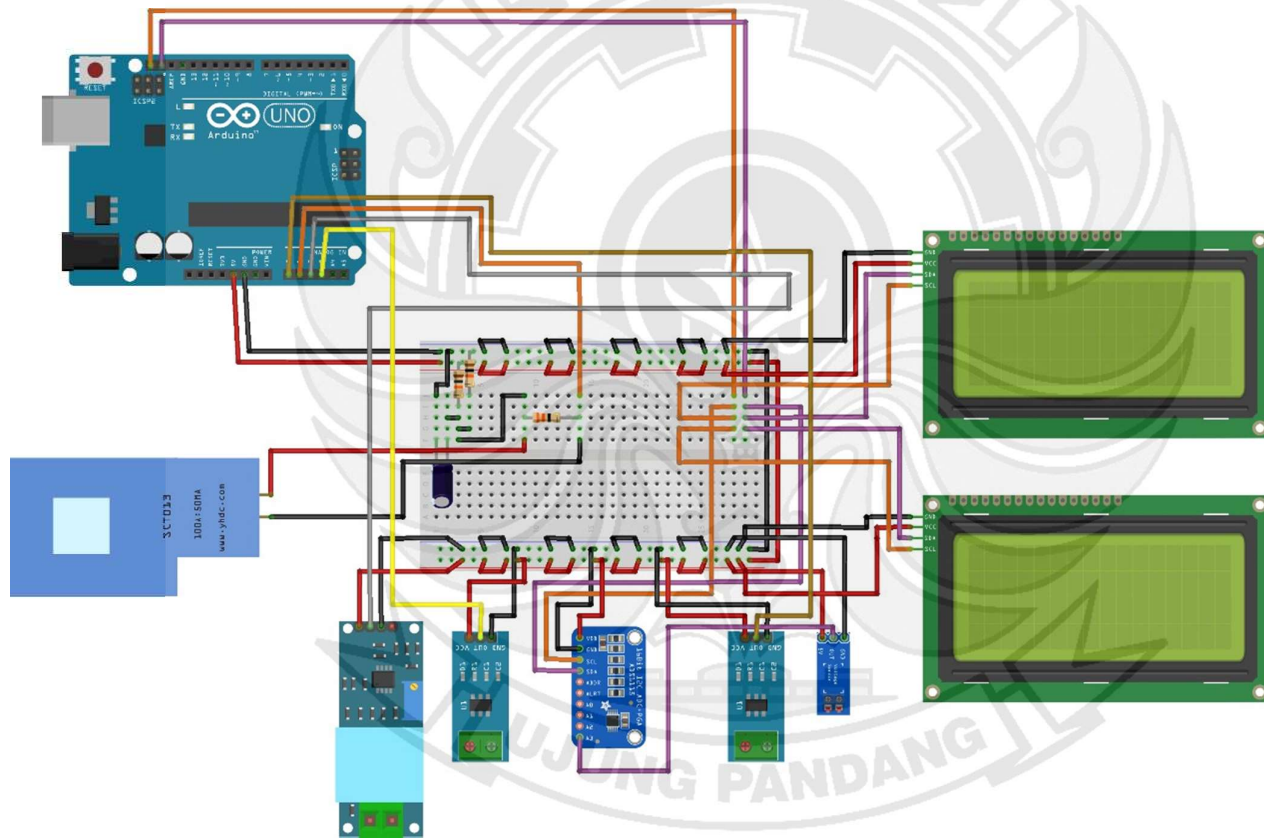
Setelah proses perancangan selesai, maka proses selanjutnya yaitu menyiapkan alat dan bahan untuk merakit alat. Adapun prosesnya dibagi menjadi 2 bagian yaitu proses wiring mikrokontroller dengan sensor-sensor, dan proses pembuatan casing alat. Setelah semua pembuatan casing selesai, selanjutnya menggabungkan komponen lain seperti arduino, sensor-sensor, LCD, dan binding post ke casing. Setelah proses penggabungan, dilakukan pengkalibrasian atau pengujian awal dari sistem pengukuran alat.

3.5 Proses Pengujian Alat

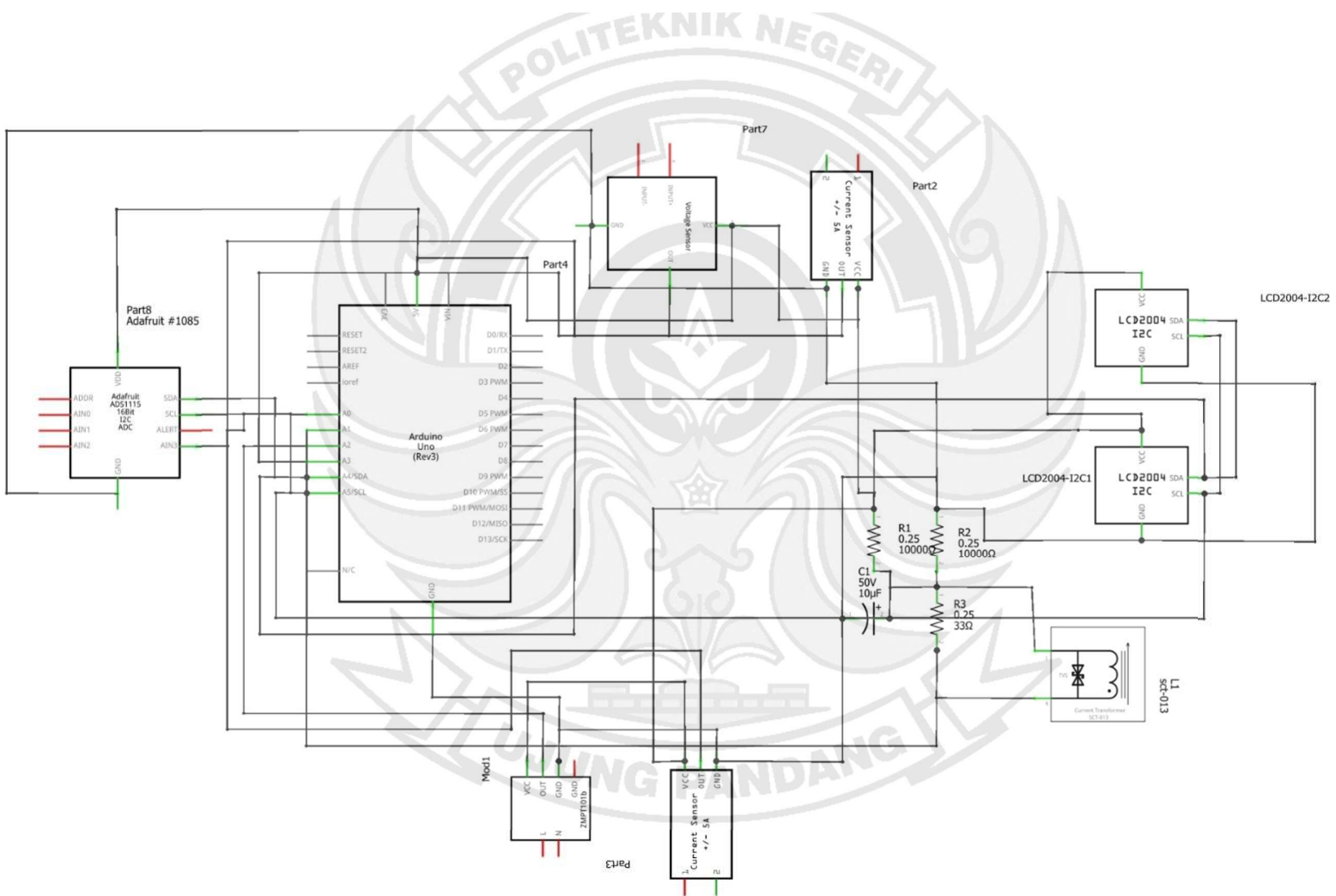
Setelah melakukan perancangan dan perakitan pada alat, rangkaian alat, program, dan rangkaian pengujian, maka tahap selanjutnya yaitu melakukan pengujian pada alat. Pengujian akan terbagi dalam 2 garis besar yaitu pengujian tanpa mengirim data hasil pengukuran ke platform web, dan pengujian dengan mengirim data hasil pengukuran ke platform web. Namun sebelum melakukan pengujian, pastikan wiring dari alat dan rangkaian pengujian telah dibuat, dan telah dilakukan pengkalibrasian sensor. Berikut adalah rincian lebih lanjut tentang kedua pengujian :

3.5.1 Pengujian pengukuran alat ukur tanpa pengiriman data pengukuran ke platform web

Pada pengujian ini NodeMCU ESP8266 tidak dihubungkan dengan sistem pengukuran yang terdiri dari beberapa sensor arus, tegangan, dan arduino. Berikut adalah wiring dan skematik alat ukur tanpa NodeMCU ESP8266 dan beberapa pengujian yang akan dilakukan :



Gambar 3.5 Wiring sistem alat ukur yang tidak dihubungkan dengan NodeMCU ESP8266



Gambar 3.6 Skematik sistem ala ukur yang tidak dihubungkan dengan NodeMCU EPS8266

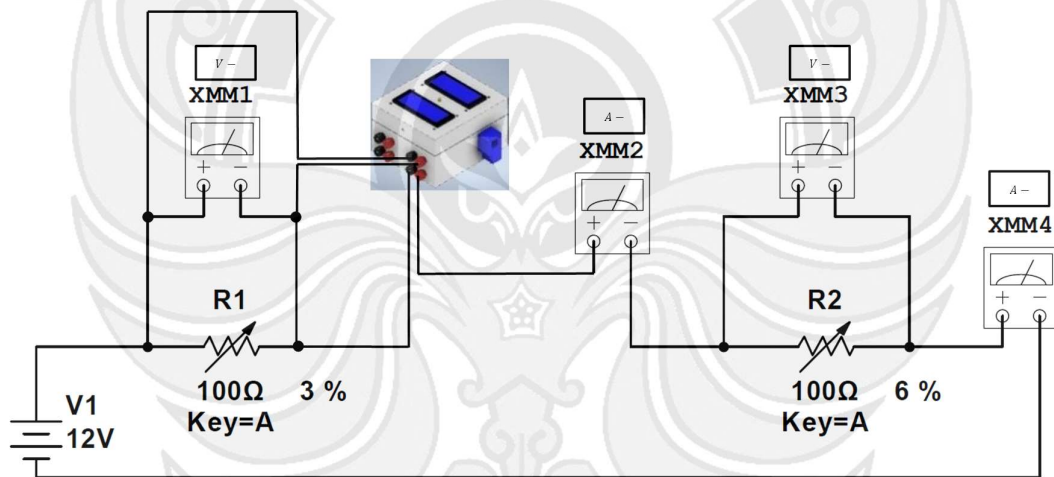
1. Pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus DC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser.

Pengujian ini akan dilakukan dengan pengambilan data sebanyak 7 kali percobaan yaitu :

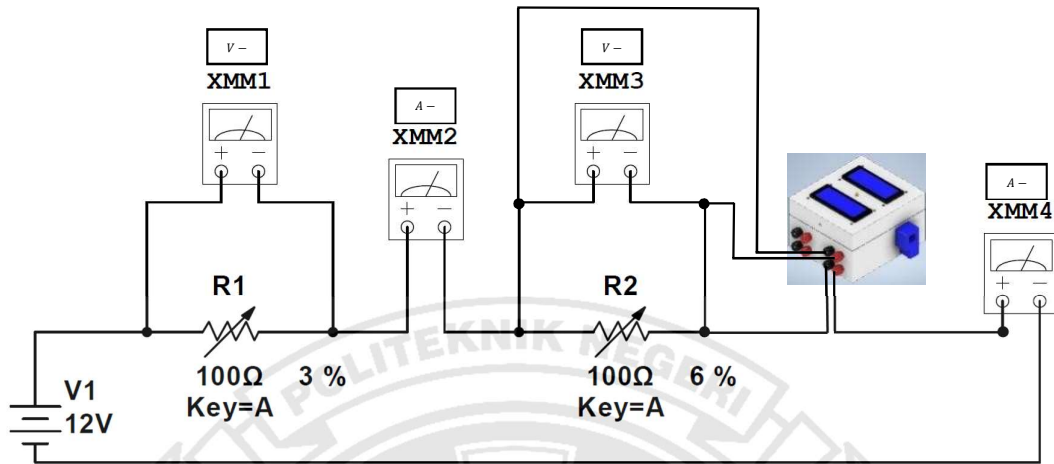
- a. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar $3\ \Omega$ dan $6\ \Omega$ dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1.
- b. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar $3\ \Omega$ dan $6\ \Omega$ dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.
- c. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar $5\ \Omega$ dan $10\ \Omega$ dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1.
- d. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar $5\ \Omega$ dan $10\ \Omega$ dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.
- e. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang nilainya sama yang diatur sebesar $8\ \Omega$ dengan penempatan alat ukur tugas akhir di salah satu Resistor.
- f. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar $5\ \Omega$ dan $10\ \Omega$ dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1.

- g. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar $5\ \Omega$ dan $10\ \Omega$ dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.

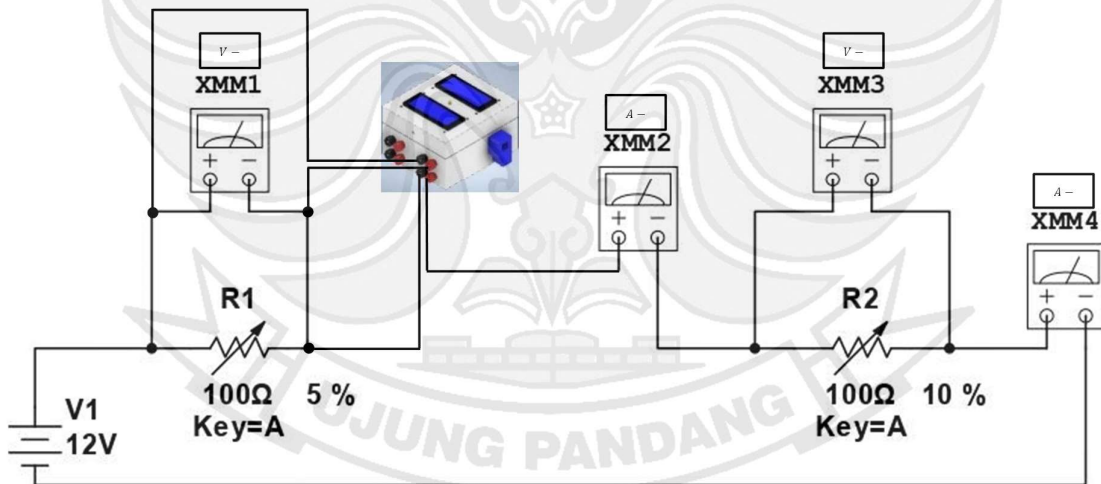
Semua pengujian diatas akan diatur tegangan sumbernya dengan dimmer DC melalui sumber DC berupa baterai atau Aki 12V dari 7,5V sampai 12V. Pengujian akan dilaksanakan di laboratorium Teknik konversi energi. Wiring atau skematiknya yaitu :



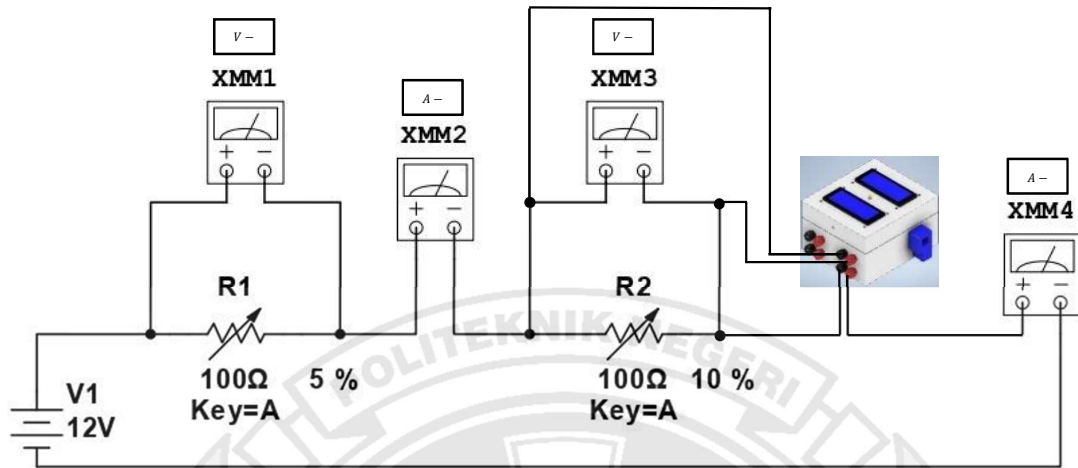
Gambar 3.7 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor $3\ \Omega$ dan $6\ \Omega$ yang diserikan (Alat TA di R1)



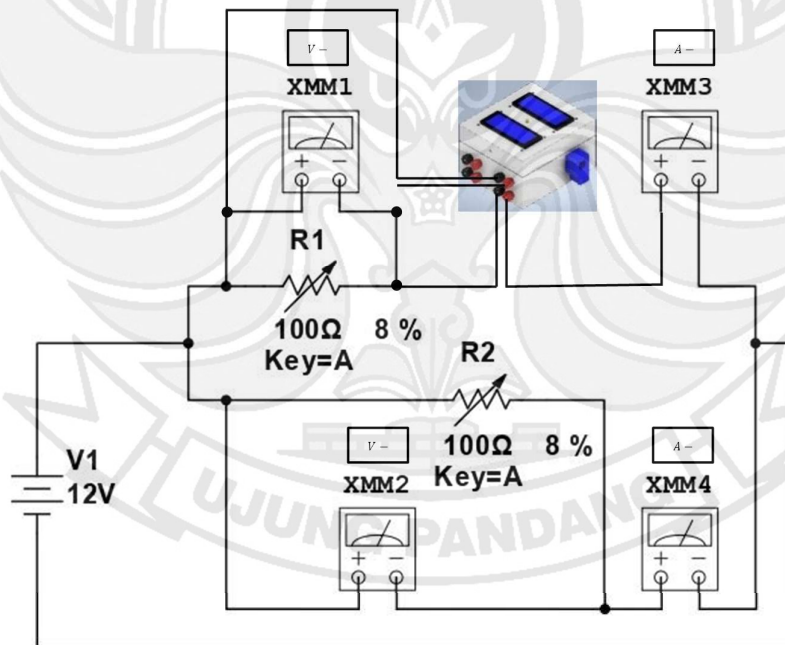
Gambar 3.8 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 3 Ω dan 6 Ω yang diserikan (Alat TA di R2)



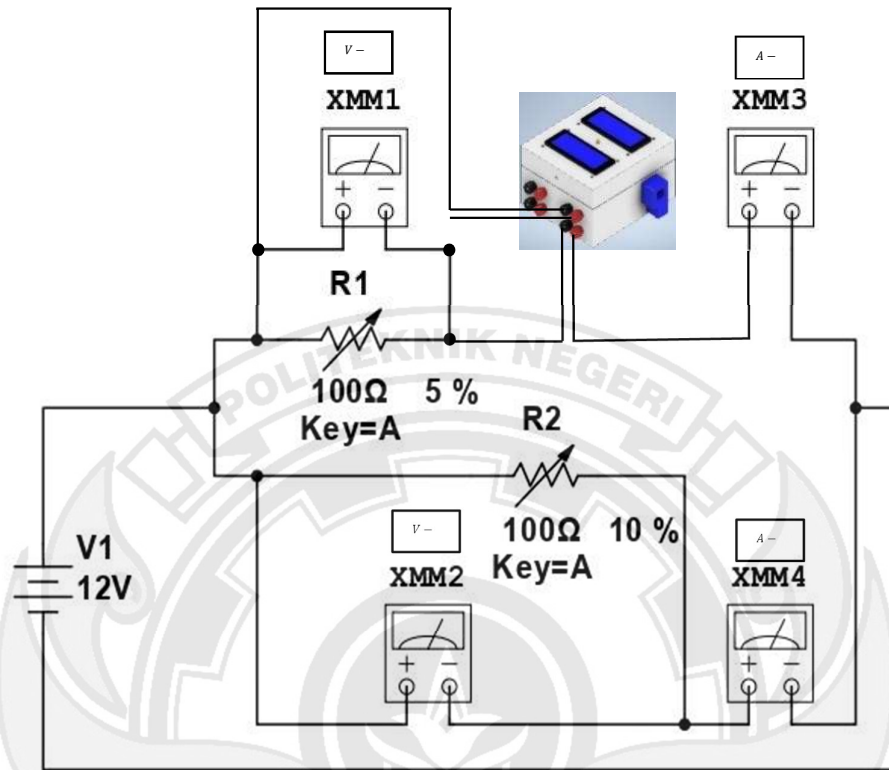
Gambar 3.9 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 5 Ω dan 10 Ω yang diserikan (Alat TA di R1)



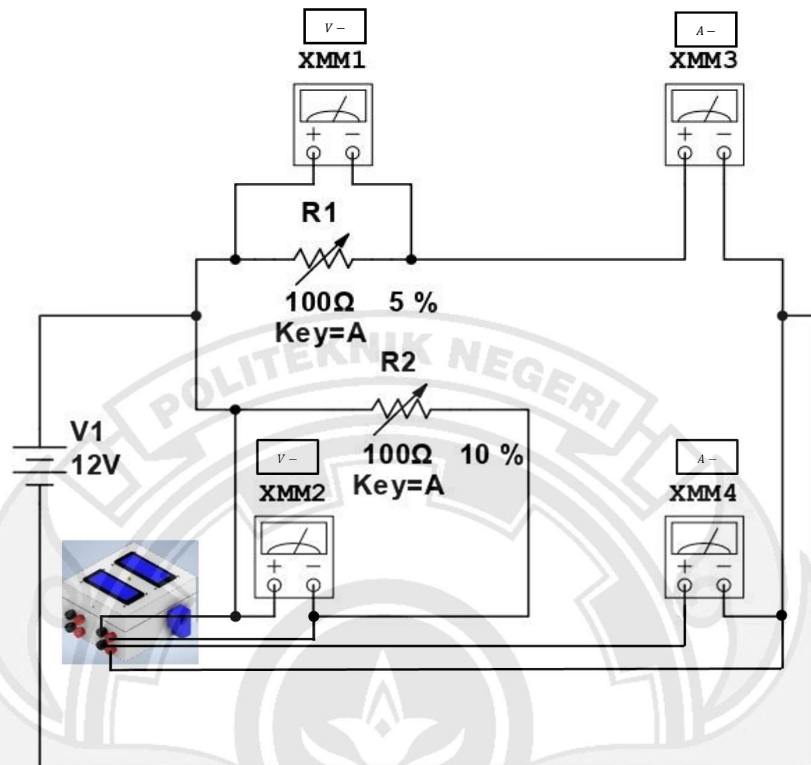
Gambar 3.10 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 5 Ω dan 10 Ω yang diserikan (Alat TA di R2)



Gambar 3.11 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban 2 resistor 8 Ω yang diparalelkan (Alat TA di R1)



Gambar 3.12 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 5 Ω dan 10 Ω yang diparalelkan (Alat TA di R1)



Gambar 3.13 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 5 Ω dan 10 Ω yang diparalelkan (Alat TA di R2)

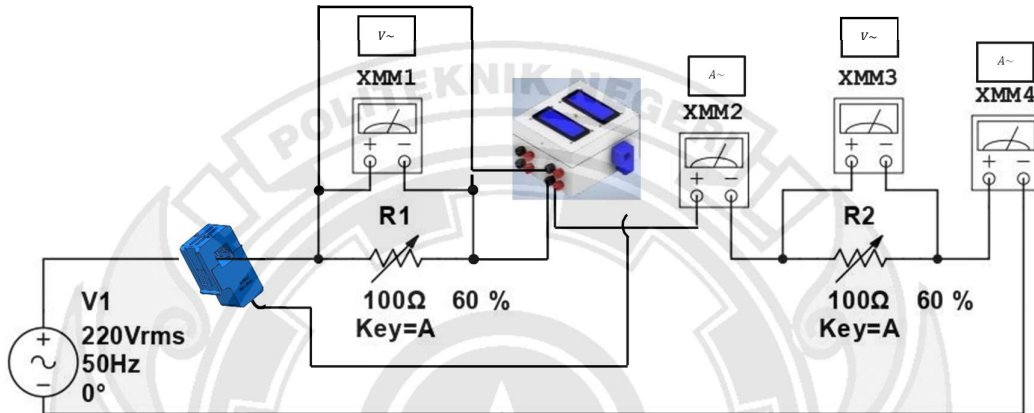
2. Pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus AC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser dan beberapa alat elektronik.

Pengujian ini akan dilakukan dengan pengambilan data sebanyak 7 kali percobaan yaitu :

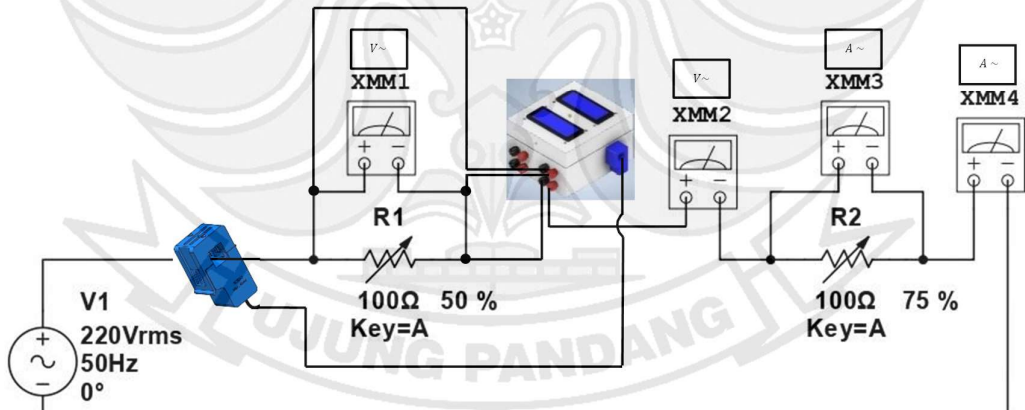
- a. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai yang sama dan diatur sebesar 60 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di salah satu resistor.

- b. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai berbeda dan diatur sebesar 50 Ω dan 75 Ω . dengan alat ukur tugas akhir dihubungkan dengan R1.
- c. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai berbeda dan diatur sebesar 50 Ω dan 75 Ω , dengan alat ukur tugas akhir dihubungkan dengan R2.
- d. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 1, Hairdryer dengan power 1, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Kipas mini.
- e. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 1, Hairdryer dengan power 1, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Hairdryer.
- f. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 2, Hairdryer dengan power 2, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Kipas mini.
- g. Pengujian pengukuran alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 2, Hairdryer dengan power 2, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Hairdryer.

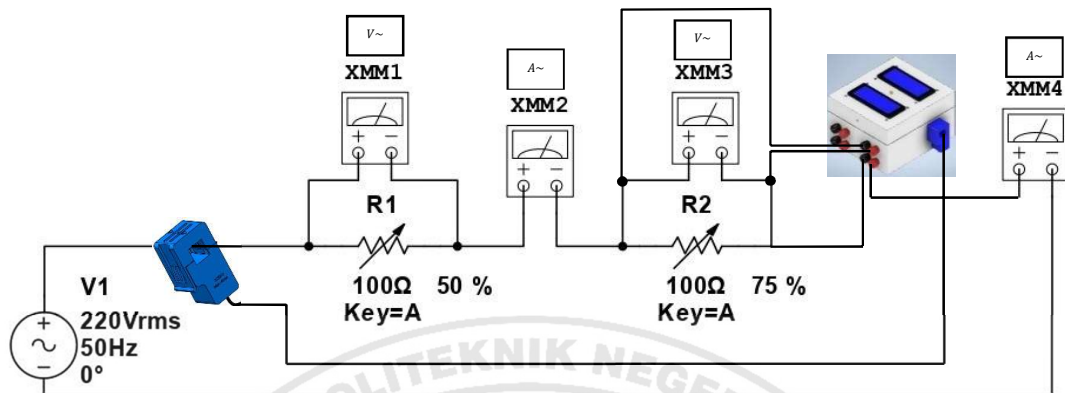
Semua pengujian diatas akan diatur tegangan sumbernya dengan Regulator AC 1 fasa melalui sumber AC PLN dengan pengaturan tegangan secara berkala mulai dari 110V sampai dengan 220V. Pengujian akan dilaksanakan di laboratorium Teknik konversi energi. Wiring rangkaiannya yaitu :



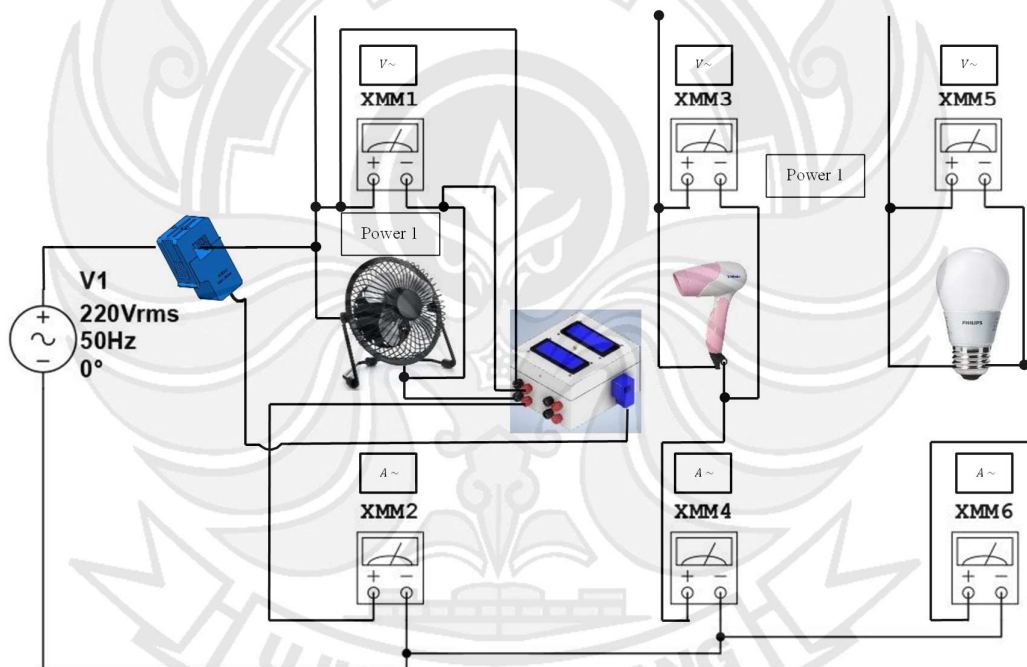
Gambar 3.14 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban 2 resistor 60 Ω yang diserikan (Alat TA di R1/R2)



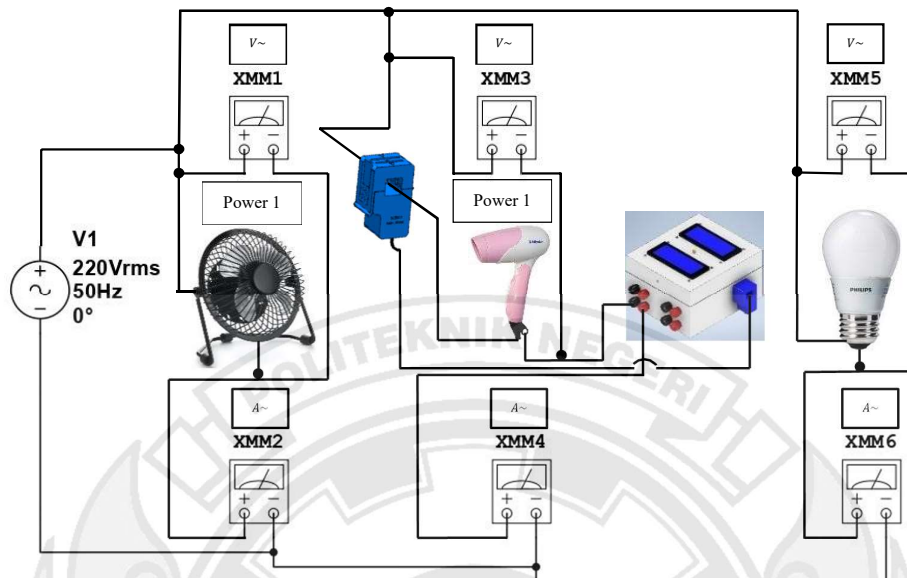
Gambar 3.15 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 50 Ω dan 75 Ω yang diserikan (Alat TA di R1)



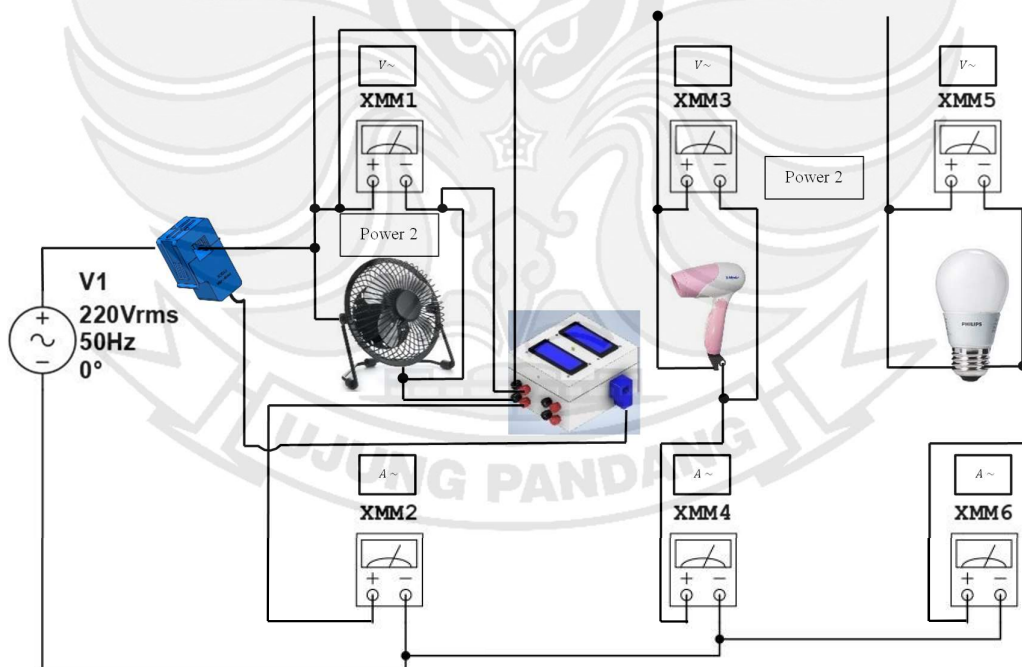
Gambar 3.16 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban resistor 50 Ω dan 75 Ω yang diserikan (Alat TA di R1)



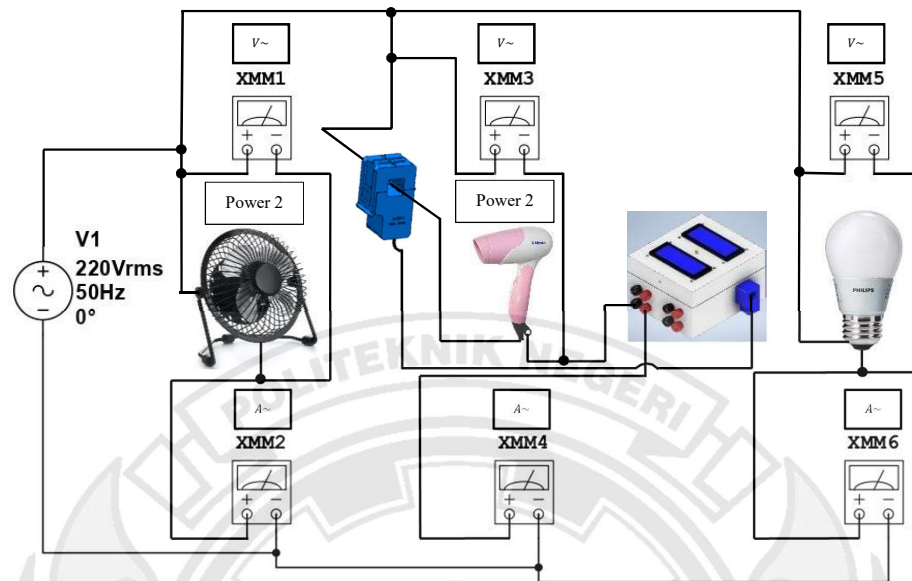
Gambar 3.17 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban Kipas mini dan Hairdryer power 1 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan (Alat TA di Kipas mini)



Gambar 3.18 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban Kipas mini dan Hairdryer di power 1 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan (Alat TA di Hairdryer)



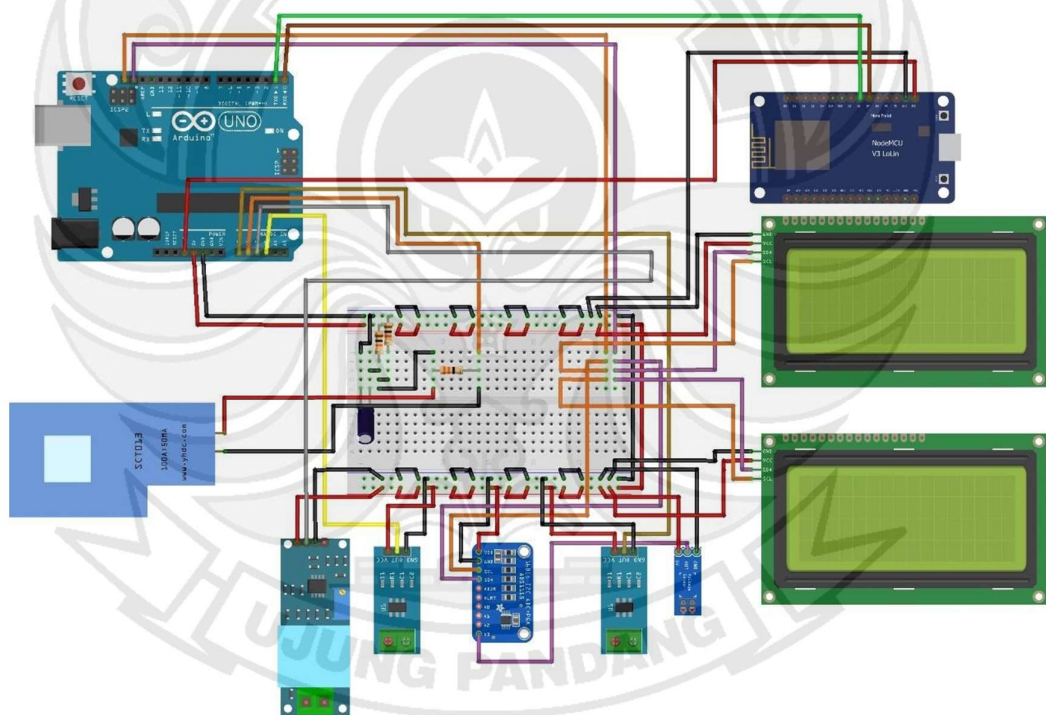
Gambar 3.19 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban Kipas mini dan Hairdryer power 2 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan (Alat TA di Kipas mini)



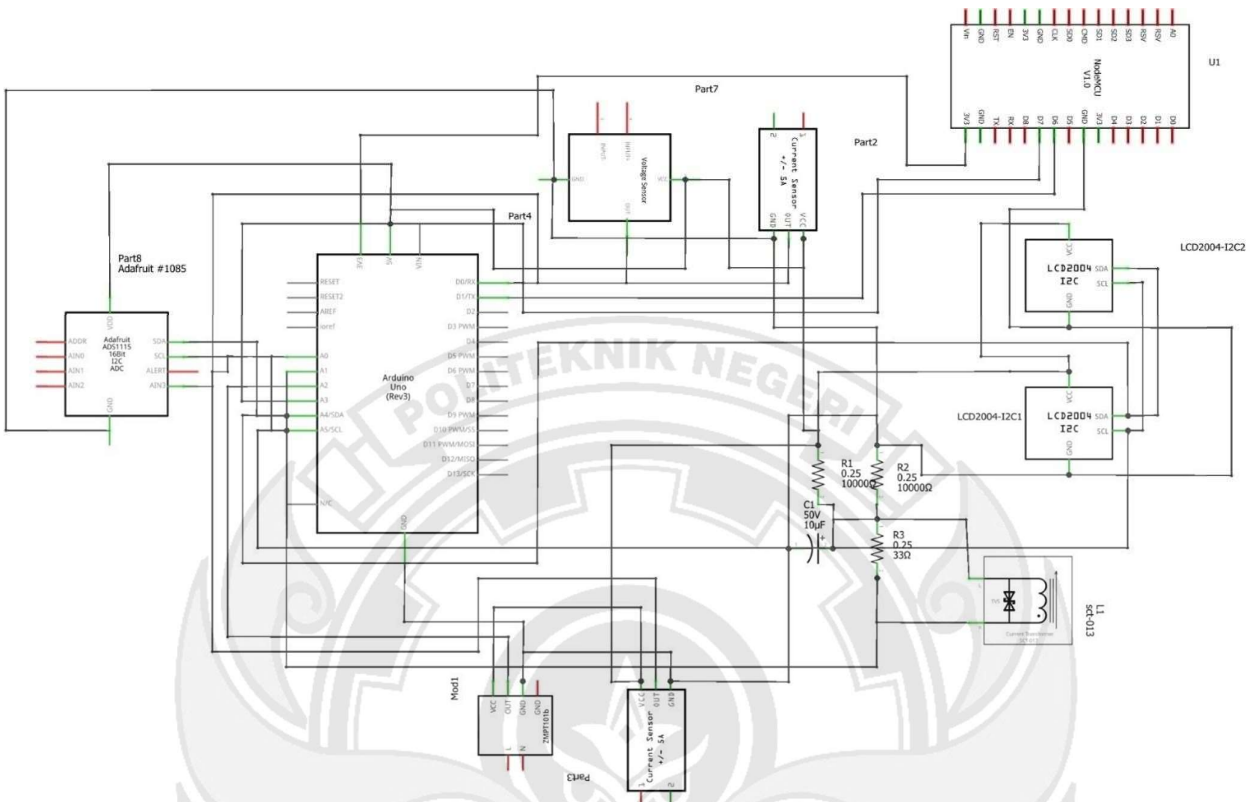
Gambar 3.20 Rangkaian pengujian Alat TA dengan beban Kipas mini dan Hairdryer di power 1 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan (Alat TA di Hairdryer)

3.5.2 Pengujian pengukuran alat ukur dengan pengiriman data pengukuran ke platform web

Pada pengujian ini, sistem pengukuran pada alat ukur yaitu yang terdiri dari arduino dan beberapa sensor tegangan dan arus akan dihubungkan dengan NodeMCU ESP8266 dengan menggunakan saklar yang telah disediakan. Data pengukuran sekarang dapat dikirimkan ke platform web. Berikut adalah wiring alat ukur dengan Node MCU ESP 8266 :

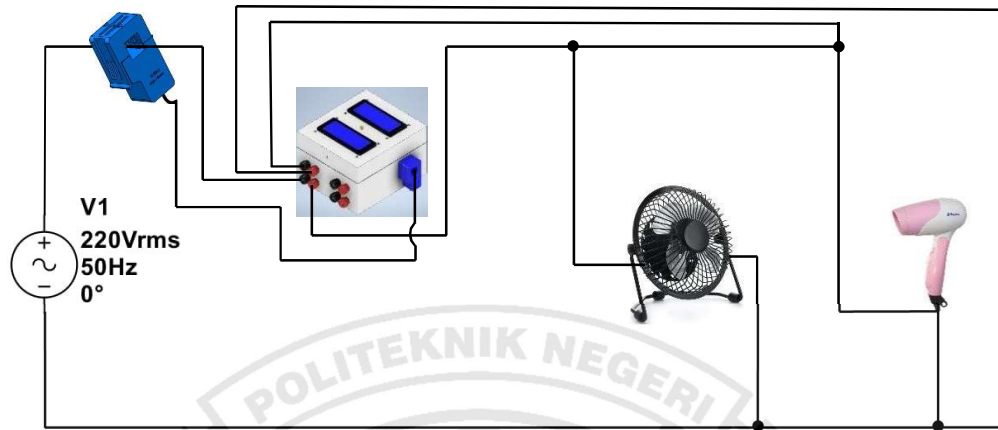


Gambar 3.21 Wiring sistem alat ukur yang terhubung dengan nodeMCU EPS8266



Gambar 3.22 Skematik sistem alat ukur yang dihubungkan dengan NodeMCU EPS8266

Pengujian akan dilakukan pengambilan dan perekaman data sebanyak 1 kali selama 15 menit. Pengujian akan dilakukan dengan menghitung tegangan total pada rangkaian, dan arus total pada rangkaian. Rangkaianya berupa rangkaian paralel dengan beban ac yaitu hairdryer dan kipas mini pada power maksimumnya. Data pengukuran yang akan di kirimkan ke platform web berupa arus total yang akan diukur oleh dua sensor yaitu sensor ACS712 dan sensor arus SCT-013-100, kemudian tegangan yang melalui kipas mini dan hairdryer. Data awal akan di tampilkan di LCD, lalu selanjutnya akan dikirim ke platform web thinger.io melalui mikrokontroller Node MCU ESP8266. Berikut adalah wiring rangkaian pengujiannya :



Gambar 3.23 Pengujian pengukuran alat ukur dengan pengiriman data pengukuran ke platform web

Setelah melakukan pengujian-pengujian tersebut maka akan dihitung tingkat keakuratan atau ketelitian dari alat ukur yang dibuat cara :

1. Membandingkan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan secara teoritis.
2. Membandingkan dengan alat ukur yang digunakan secara umum seperti multimeter, Amperemeter, dan Voltmeter.

Untuk mengetahui seberapa akurat alat ukur akan dibuat, maka dilakukan perhitungan presentase kesalahan yang didapatkan dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut :

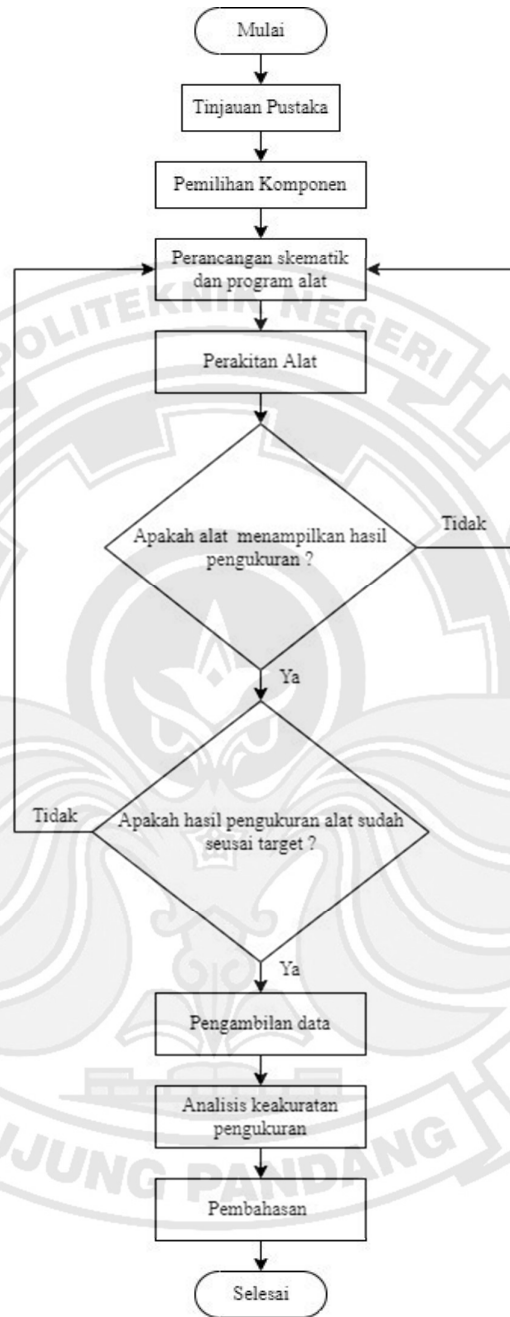
$$\% Error = \frac{Data\ acuan - Data\ sensor}{Data\ acuan} \times 100 \% \quad (3-1)$$

$$\% Error\ rata - rata = \frac{\Sigma \% Error}{n} \quad (3-2)$$

$$Presisi\ (\%) = 100\% - \% Deviasi\ rata - rata \quad (3-3)$$

$$Akurasi = 100\% - \% Error \quad (3-4)$$

3.6 Diagram alir pembuatan dan pengujian alat



Gambar 3.24 Diagram alir pembuatan dan pengujian alat

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Alat

Alat ukur voltmeter dan amperemeter berbasis arduino ini adalah Alat ukur yang bekerja dengan metode digital dengan inti yaitu mikrokontroler sebagai otak untuk melakukan pengukuran dari gabungan rangkaian sensor-sensor yang nilainya dapat ditampilkan melalui LCD dan data yang dapat disimpan di web dengan bantuan suatu mikrokontroler penghubung web dengan sistem IoT. Alat ini dapat digunakan secara offline maupun online. Secara offline yaitu hanya digunakan untuk melakukan pengukuran seperti mengukur parameter pada umumnya tanpa menyimpan data-data di cloud di web. Secara online yaitu melakukan pengukuran parameter dengan data-data akan dikirim dan tersimpan di cloud suatu web.

Sensor-sensor yang terdapat pada alat ini yaitu 2 unit sensor ACS712 yang berfungsi untuk mengukur Arus listrik AC dan DC, Sensor Tegangan DC untuk mengukur tegangan listrik DC, Sensor ZMPT101b untuk mengukur Tegangan listrik AC, Sensor SCT-013-100 untuk mengukur arus listrik AC dengan metode clamp. Untuk menampilkan data maka alat ini dilengkapi dengan 2 LCD untuk pembacaan parameter AC dan parameter DC. Untuk perhitungan yang lebih akurat maka alat ini dilengkapi dengan ADS1115 yang berfungsi untuk menaikkan resolusi pembacaan suatu sensor. Untuk mengirimkan data di web platform yang akan digunakan maka alat ini menggabungkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

Alat ini akan dirangkai dan dikonstruksikan dengan casing berupa akrilik. Untuk melakukan pengukuran, alat ini memerlukan program, sehingga untuk itu program akan dirancang terlebih dahulu. Setelah semua telah disiapkan, maka alat siap digunakan dengan menggabungkannya dengan rangkaian pengujian.

4.2 Perancangan Casing

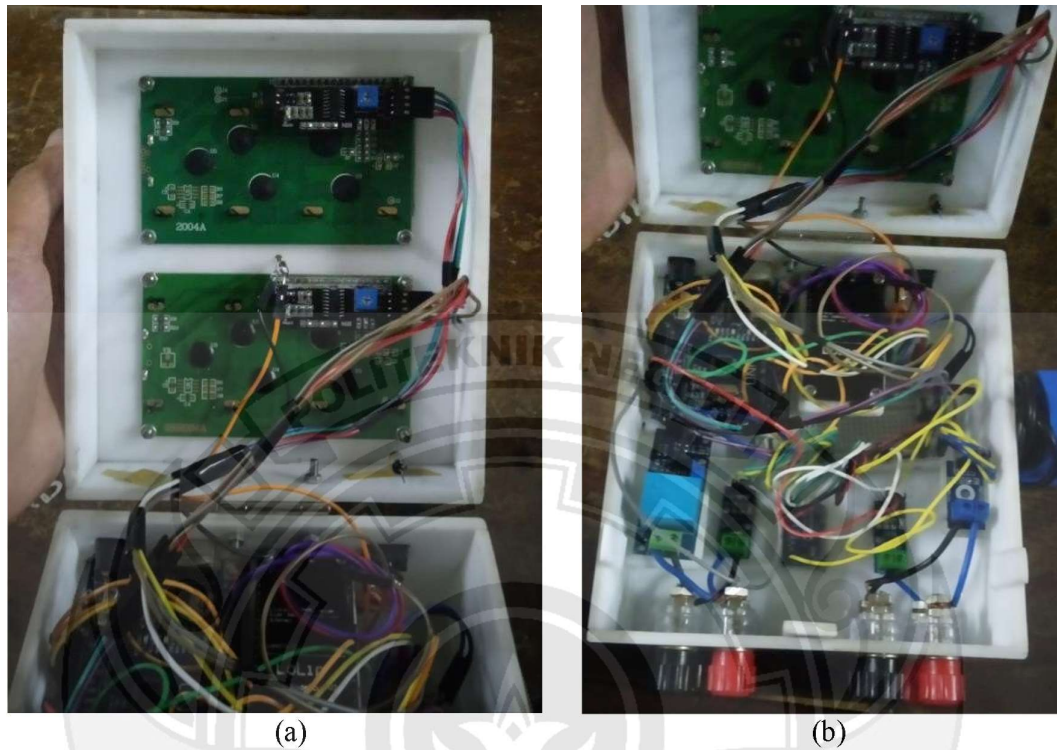
Casing dari alat yaitu Akrilik. Kami memilih Akrilik Putih/Susu agar tidak terlalu kotor dan bekas goresan tidak terlalu mengganggu. Akrilik yang digunakan yaitu memiliki ketebalan 2 mm, namun untuk body casing kami menggandakan 2 kali hingga ketebalannya menjadi 4 mm. Tinggi Casing yaitu 9 cm, 6 cm untuk bagian bawah, 3 cm untuk bagian atas yang dapat menjadi buka tutup casing. Panjang Casing yaitu 14 cm , dan Lebar nya yaitu 16 cm.

4.3 Perancangan Program

Di dalam casing terdapat 2 Mikrokontroller yaitu Arduino UNO dan NodeMCU ESP8266, Rangkaian SCT-013, 2 Sensor ACS712, Sensor Tegangan DC, ADS1115, Sensor ZMPT101b, 2 I2C LCD, dan LED. Nilai sensor akan di tampilkan di 2 LCD. Untuk mengaktifkan semua sensor, maka pertama-tama akan dibuat variabel yang berbeda untuk setiap sensor dan algoritma untuk masing-masing sensor. Semua sensor-sensor akan bekerja dalam bawahan arduino UNO untuk membaca atau mengukur parameter sesuai yang diprogramkan. Arduino UNO akan digunakan untuk memprogram pembacaan sensor-sensor dan mengirim pembacaan sensor ke NodeMCU ESP8266. Setelah merancang program pembacaan sensor arduino, tahap selanjutnya yaitu merancang program untuk

mengirimkan data pembacaan sensor dari Arduino UNO ke NodeMCU. Caranya yaitu dengan metode membungkus data pembacaan dari sensor-sensor dari arduino. Karena pembacaan di arduino berupa TX dan pada NodeMCU berupa RX, maka perlu konversi data yang dimiliki arduino dari TX ke RX, setelah itu maka data dapat terkirim dan terbaca oleh NodeMCU. Setelah melakukan konversi data, tahap selanjutnya yaitu penerimaan data atau fungsi ESP8266 sebagai receiver bekerja dengan cara memprogram ESP8266 sebagai receiver data konversi dari arduino UNO. Tahap selanjutnya yaitu merancang program untuk pengiriman data yang akan dilakukan oleh NodeMCU ke *platform web* Thingier.io. Program yang sudah dirancang di software arduino dan NodeMCU akan di upload dari laptop menggunakan kabel USB, begitupun untuk NodeMCU ESP8266.

Alat dapat dinyalakan dengan banyak cara seperti menggunakan kabel USB dengan kepala charger dengan spesifikasi arusnya tertinggi 1A, power arduino juga dapat menggunakan baterai 9V, Arduino juga dapat menyala menggunakan aki dengan jack male DC. Untuk NodeMCU ESP8266 cukup dengan menghubungkan pin 3V dari arduino ke pin power 3V NodeMCU ESP8266.



Gambar 4.1 (a) Wiring LCD, (b) Wiring Arduino UNO ke Sensor-sensor.

```

Tes_Tes_Demo | Arduino 1.8.18
File Edit Sketch Tools Help

Tes_Tes_Demo
Daya = Tegangan * Idc;

//membaca Tegangan RMS AC dari sensor SMPT101b;
emoni.calcVI(20,2000);
double supplyVoltage = emoni.Vrms;
if (supplyVoltage < 0) { supplyVoltage = 0; }
Serial.print("Vrms yang terbaca : ");
Serial.println(abs (supplyVoltage));

//membaca Arus RMS AC dari sensor SCT013
double Irms = emoni.calcIrms(1480);
double ArusSCT = abs(Irms);
//if (ArusSCT < 0.25) {ArusSCT = 0; }
//menampilkan di serial monitor
Serial.print("Arus yang terbaca : ");
Serial.println(abs (ArusSCT));

//membaca Arus RMS AC dari sensor ACS712
Voltage = getVPP1();
VRMS = ((Voltage-0.03)/2.0) *sqrt(2); //root 2 is 0.707
AmpsRMS = abs ((VRMS * 1000)/mVperAmp);
if (AmpsRMS < 0.2) { AmpsRMS = 0; }
Serial.print("Amps RMS = ");
Serial.println(abs(AmpsRMS));

// Pembacaan Daya semu
float Semu = AmpsRMS * supplyVoltage;

```

Gambar 4.2 Coding untuk pembacaan sensor-sensor di Arduino UNO

```
Data_Fix | Arduino 1.8.18
File Edit Sketch Tools Help

Data_Fix
// Definisi tanpa beban adalah dibawah 20ma variable amp < 20
//if (Arus < 20) vMid* vDeltar;
void loop() {

//baca permintaan dari NodeMCU
String minta = "";
//baca permintaan NodeMCU
while(Serial.available()>0)
{
  minta += char(Serial.read());
}
//Buang spasi data yang diterima
minta.trim();
//uji variabel minta
if (minta == "Ya");
{
  //kirim datanya
  kirimData();
}
//kosongkan variabel minta
minta = "";
delay(1000);
}

//Pembacaan variabel arus RMS ACS712
float getVPI() {
float result;
int readValue; //value read from the sensor
```

Gambar 4.3 Coding untuk mengirim data dari Arduino UNO dan diterima oleh NodeMCU EPS8266

```
untuk_kirim_data_ke_node_mcu | Arduino 1.8.18
File Edit Sketch Tools Help

untuk_kirim_data_ke_node_mcu
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ThingierESP8266.h>
#include <ESP8266WiFi.h>

//buat variabel untuk software serial (RX,TX)
SoftwareSerial DataSerial(12,13);

//milih sebagai pengganti delay
unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 3000;
String arrData[1];

//konfigurasi thinger.io
#define USERNAME "tryip"
#define DEVICE_ID "NodeMCU_esp8266"
#define DEVICE_CREDENTIAL "R733T7123fbbqunw"

//variabel pin LED
#define LED_PIN 4 // pin D2 NodeMCU

//Variabel untuk thinger.io
ThingierESP8266 thing(USERNAME, DEVICE_ID, DEVICE_CREDENTIAL);

//konfigurasi Wifi
const char* ssid = "Chibikyu";
const char* password = "12345678";

//sediakan variabel untuk menampung nilai VRMS, IRMS SCT, IRMS ACS, Daya semu yang siap dikirim ke thinger.io
double supplyVoltage, ArusSCT, AmpsRMS ;
```

Gambar 4.4 Coding untuk menerima data di NodeMCU ESP8266 dan pengiriman data ke Thinger.io

4.4 Prinsip Kerja Alat

Secara sederhana cara kerja dari alat ini yaitu membaca pengukuran yang telah dilakukan melalui sensor-sensor yang telah diprogram. Jika pengukuran ingin dilakukan tanpa mengirim data pengukuran ke platform web thinger.io maka pengukuran dilakukan tanpa menghubungkan NodeMCU ESP8266. Pengukuran tersebut dilakukan dengan cara memprogram perintah dan perhitungan pada software arduino IDE. Program kemudian diupload di Arduino UNO kemudian, Arduino UNO akan meneruskan perintah dan perhitungan ke masing-masing sensor. Pembacaan sensor jika sudah tepat maka akan diambil pengambilan data, jika kurang tepat kalibrasikan kembali dengan cara mengatur ulang pemrograman atau mengatur potensiometer yang ada pada sensor (jika ada). Nilai dari pembacaan sensor-sensor akan ditampilkan di LCD dan dapat juga dilihat melalui serial monitor yang ada di software arduino. Sampai disini tidak dilakukan pemrograman lain karena data pengukuran tidak akan dikirimkan ke web.

Jika pengukuran ingin dilakukan dengan data pengukuran akan dikirimkan ke platform web thinger.io, maka dibuat program awal seperti yang digunakan pada pengukuran tanpa pengiriman data ke web. Lalu, setelah sensor-sensor mengirim nilai pembacaan, program untuk mengirim data pengukuran dari Arduino UNO ke NodeMCU ESP8266 akan dibuat. Setelah program tersebut dibuat, maka selanjutnya program untuk mengirim data yang diterima NodeMCU ESP8266 ke thinger.io dibuat. Prinsip kerja masing-masing sensor dan LCD sudah di jelaskan.

4.5 Kalibrasi Alat

Dalam pemakaian alat ukur, pembacaan alat ukur sangatlah berpengaruh terhadap apa yang akan dikembangkan setelahnya. Untuk itu, alat ukur harus membaca parameter yang menjamin dan tertulusur. Untuk mencapai hal tersebut, alat ukur perlu dikalibrasi. Alat ukur voltmeter dan ampermeter berbasis arduino uno ini dapat perlu dikalibrasi agar pembacaannya sesuai dan menjamin dari patokan yang digunakan baik dari alat ukur yang telah terkalibrasi ataupun patokan yang diperoleh secara teori. Sistem kalibrasi pada alat ini merujuk pada kalibrasi di masing-masing sensor yang dirangkai. Pada tiap sensor perlakuan kalibrasinya berbeda-beda. Sensor-sensor tersebut lebih banyak perlakuan kalibrasinya melalui **perancangan program**, namun untuk sensor SCT-0130-100 perlu dilengkapi dengan rangkaian tambahan agar pembacaan lebih akurat. Untuk meningkatkan resolusi pembacaan, maka digunakan ADS1115 dengan mengubah sedikit pemrograman kalibrasi untuk penyesuaiannya. Untuk sensor ZMPT101b, terdapat potensiometer yang dapat digunakan untuk menyamakan pembacaan agar lebih akurat. Untuk acuan kalibrasi, alat ukur ataupun perhitungan teoritis dapat dijadikan sebagai acuan tergantung dari pilihan yang akan digunakan. Setelah kalibrasi selesai, maka alat ukur dapat melakukan demo dan pengambilan data.

```

Tes_Tes_Demo | Arduino 1.8.18
File Edit Sketch Tools Help
Tes_Tes_Demo
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
#include <EmonLib.h>
#include <Adafruit_ADS1X15.h>

//Variabel ADS1115
Adafruit_ADS1115 ads;

//Variabel LCD
LiquidCrystal_I2C lcd1(0x25, 20, 4);
LiquidCrystal_I2C lcd2(0x26, 20, 4);

//Variabel Sensor Tegangan DC//
//int DCVoltageSensorPin = A0;
const float vCC = 5.0;
const float faktor = 5.0 ;
float offsetvalue = 25.0;
float offsetdc = 0.0;
float TeganganMasukanSensorVDC = 0;
float Tegangan = 0;
float DCVoltageSensorVal = 0;
float vZero3 = 0.0;
float offsetVDCADS = 0.2;

Tes_Tes_Demo | Arduino 1.8.18
File Edit Sketch Tools Help
Tes_Tes_Demo
//Variabel Sensor Arus DC ACS712-30A;
float vZero0 = 0.0;
double vRef = 5000;
int PinIDC = A0;
int iter =2000;
double vMid = vRef/2;
double mVpA = 66;
double pADC=0;
unsigned long awalPrint=50;
unsigned long jeda=100;
float offsetACSDC = 0.00;
double VoltageIDC = 0.00;
double Vdc = 0.00;
double Idc = 0.00;

//Variabel Daya
float Daya = 0;

//Variabel Sensor Tegangan RMS AC ZMPT101B//
EnergyMonitor emon1;

//Variabel sensor arus RMS dari SCT-013-000
EnergyMonitor emon2;
int PinSCT = A1;
float offset = 0.2;

Tes_Tes_Demo | Arduino 1.8.18
File Edit Sketch Tools Help
Tes_Tes_Demo
//Variabel sensor arus RMS dari ACS712
const int PinIAC = A3;
int mVperAmp = 66; // use 100 for 20A Module and 66 for 30A Module

double Voltage = 0.00;
double VRMS = 0.00;
double AmpsRMS = 0.00;

```

Gambar 4.5 Coding untuk kalibrasi sensor-sensor yang digunakan

4.6 Data Hasil Pengujian

Pengambilan data hanya dilakukan pada pengujian pengukuran alat ukur tanpa pengiriman data pengukuran ke platform web thinger.io artinya, pengujian tidak dihubungkan dengan NodeMCU EPS8266. Pada pengujian alat ukur dengan pengiriman data pengukuran ke platform web thinger.io, hanya dilakukan demo untuk pengiriman data ke platform web thinger.io dan pencocokan data yang ditampilkan di LCD.

4.6.1. Data hasil pengujian pengukuran alat ukur tanpa pengiriman data pengukuran ke platform web

a. Data hasil pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus DC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser.

Tabel 4.1 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 3 Ω dan 6 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1.

No.	Sumber Tegangan DC (V)	R1 (3 Ω)						R2 (6 Ω)			
		V1 _t (V)	I1 _t (I)	V1 (V)	A1 (A)	Alat Ukur Tugas Akhir		V2 _t (V)	I2 _t (A)	V2 (V)	A2 (A)
						Sensor DC (V)	ACS712 (A)				
1	7,5	2,5	0,83	2,3	0,8	2,41	0,81	5	0,83	4,5	0,8
2	8	2,66	0,88	2,5	0,82	2,55	0,85	5,33	0,88	4,8	0,82
3	8,5	2,83	0,94	2,7	0,88	2,73	0,92	5,66	0,94	5,1	0,88
4	9	3	1	2,85	0,94	2,89	0,97	6	1	5,4	0,94
5	9,5	3,16	1,05	3,05	1	3,01	1,02	6,33	1,05	5,7	1
6	10	3,33	1,11	3,1	1,04	3,15	1,07	6,66	1,11	6	1,04
7	10,5	3,5	1,16	3,4	1,1	3,39	1,14	7	1,16	6,4	1,1
8	11	3,66	1,22	3,5	1,14	3,46	1,18	7,33	1,22	6,7	1,14
9	11,5	3,83	1,27	3,7	1,2	3,66	1,23	7,66	1,27	7	1,2
10	12	4	1,3	3,85	1,26	3,79	1,28	8	1,3	7,2	1,26

Tabel 4.2 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 3 Ω dan 6 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.

No.	Sumber Tegangan DC (V)	R1 (3 Ω)				R2 (6 Ω)					
		V1 _t (V)	I1 _t (A)	V1 (V)	A1 (A)	V2 _t (V)	I2 _t (A)	V2 (V)	A2 (A)	Alat Ukur Tugas Akhir	
										Sensor DC (V)	ACS712 (A)
1	7,5	2,5	0,83	2,2	0,76	5	0,83	4,8	0,8	4,78	0,79
2	8	2,66	0,88	2,3	0,8	5,33	0,88	5,1	0,83	5,14	0,85
3	8,5	2,83	0,94	2,5	0,86	5,66	0,94	5,3	0,92	5,4	0,89
4	9	3	1	2,6	0,88	6	1	5,75	0,95	5,84	0,96
5	9,5	3,16	1,05	2,7	0,95	6,33	1,05	6,15	1	6,18	1,03
6	10	3,33	1,11	2,9	1,02	6,66	1,11	6,45	1,07	6,32	1,09
7	10,5	3,5	1,16	3	1,04	7	1,16	6,8	1,14	6,65	1,13
8	11	3,66	1,22	3,1	1,10	7,33	1,22	7,1	1,19	6,91	1,16
9	11,5	3,83	1,27	3,3	1,16	7,66	1,27	7,4	1,25	7,35	1,21
10	12	4	1,3	3,5	1,2	8	1,3	7,65	1,28	7,64	1,25

Tabel 4.3 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5Ω dan 10Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1.

No.	Sumber Tegangan DC (V)	R1 (5Ω)						R2 (10Ω)			
		V1 _t (V)	I1 _t (I)	V1 (V)	A1 (A)	Alat Ukur Tugas Akhir		V2 _t (V)	I2 _t (A)	V2 (V)	A2 (A)
						Sensor DC (V)	ACS712 (A)				
1	7,5	2,5	0,5	2,3	0,54	2,43	0,52	5	0,5	4,5	0,59
2	8	2,66	0,53	2,45	0,57	2,59	0,55	5,33	0,53	4,8	0,63
3	8,5	2,83	0,56	2,65	0,6	2,72	0,58	5,66	0,56	5,2	0,64
4	9	3	0,6	2,85	0,63	2,89	0,62	6	0,6	5,5	0,70
5	9,5	3,16	0,63	2,85	0,66	2,98	0,65	6,33	0,63	5,8	0,74
6	10	3,33	0,66	3,25	0,69	3,21	0,69	6,66	0,66	6,1	0,78
7	10,5	3,5	0,7	3,45	0,72	3,33	0,73	7	0,7	6,5	0,84
8	11	3,66	0,73	3,6	0,77	3,57	0,75	7,33	0,73	6,7	0,88
9	11,5	3,83	0,76	3,75	0,81	3,76	0,79	7,66	0,76	7	0,92
10	12	4	0,8	3,85	0,84	3,91	0,82	8	0,8	7,2	0,98

Tabel 4.4 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.

No.	Sumber Tegangan DC (V)	R1 (5 Ω)				R2 (10 Ω)					
		V1 _t (V)	I1 _t (A)	V1 (V)	A1 (A)	V2 _t (V)	I2 _t (A)	V2 (V)	A2 (A)	Alat Ukur Tugas Akhir	
										Sensor DC (V)	ACS712 (A)
1	7,5	2,5	0,5	2,2	0,61	5	0,5	4,8	0,54	4,68	0,52
2	8	2,66	0,53	2,4	0,63	5,33	0,53	5	0,57	5,19	0,54
3	8,5	2,83	0,56	2,4	0,64	5,66	0,56	5,35	0,6	5,43	0,58
4	9	3	0,6	2,5	0,70	6	0,6	5,75	0,63	5,81	0,61
5	9,5	3,16	0,63	2,6	0,74	6,33	0,63	6,25	0,66	6,15	0,65
6	10	3,33	0,66	2,7	0,78	6,66	0,66	6,5	0,69	6,45	0,69
7	10,5	3,5	0,7	3	0,84	7	0,7	6,75	0,72	6,83	0,73
8	11	3,66	0,73	3,1	0,88	7,33	0,73	7	0,77	7,09	0,76
9	11,5	3,83	0,76	3,2	0,92	7,66	0,76	7,35	0,81	7,47	0,78
10	12	4	0,8	3,3	0,98	8	0,8	7,75	0,84	7,86	0,83

Tabel 4.5 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang nilainya diatur sebesar 8Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di salah satu Resistor.

No.	Sumber Tegangan DC (V)	R1 (8Ω)						R2 (8Ω)			
		V1 _t (V)	I1 _t (I)	V1 (V)	A1 (A)	Alat Ukur Tugas Akhir		V2 _t (V)	I2 _t (A)	V2 (V)	A2 (A)
						Sensor DC (V)	ACS712 (A)				
1	7,5	7,5	1,875	7,2	1,8	7,39	1,81	7,5	1,875	7,2	1,75
2	8	8	2	7,8	1,85	7,89	1,93	8	2	7,6	1,9
3	8,5	8,5	2,125	8,4	1,9	8,41	2,075	8,5	2,125	8,2	2
4	9	9	2,25	8,8	1,95	8,95	2,14	9	2,25	8,6	2,15
5	9,5	9,5	2,375	9,5	2,25	9,33	2,28	9,5	2,375	9,4	2,2
6	10	10	2,5	9,8	2,35	9,92	2,41	10	2,5	9,8	2,35
7	10,5	10,5	2,625	10,4	2,5	10,48	2,59	10,5	2,625	10,2	2,5
8	11	11	2,75	10,8	2,65	10,97	2,74	11	2,75	10,7	2,6
9	11,5	11,5	2,875	11,5	2,8	11,5	2,88	11,5	2,875	11,2	2,75
10	12	12	3	11,8	2,95	11,93	2,98	12	3	11,75	2,9

Tabel 4.6 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1.

No.	Sumber Tegangan DC (V)	R1 (5 Ω)						R2 (10 Ω)			
		V1 _t (V)	I1 _t (I)	V1 (V)	A1 (A)	Alat Ukur Tugas Akhir		V2 _t (V)	I2 _t (A)	V2 (V)	A2 (A)
						Sensor DC (V)	ACS712 (A)				
1	7,5	7,5	1,50	7,6	1,45	7,65	1,55	7,5	0,75	7,6	0,75
2	8	8	1,60	8,1	1,58	8,09	1,63	8	0,80	8,1	0,8
3	8,5	8,5	1,70	8,5	1,68	8,46	1,72	8,5	0,85	8,5	0,85
4	9	9	1,80	8,9	1,8	8,95	1,81	9	0,90	8,9	0,9
5	9,5	9,5	1,90	9,3	1,92	9,45	1,94	9,5	0,95	9,3	0,825
6	10	10	2,00	9,7	2,1	9,89	2,01	10	1,00	9,7	0,85
7	10,5	10,5	2,10	10,4	2,15	10,47	2,08	10,5	1,05	10,4	0,9
8	11	11	2,20	10,85	2,23	10,89	2,20	11	1,10	10,85	0,95
9	11,5	11,5	2,30	11,45	2,28	11,37	2,275	11,5	1,15	11,45	1
10	12	12	2,40	11,75	2,5	11,89	2,45	12	1,20	11,75	1,05

Tabel 4.7 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.

No.	Sumber Tegangan DC (V)	R1 (5 Ω)				R2 (10 Ω)					
		V1 _t (V)	I1 _t (A)	V1 (V)	A1 (A)	V2 _t (V)	I2 _t (A)	V2 (V)	A2 (A)	Alat Ukur Tugas Akhir	
										Sensor DC (V)	ACS712 (A)
1	7,5	7,5	1,50	7,4	1,45	7,5	0,75	7,4	0,75	7,55	0,74
2	8	8	1,60	8,1	1,55	8	0,80	8,1	0,78	8,05	0,79
3	8,5	8,5	1,70	8,5	1,69	8,5	0,85	8,5	0,83	8,55	0,82
4	9	9	1,80	8,9	1,83	9	0,90	8,9	0,88	8,98	0,88
5	9,5	9,5	1,90	9,3	1,89	9,5	0,95	9,3	0,93	9,48	0,95
6	10	10	2,00	10,2	2,05	10	1,00	10,2	0,98	9,88	1,03
7	10,5	10,5	2,10	10,4	2,13	10,5	1,05	10,4	1,03	10,42	1,07
8	11	11	2,20	11,2	2,18	11	1,10	11,2	1,08	10,85	1,09
9	11,5	11,5	2,30	11,6	2,28	11,5	1,15	11,6	1,13	11,46	1,15
10	12	12	2,40	11,8	2,28	12	1,20	11,8	1,18	11,93	1,18

b. Data Hasil pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus AC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser dan beberapa alat elektronik.

Tabel 4.8 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai yang sama dan diatur sebesar 60Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di salah satu resistor.

No.	Sumber Tegangan AC (V)	R1 (60Ω)						R2 (60Ω)						Arus Total Beban
		V1 _t (V)	I1 _t (A)	V1 (V)	I1 (A)	Alat Ukur Tugas Akhir		V2 _t (V)	I2 _t (A)	V2 (V)	I2 (A)	Alat Ukur Tugas Akhir		Alat Ukur Tugas Akhir
						ACS712 (A)	ZMPT101b (V)					ACS712 (A)	ZMPT101b (V)	
1	110	55	0,91	52	1	0,94	54,73	55	0,91	51,5	1	0,95	54,49	0,95
2	120	60	1	57,5	1,1	1,03	59,73	60	1	56,5	1,1	1,03	59,49	1,01
3	130	65	1,08	63	1,19	1,09	63,42	65	1,08	63	1,2	1,11	64,25	1,11
4	140	70	1,16	68	1,25	1,18	69,04	70	1,16	68	1,28	1,19	70,06	1,16
5	150	75	1,25	72,5	1,3	1,27	73,95	75	1,25	72	1,32	1,27	74,48	1,25
6	160	80	1,33	77,5	1,38	1,36	79,77	80	1,33	76,5	1,41	1,35	79,80	1,35
7	170	85	1,41	82	1,47	1,41	84,75	85	1,41	81,5	1,49	1,43	85,46	1,44
8	180	90	1,5	87,5	1,56	1,52	88,71	90	1,5	86	1,55	1,50	89,22	1,50
9	190	95	1,58	92	1,63	1,54	94,09	95	1,58	91	1,62	1,63	95,07	1,61
10	200	100	1,66	96,5	1,75	1,62	99,81	100	1,66	96	1,7	1,71	99,42	1,70
11	210	105	1,75	101,5	1,82	1,73	105,51	105	1,75	101	1,8	1,79	100,76	1,75
12	220	110	1,83	107	1,89	1,85	110,67	110	1,83	107	1,9	1,87	111,22	1,86

Tabel 4.9 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai berbeda dan diatur sebesar 50 Ω dan 75 Ω dengan alat ukur tugas akhir dihubungkan dengan R1.

No.	Sumber Tegangan AC (V)	R1 (50 Ω)							R2 (75 Ω)			
		V1 _t (V)	I1 _t (A)	V1 (V)	I1 (A)	Alat Ukur Tugs Akhir			V2 _t (V)	I2 _t (A)	V2 (V)	I2 (A)
						ACS712 (A)	SCT 013 (A)	ZMPT101b (V)				
1	110	44	0,88	42,5	1	0,98	0,95	43,35	66	0,88	65	1
2	120	48	0,96	46	1,1	1,03	1,03	47,96	72	0,96	71	1,1
3	130	52	1,04	51	1,08	1,07	1,08	51,99	78	1,04	76	1,08
4	140	56	1,12	56	1,16	1,15	1,12	56,01	84	1,12	82	1,16
5	150	60	1,2	60	1,23	1,24	1,21	60,14	90	1,2	88	1,23
6	160	64	1,28	64	1,24	1,28	1,28	64,09	96	1,28	94,5	1,24
7	170	68	1,36	68	1,34	1,35	1,38	68,03	102	1,36	99	1,34
8	180	72	1,44	72	1,42	1,46	1,44	72,04	108	1,44	106	1,42
9	190	76	1,52	76	1,57	1,53	1,54	75,95	114	1,52	111	1,57
10	200	80	1,6	80	1,65	1,63	1,62	79,59	120	1,6	118	1,65
11	210	84	1,68	85	1,71	1,69	1,67	84,91	126	1,68	124	1,71
12	220	88	1,76	89	1,79	1,78	1,79	88,36	132	1,76	129,5	1,79

Tabel 4.10 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai berbeda dan diatur sebesar 50 Ω dan 75 Ω dengan alat ukur tugas akhir dihubungkan dengan R2 75 Ω .

No.	Sumber Tegangan AC (V)	R2 (75 Ω)							R1 (50 Ω)			
		V _{2t} (V)	I _{2t} (A)	V ₂ (V)	I ₂ (A)	Alat Ukur Tugs Akhir			V _{1t} (V)	I _{1t} (A)	V ₁ (V)	I ₁ (A)
						ACS712 (A)	SCT 013 (A)	ZMPT101b (V)				
1	110	66	0,88	67,5	1	0,96	0,92	65,45	44	0,88	45	1
2	120	72	0,96	74	1,1	1,03	1,00	71,97	48	0,96	49,5	1,1
3	130	78	1,04	79,5	1,08	1,09	1,08	78,44	52	1,04	54	1,08
4	140	84	1,12	86	1,15	1,15	1,14	83,09	56	1,12	58,5	1,15
5	150	90	1,2	89	1,23	1,22	1,21	89,79	60	1,2	62	1,23
6	160	96	1,28	98	1,30	1,29	1,27	96,51	64	1,28	66	1,30
7	170	102	1,36	101	1,37	1,35	1,33	101,85	68	1,36	70	1,37
8	180	108	1,44	119	1,46	1,46	1,41	108,97	72	1,44	74	1,46
9	190	114	1,52	116	1,53	1,53	1,51	113,97	76	1,52	78	1,53
10	200	120	1,6	123	1,64	1,61	1,58	120,04	80	1,6	83	1,64
11	210	126	1,68	128	1,68	1,69	1,68	124,92	84	1,68	86	1,68
12	220	132	1,76	135	1,79	1,77	1,77	133,22	88	1,76	90	1,79

Tabel 4.11 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 1, Hairdryer dengan power 1, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Kipas mini.

No.	Sumber Tegangan AC (V)	Kipas Mini (Power 1)						HairDryer (Power 1)			Lampu LED (25 Watt)		
		V1 _t (V)	V1 (V)	I1 (A)	Alat Ukur Tugas Akhir			V2 _t (V)	V2 (V)	I2 (A)	V3 _t (V)	V3 (V)	I3 (A)
					ACS712 (A)	SCT-103 (A)	ZMPT101b (V)						
1	110	110	105,25	0,79	0,80	0,81	106,19	110	106	0,68	110	96	0,18
2	120	120	109,75	0,82	0,84	0,85	116,03	120	118,5	0,71	120	106,5	0,18
3	130	130	118,5	0,86	0,89	0,90	125,13	130	125,5	0,74	130	115,5	0,18
4	140	140	126,5	0,91	0,92	0,93	134,53	140	134,5	0,83	140	124,5	0,18
5	150	150	139,5	0,94	0,94	0,96	145,35	150	145	0,88	150	135	0,17
6	160	160	154	0,99	0,97	0,98	159,55	160	157	0,91	160	147	0,14
7	170	170	164,5	1,02	1,02	1,04	165,41	170	164,5	0,95	170	154,5	0,12
8	180	180	178,25	1,04	1,05	1,07	178,01	180	178	1,03	180	168	0,10
9	190	190	188,5	1,09	1,09	1,10	187,01	190	188	1,14	190	180	0,10
10	200	200	197	1,13	1,12	1,14	196,27	200	195	1,25	200	189	0,10
11	210	210	206	1,15	1,16	1,18	207,46	210	204	1,35	210	198	0,10
12	220	220	216	1,27	1,23	1,26	217,08	220	217	1,39	220	207	0,10

Tabel 4.12 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 1, Hairdryer dengan power 1, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Hairdryer.

No.	Sumber Tegangan AC (V)	Kipas Mini (Power 1)			HairDryer (Power 1)						Lampu LED (25 Watt)		
		V _{3t} (V)	V ₁ (V)	I ₁ (A)	V _{2t} (V)	V ₂ (V)	I ₂ (A)	Alat Ukur Tugas Akhir			V _{3t} (V)	V ₃ (V)	I ₃ (A)
								ACS712 (A)	SCT-103 (A)	ZMPT101b (V)			
1	110	110	104,5	0,79	110	105,5	0,68	0,70	0,69	106,55	110	100,5	0,18
2	120	120	114	0,82	120	115	0,71	0,73	0,73	118,44	120	108	0,18
3	130	130	122,5	0,86	130	126,5	0,74	0,76	0,78	127,50	130	117	0,18
4	140	140	136,5	0,91	140	126,5	0,83	0,79	0,85	138,69	140	126	0,18
5	150	150	145	0,94	150	145	0,88	0,86	0,89	145,62	150	135	0,18
6	160	160	154	0,99	160	155,5	0,91	0,90	0,93	154,59	160	144	0,18
7	170	170	166	1,02	170	166,5	0,95	0,95	0,99	164,59	170	156	0,14
8	180	180	178	1,04	180	178	1,03	1,07	1,09	176,09	180	168	0,14
9	190	190	187	1,09	190	187	1,14	1,16	1,18	187,08	190	177	0,14
10	200	200	197,5	1,13	200	197,5	1,25	1,24	1,28	196,19	200	187,5	0,14
11	210	210	204,5	1,15	210	208	1,35	1,33	1,32	206,35	210	198	0,14
12	220	220	216	1,27	220	217	1,39	1,42	1,44	217,30	220	207	0,10

Tabel 4.13 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 2, Hairdryer dengan power 2, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Kipas mini.

No.	Sumber Tegangan AC (V)	Kipas Mini (Power 2)						HairDryer (Power 2)			Lampu LED (25 Watt)		
		V2 _t (V)	V1 (V)	I1 (A)	Alat Ukur Tugas Akhir			V2 _t (V)	V2 (V)	I2 (A)	V3 _t (V)	V3 (V)	I3 (A)
					ACS712 (A)	SCT-103 (A)	ZMPT101b (V)						
1	110	110	108,5	1,175	1,19	1,2	111,28	110	109	1,1	110	108,5	0,2
2	120	120	114,5	1,2	1,23	1,26	119,99	120	115,5	1,2	120	115,5	0,19
3	130	130	125,5	1,275	1,26	1,29	130,38	130	128,5	1,325	130	127,5	0,19
4	140	140	136	1,325	1,31	1,34	142,03	140	136	1,35	140	136	0,19
5	150	150	148	1,35	1,37	1,38	151,26	150	144	1,5	150	145	0,19
6	160	160	154,5	1,4	1,38	1,43	155,02	160	156,5	1,6	160	154,5	0,19
7	170	170	165	1,475	1,46	1,49	167,5	170	163,5	1,675	170	167,5	0,19
8	180	180	176,5	1,5	1,51	1,53	175,53	180	174,5	1,75	180	175,5	0,18
9	190	190	184,5	1,55	1,57	1,59	187,46	190	186,5	1,875	190	185,5	0,18
10	200	200	193,5	1,6	1,63	1,64	196,64	200	196	1,95	200	195	0,18
11	210	210	206	1,65	1,68	1,68	204,22	210	205	2,05	210	205	0,18
12	220	220	215	1,75	1,73	1,74	216,51	220	214	2,15	220	215	0,18

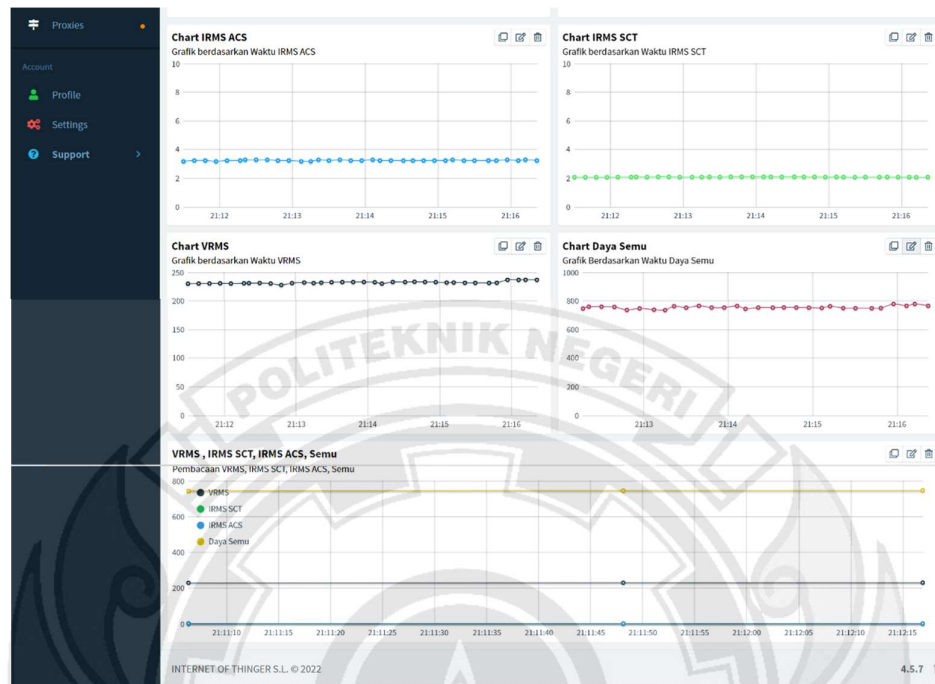
Tabel 4.14 Data hasil pengukuran pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 2, Hairdryer dengan power 2, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Hairdryer.

No.	Sumber Tegangan AC (V)	Kipas Mini (Power 2)			HairDryer (Power 2)						Lampu LED (25 Watt)		
		V2 _t (V)	V1 (V)	I1 (A)	V2 _t (V)	V2 (V)	I2 (A)	Alat Ukur Tugas Akhir			V3 _t (V)	V3 (V)	I3 (A)
								ACS712 (A)	SCT-103 (A)	ZMPT101b (V)			
1	110	110	109	1,15	110	108,5	1,175	1,18	1,19	109,53	110	100,5	0,18
2	120	120	116	1,2	120	117	1,275	1,29	1,27	117,92	120	111	0,18
3	130	130	127,5	1,25	130	128	1,3	1,34	1,36	128,96	130	120	0,18
4	140	140	138,5	1,325	140	137	1,4	1,49	1,45	137,89	140	129	0,18
5	150	150	148	1,375	150	148	1,55	1,57	1,54	147,78	150	138	0,18
6	160	160	156,5	1,4	160	157	1,6	1,63	1,63	157,05	160	147	0,18
7	170	170	166,5	1,45	170	166	1,65	1,68	1,67	165,77	170	156	0,18
8	180	180	175	1,5	180	178,5	1,7	1,75	1,72	177,94	180	168	0,18
9	190	190	185	1,575	190	186,5	1,775	1,79	1,76	188,43	190	180	0,18
10	200	200	195,5	1,6	200	195,5	1,85	1,87	1,85	197,71	200	192	0,18
11	210	210	207	1,675	210	206,5	1,95	1,96	1,96	208,89	210	198	0,17
12	220	220	217	1,75	220	215,5	2,05	2,09	2,04	215,56	220	210	0,17

4.6.2 Pengujian pengukuran alat ukur dengan pengiriman data pengukuran ke platform web.



Gambar 4.6 Demo pengiriman data dari Alat Ukur ke Thingier.io yang ditampilkan di dashboard Thingier.io



Gambar 4.7 Grafik data pengukuran yang dikirimkan ke Thinger.io dengan tampilan grafik berdasarkan waktu dengan interval 2 detik dalam 5 menit pengulangan.



Gambar 4.8 Pengukuran tegangan rms dengan multimeter sebagai pembandingan pembacaan dari alat ukur tugas akhir dan data yang ada di web.

4.7 Analisis Data Pengujian

4.7.1 Analisis Error Alat Ukur

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui error dari suatu pengukuran yaitu :

$$\% Error = \frac{|Data\ acuan - Data\ sensor|}{Data\ acuan} \times 100 \%$$

a. Perhitungan Error Untuk pengukuran tegangan dan arus DC rangkaian seri beban resistor dari Sensor DC dan ACS712 pada data ke-2 di tabel 4.1, dengandata yaitu $V_{1t} = 2,66V$, $I_{1t} = 0,88A$, $V_1 = 2,5V$, $I_1 = 0,82A$, Sensor DC = $2,55V$, ACS712 = $0,85A$. Error yang diperoleh yaitu :

- Error Pembacaan Tegangan dengan data acuan perhitungan teoritis ($\%E_{tV}$) :

$$\%E_{tV} = \frac{|2,66 - 2,55|}{2,55} \times 100 \%$$

$$\%E_{tV} = \frac{|0,11|}{2,66} \times 100 \%$$

$$\%E_{tV} = 4,13 \%$$

- Error Pembacaan Tegangan dengan data acuan dari pembacaan voltmeter

($\%E_V$) :

$$\%E_V = \frac{|2,4 - 2,55|}{2,5} \times 100 \%$$

$$\%E_V = \frac{|-0,15|}{2,5} \times 100 \%$$

$$\%E_V = 2 \%$$

- Error Pembacaan Arus dengan data acuan perhitungan teoritis ($\%E_{tI}$) :

$$\%E_{tI} = \frac{|0,88 - 0,85|}{0,88} \times 100 \%$$

$$\%E_{tI} = \frac{|0,03|}{0,88} \times 100 \%$$

$$\%E_{tI} = 3,40 \%$$

- Error Pembacaan Arus dengan data acuan pembacaan amperemeter ($\%E_I$) :

$$\%E_I = \frac{|0,82 - 0,85|}{0,82} \times 100 \%$$

$$\%E_I = \frac{|-0,03|}{0,82} \times 100 \%$$

$$\%E_I = 3,65 \%$$

- b. Perhitungan Error Untuk pengukuran tegangan dan arus DC rangkaian paralel beban resistor dari Sensor DC dan ACS712 pada data ke-4 di tabel 4.7, dengan data yaitu $V_{2t} = 9V$, $I_{2t} = 0,90A$, $V_1 = 8,9V$, $I_1 = 0,88A$, Sensor DC = 8,98 V, ACS712 = 0,88A. Error yang diperoleh yaitu :

- Error Pembacaan Tegangan dengan data acuan perhitungan teoritis ($\%E_{tV}$) :

$$\%E_{tV} = \frac{|9 - 8,98|}{9} \times 100 \%$$

$$\%E_{tV} = \frac{|0,02|}{9} \times 100 \%$$

$$\%E_{tV} = 0,22 \%$$

- Error Pembacaan Tegangan dengan data acuan dari pembacaan voltmeter ($\%E_V$) :

$$\%E_V = \frac{|8,9 - 8,98|}{8,9} \times 100 \%$$

$$\%E_V = \frac{|-0,08|}{8,9} \times 100 \%$$

$$\%E_V = 0,89 \%$$

- Error Pembacaan Arus dengan data acuan perhitungan teoritis ($\%E_{tI}$) :

$$\%E_{tI} = \frac{|0,90 - 0,88|}{0,90} \times 100 \%$$

$$\%E_{tI} = \frac{|0,02|}{0,90} \times 100 \%$$

$$\%E_{tI} = 0,22 \%$$

- Error Pembacaan Arus dengan data acuan pembacaan amperemeter ($\%E_I$) :

$$\%E_I = \frac{|0,88 - 0,88|}{0,88} \times 100 \%$$

$$\%E_I = \frac{|0|}{0,88} \times 100 \%$$

$$\%E_I = 0 \%$$

- c. Perhitungan Error Untuk pengukuran tegangan dan arus AC rangkaian seri beban

resistor dari ZMPT101b, ACS712, SCT-103 pada data ke-8 di tabel 4.10, dengan data yaitu $V_{1t} = 72V$, $I_{1t} = 1,44A$, $V_1 = 71V$, $I_1 = 1,42A$, ZMPT101b = 72,04V, ACS712 = 1,46A, SCT 103 = 1,44A. Error yang diperoleh yaitu :

- Error Pembacaan Tegangan dengan data acuan perhitungan teoritis ($\%E_{tV}$) :

$$\%E_{tV} = \frac{|72 - 72,04|}{72} \times 100 \%$$

$$\%E_{tV} = \frac{|-0,04|}{72} \times 100 \%$$

$$\%E_{tV} = 0,05 \%$$

- Error Pembacaan Tegangan dengan data acuan dari pembacaan voltmeter

(%E_V) :

$$\%E_V = \frac{|71 - 72,04|}{71} \times 100 \%$$

$$\%E_V = \frac{|-1,04|}{71} \times 100 \%$$

$$\%E_V = 1,97 \%$$

- Error Pembacaan Arus ACS712 dengan data acuan perhitungan teoritis

(%E_{tIACS712}) :

$$\%E_{tIACS712} = \frac{|1,44 - 1,46|}{1,44} \times 100 \%$$

$$\%E_{tIACS712} = \frac{|-0,02|}{1,44} \times 100 \%$$

$$\%E_{tIACS712} = 1,38 \%$$

- Error Pembacaan Arus ACS712 dengan data acuan pembacaan amperemeter (%E_{IACS712}) :

$$\%E_{IACS712} = \frac{|1,42 - 1,46|}{1,42} \times 100 \%$$

$$\%E_{IACS712} = \frac{|-0,04|}{1,42} \times 100 \%$$

$$\%E_{IACS712} = 2,81 \%$$

- Error Pembacaan Arus SCT013 dengan data acuan perhitungan teoritis

(%E_{tISCT013}) :

$$\%E_{tISCT013} = \frac{|1,44 - 1,46|}{1,44} \times 100 \%$$

$$\%E_{tISCT013} = \frac{|-0,02|}{1,44} \times 100 \%$$

$$\%E_{tISCT013} = 1,38 \%$$

- Error Pembacaan Arus SCT013 dengan data acuan pembacaan amperemeter

(%E_{ISCT013}) :

$$\%E_{ISCT013} = \frac{|1,42 - 1,46|}{1,42} \times 100 \%$$

$$\%E_{ISCT013} = \frac{|-0,04|}{1,42} \times 100 \%$$

$$\%E_{ISCT013} = 2,81 \%$$

- d. Perhitungan Error Untuk pengukuran tegangan dan arus AC rangkaian paralel beban Kipas Mini (Power 1), Hairdryer (Power 1), dan Lampu dari ZMPT101b, ACS712, SCT-103 pada data ke-10 di tabel 4.11, dengan data yaitu V_{1t} = 200V, V₁ = 197V, I₁ = 1,13A, ZMPT101b = 196,27V, ACS712 = 1,12A, SCT 103 = 1,14A. Error yang diperoleh yaitu :

- Error Pembacaan Tegangan dengan data acuan perhitungan teoritis (%E_{tV}) :

$$\%E_{tV} = \frac{|200 - 196,27|}{200} \times 100 \%$$

$$\%E_{tV} = \frac{|3,73|}{200} \times 100 \%$$

$$\%E_{tV} = 1,865 \%$$

- Error Pembacaan Tegangan dengan data acuan dari pembacaan voltmeter

(%E_V) :

$$\%E_V = \frac{|197 - 196,27|}{192} \times 100 \%$$

$$\%E_V = \frac{|0,73|}{192} \times 100 \%$$

$$\%E_V = 0,37 \%$$

- Error Pembacaan Arus ACS712 dengan data acuan pembacaan amperemeter ($\%E_{IACS712}$) :

$$\%E_{IACS712} = \frac{|1,13 - 1,12|}{1,13} \times 100 \%$$

$$\%E_{IACS712} = \frac{|0,01|}{1,13} \times 100 \%$$

$$\%E_{IACS712} = 0,88 \%$$

- Error Pembacaan Arus SCT013 dengan data acuan pembacaan amperemeter ($\%E_{ISCT013}$) :

$$\%E_{ISCT013} = \frac{|1,13 - 1,14|}{1,13} \times 100 \%$$

$$\%E_{ISCT013} = \frac{|-0,01|}{1,13} \times 100 \%$$

$$\%E_{ISCT013} = 0,88 \%$$

- e. Perhitungan Error Untuk pengukuran tegangan dan arus AC rangkaian paralel beban Kipas Mini (Power 2), Hairdryer (Power 2), dan Lampu dari ZMPT101b, ACS712, SCT-103 pada data ke-12 di tabel 4.14, dengan data yaitu $V_{2t} = 220V$, $V_2 = 215,5V$, $I_2 = 2,05A$, ZMPT101b = 215,56V, ACS712 = 2,09A, SCT 103 = 2,04A. Error yang diperoleh yaitu :

- Error Pembacaan Tegangan dengan data acuan perhitungan teoritis ($\%E_{tV}$) :

$$\%E_{tV} = \frac{|220 - 215,56|}{220} \times 100 \%$$

$$\%E_{tV} = \frac{|4,44|}{220} \times 100 \%$$

$$\%E_{tV} = 2,01 \%$$

- Error Pembacaan Tegangan dengan data acuan dari pembacaan voltmeter

(%E_V) :

$$\%E_V = \frac{|215,5 - 215,56|}{215,5} \times 100 \%$$

$$\%E_V = \frac{|0,06|}{215,5} \times 100 \%$$

$$\%E_V = 0,02 \%$$

- Error Pembacaan Arus ACS712 dengan data acuan pembacaan amperemeter (%E_{IACS712}) :

$$\%E_{IACS712} = \frac{|2,05 - 2,09|}{2,05} \times 100 \%$$

$$\%E_{IACS712} = \frac{|-0,04|}{2,05} \times 100 \%$$

$$\%E_{IACS712} = 1,95 \%$$

- Error Pembacaan Arus SCT013 dengan data acuan pembacaan amperemeter

(%E_{ISCT013}) :

$$\%E_{ISCT013} = \frac{|2,05 - 2,04|}{2,05} \times 100 \%$$

$$\%E_{ISCT013} = \frac{|0,01|}{2,05} \times 100 \%$$

$$\%E_{ISCT013} = 0,48 \%$$

4.8 Hasil Analisa Data

4.8.1 Hasil analisa data pengujian pengukuran alat ukur tanpa pengiriman data pengukuran ke platform web.

a. Hasil analisa data pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus DC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser.

Tabel 4.15 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar $3\ \Omega$ dan $6\ \Omega$ dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1.

No.	Sumber Tegangan DC (V)	Sensor DC		ACS712	
		%E _V	%E _I	%E _I	%E _{II}
1	7,5	4,78	3,6	1,25	2,40
2	8	2	4,13	3,65	3,40
3	8,5	1,11	3,53	4,54	2,12
4	9	1,40	3,66	3,19	3
5	9,5	1,31	4,74	2	2,85
6	10	1,61	5,4	2,88	3,60
7	10,5	0,29	3,14	3,63	1,72
8	11	1,14	5,46	3,50	3,27
9	11,5	1,08	4,43	2,5	3,14
10	12	1,55	5,25	1,58	1,53
Σ Rata-rata error		1,62	4,33	2,87	2,70

Tabel 4.16 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 3 Ω dan 6 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.

No.	Sumber Tegangan DC (V)	Sensor DC		ACS712	
		%E _V	%E _{IV}	%E _I	%E _{II}
1	7,5	0,41	4,4	1,25	4,81
2	8	0,78	3,56	2,40	3,40
3	8,5	1,88	4,59	3,26	5,31
4	9	1,56	2,66	1,05	4
5	9,5	0,48	2,36	3	1,90
6	10	2,01	5,10	1,86	1,80
7	10,5	2,20	5	0,87	2,58
8	11	2,67	5,72	2,52	4,91
9	11,5	0,67	4,04	3,2	4,72
10	12	0,13	4,5	2,34	3,846
Σ Rata-rata error		1,28	4,19	2,17	3,73

Tabel 4.17 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1.

No.	Sumber Tegangan DC (V)	Sensor DC		ACS712	
		%E _V	%E _{IV}	%E _I	%E _{II}
1	7,5	5,65	2,8	3,70	4
2	8	5,71	2,63	3,50	3,77
3	8,5	2,64	3,88	3,33	3,57
4	9	1,40	3,66	1,58	3,33
5	9,5	4,56	5,69	1,51	3,17
6	10	1,23	3,60	0	4,54
7	10,5	3,478	4,85	1,38	4,28
8	11	0,83	2,45	2,59	2,73
9	11,5	0,26	1,82	2,46	3,94
10	12	1,55	2,25	2,38	2,5
Σ Rata-rata error		2,73	3,36	2,24	3,58

Tabel 4.18 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.

No.	Sumber Tegangan DC (V)	Sensor DC		ACS712	
		%E _V	%E _I	%E _I	%E _{II}
1	7,5	2,5	6,4	3,70	4
2	8	3,8	2,62	5,26	1,88
3	8,5	1,495	4,06	3,33	3,57
4	9	1,04	3,16	3,17	1,66
5	9,5	1,6	2,84	1,51	3,17
6	10	0,76	3,15	0	4,54
7	10,5	1,18	2,42	1,38	4,28
8	11	1,285	3,27	1,29	4,10
9	11,5	1,63	2,48	3,70	2,63
10	12	1,419	1,75	1,19	3,75
Σ Rata-rata error		1,67	3,21	2,45	3,36

Tabel 4.19 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang nilainya sama dan diatur sebesar 8 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di salah satu Resistor.

No.	Sumber Tegangan DC (V)	Sensor DC		ACS712	
		%E _V	%E _I	%E _I	%E _{II}
1	7,5	2,63	1,46	0,55	3,46
2	8	1,15	1,3	4,32	3,5
3	8,5	0,11	1,05	9,21	2,35
4	9	1,70	0,55	9,74	4,88
5	9,5	1,78	1,78	1,33	4
6	10	1,22	0,8	2,55	3,6
7	10,5	0,76	0,19	3,6	1,33
8	11	1,57	0,27	3,39	0,36
9	11,5	0	0	2,85	0,17
10	12	1,10	0,58	1,01	0,66
Σ Rata-rata error		0,84	0,80	3,85	2,43

Tabel 4.20 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R1.

No.	Sumber Tegangan DC (V)	Sensor DC		ACS712	
		%E _V	%E _I	%E _I	%E _{II}
1	7,5	0,65	2	0,65	3,3
2	8	0,12	1,12	0,12	1,25
3	8,5	0,47	0,47	0,47	1,17
4	9	0,56	0,55	0,56	0
5	9,5	1,61	0,52	1,61	1,05
6	10	1,95	1,1	1,95	5
7	10,5	0,67	0,28	0,67	2,38
8	11	0,36	1	0,36	1,36
9	11,5	0,69	1,13	0,69	0,86
10	12	1,19	0,91	1,19	4,16
Σ Rata-rata error		0,83	0,91	0,83	2,05

Tabel 4.21 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di R2.

No.	Sumber Tegangan DC (V)	Sensor DC		ACS712	
		%E _V	%E _I	%E _I	%E _{II}
1	7,5	2,027	0,66	1,33	1,33
2	8	0,61	0,62	1,28	1,25
3	8,5	0,58	0,58	1,20	3,52
4	9	0,89	0,22	0	2,22
5	9,5	1,93	0,21	2,15	0
6	10	3,13	1,2	5,10	3
7	10,5	0,19	0,76	3,88	1,90
8	11	3,12	1,36	0,92	0,90
9	11,5	1,20	0,34	1,76	0
10	12	2,02	0,66	1,33	1,33
Σ Rata-rata error		1,52	0,66	1,96	1,57

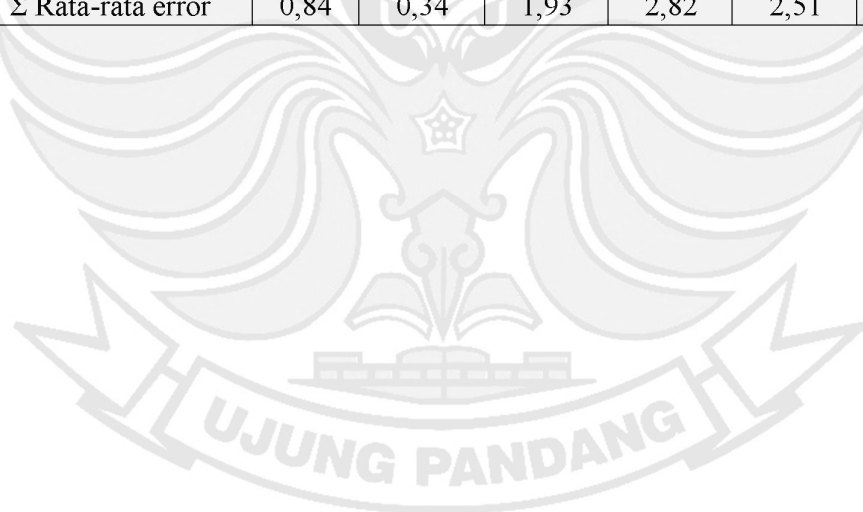
b. Hasil analisa data pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus AC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser dan beberapa alat elektronik.

Tabel 4.22 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang nilainya sama dan diatur sebesar 60Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di salah satu resistor.

No.	Sumber Tegangan AC (V)	ZMPT101b				ACS712				SCT-013	
		R1		R2		R1		R2		%E _{ISCT}	%E _{HSCT}
		%E _V	%E _{tV}	%E _V	%E _{tV}	%E _{IACS}	%E _{tIACS}	%E _{IACS}	%E _{tIACS}		
1	110	5,25	0,49	5,80	0,92	3,29	6	5	4,39	5	4,39
2	120	3,87	0,45	5,29	0,85	3	6,36	6,36	3	8,18	1
3	130	0,66	2,43	1,98	1,15	0,92	8,40	7,5	2,77	7,5	2,77
4	140	1,52	1,37	3,02	0,08	1,72	5,6	7,03	2,58	5,30	0
5	150	2	1,4	3,4	0,69	1,6	2,30	3,78	1,6	4,25	0
6	160	2,92	0,28	4,31	0,25	2,25	1,44	4,25	1,50	3,35	1,50
7	170	3,35	0,29	4,85	0,54	0	4,08	4,02	1,41	3,22	2,12
8	180	1,38	1,43	3,74	0,86	1,33	2,56	3,22	0	0,61	0
9	190	2,27	0,95	4,47	0,07	2,53	5,52	0,61	3,16	0	1,89
10	200	3,43	0,19	3,562	0,58	2,40	7,42	0,58	3,01	2,77	2,40
11	210	3,95	0,48	0,23	4,03	1,14	4,94	0,55	2,28	2,105	0
12	220	3,42	0,60	3,94	1,1	1,09	2,11	1,57	2,18	5,30	1,63
Σ Rata-rata error		2,83	0,86	3,72	0,93	0,93	4,73	3,71	2,32	4,30	1,47

Tabel 4.23 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai berbeda dan diatur sebesar 50 Ω dan 75 Ω . dengan alat ukur tugas akhir dihubungkan dengan R1.

No.	Sumber Tegangan AC (V)	ZMPT101b		ACS712		SCT-013	
		%E _V	%E _{tV}	%E _{IACS}	%E _{tIACS}	%E _{ISCT}	%E _{tISCT}
1	110	2	1,47	2	11,36	5	7,95
2	120	4,26	0,083	6,36	7,29	6,36	7,29
3	130	1,94	0,019	0,92	2,88	0	3,84
4	140	0,017	0,017	0,862	2,67	3,44	0
5	150	0,23	0,23	0,81	3,33	1,62	0,83
6	160	0,14	0,14	3,225	0	3,225	0
7	170	0,044	0,04	0,74	0,735	2,98	1,47
8	180	0,055	0,055	2,81	1,38	1,40	0
9	190	0,065	0,065	2,54	0,65	1,91	1,31
10	200	0,51	0,51	1,21	1,875	1,81	1,25
11	210	0,10	1,08	1,16	0,59	2,33	0,59
12	220	0,71	0,40	0,55	1,13	0	1,70
Σ Rata-rata error		0,84	0,34	1,93	2,82	2,51	2,18



Tabel 4.24 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai berbeda dan diatur sebesar 50 Ω dan 75 Ω . dengan alat ukur tugas akhir dihubungkan dengan R2.

No.	Sumber Tegangan AC (V)	ZMPT101b		ACS712		SCT-013	
		%E _V	%E _{I_V}	%E _{I_{ACS}}	%E _{I_{ACS}}	%E _{I_{SCT}}	%E _{I_{SCT}}
1	110	3,03	0,833	4	8,33	8	4,54
2	120	2,74	0,041	6,36	6,79	9,09	4,16
3	130	1,33	0,564	0,92	4,58	0	3,846
4	140	3,38	1,083	0	2,60	0,86	1,78
5	150	0,88	0,23	0,81	1,63	1,62	0,83
6	160	1,52	0,53	0,76	0,77	2,30	0,78
7	170	0,84	0,14	1,45	0,74	2,91	2,20
8	180	8,42	0,89	0	1,36	3,42	2,08
9	190	1,75	0,026	0	0,65	1,30	0,65
10	200	2,40	0,033	1,82	0,62	3,65	1,25
11	210	2,40	0,857	0,59	0,59	0	0
12	220	1,31	0,92	1,11	0,56	1,11	0,56
Σ Rata-rata error		2,50	0,51	1,48	2,44	2,86	1,89



Tabel 4.25 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 1, Hairdryer dengan power 1, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian kipas mini.

No.	Sumber Tegangan AC (V)	ZMPT101b		ACS712	SCT-013
		%E _v	%E _{rV}	%E _{IACS}	%E _{ISCT}
1	110	0,89	3,46	1,265	2,531
2	120	5,72	3,30	2,43	3,65
3	130	5,59	3,74	3,48	4,65
4	140	6,34	3,90	1,09	2,19
5	150	4,19	3,1	0	2,12
6	160	3,60	0,28	2,02	1,01
7	170	0,55	2,7	0	1,96
8	180	0,13	1,10	0,961	2,88
9	190	0,79	1,57	0	0,91
10	200	0,37	1,865	0,88	0,88
11	210	0,70	1,20	0,86	2,60
12	220	0,5	1,32	3,14	0,78
Σ Rata-rata error		2,45	2,29	1,34	2,185

Tabel 4.26 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 1, Hairdryer dengan power 1, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Hairdryer.

No.	Sumber Tegangan AC (V)	ZMPT101b		ACS712	SCT-013
		%E _v	%E _{rV}	%E _{IACS}	%E _{ISCT}
1	110	0,995	3,13	2,94	1,470
2	120	2,99	1,3	2,81	2,81
3	130	0,79	1,92	2,70	5,40
4	140	9,63	0,935	4,81	2,40
5	150	0,42	2,92	2,272	1,13
6	160	0,585	3,38	1,09	2,19
7	170	1,14	3,18	0	4,21
8	180	1,07	2,17	3,88	5,825
9	190	0,042	1,53	1,75	3,50
10	200	0,66	1,905	0,8	2,4
11	210	0,79	1,73	1,48	2,22
12	220	0,13	1,22	2,15	3,59
Σ Rata-rata error		1,60	2,11	2,22	3,10

Tabel 4.27 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 2, Hairdryer dengan power 2, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian kipas mini.

No.	Sumber Tegangan AC (V)	ZMPT101b		ACS712	SCT-013
		%E _V	%E _{I_V}	%E _{I_{ACS}}	%E _{I_{SCT}}
1	110	2,562	1,16	1,27	2,12
2	120	4,79	0,008	2,5	5
3	130	3,88	0,29	1,17	1,17
4	140	4,43	1,45	1,13	1,13
5	150	2,20	0,84	1,48	2,22
6	160	0,33	3,11	1,42	2,14
7	170	1,51	1,47	1,01	1,01
8	180	0,54	2,48	0,66	2
9	190	1,60	1,33	1,29	2,58
10	200	1,62	1,68	1,875	2,5
11	210	0,86	2,75	1,81	1,81
12	220	0,70	1,58	1,14	0,57
Σ Rata-rata error		2,089	1,51	1,40	2,024

Tabel 4.28 Hasil analisa data pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 2, Hairdryer dengan power 2, dan Lampu LED 25 Watt dengan posisi alat ukur tugas akhir di bagian Hairdryer.

No.	Sumber Tegangan AC (V)	ZMPT101b		ACS712	SCT-013
		%E _v	%E _{rV}	%E _{IACS}	%E _{ISCT}
1	110	0,94	0,42	0,42	1,27
2	120	0,78	1,73	1,17	0,39
3	130	0,75	0,8	3,07	4,615
4	140	0,64	1,50	6,42	3,57
5	150	0,148	1,48	1,290	0,645
6	160	0,03	1,84	1,875	1,875
7	170	0,138	2,48	1,81	1,21
8	180	0,31	1,14	2,94	1,17
9	190	1,03	0,82	0,845	0,845
10	200	1,13	1,145	1,08	0
11	210	1,15	0,52	0,51	0,51
12	220	0,02	2,01	1,95	0,48
Σ Rata-rata error		0,59	1,32	1,95	1,38

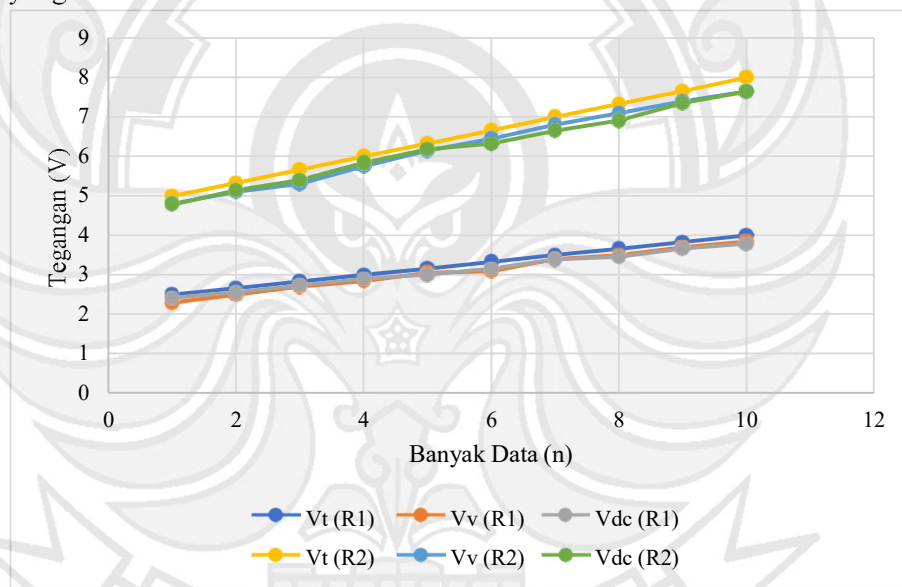
4.8 Grafik dan Pembahasan

4.8.1. Grafik pengujian pengukuran alat ukur tanpa pengiriman data

pengukuran ke platform web.

- a. Grafik pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus DC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser.

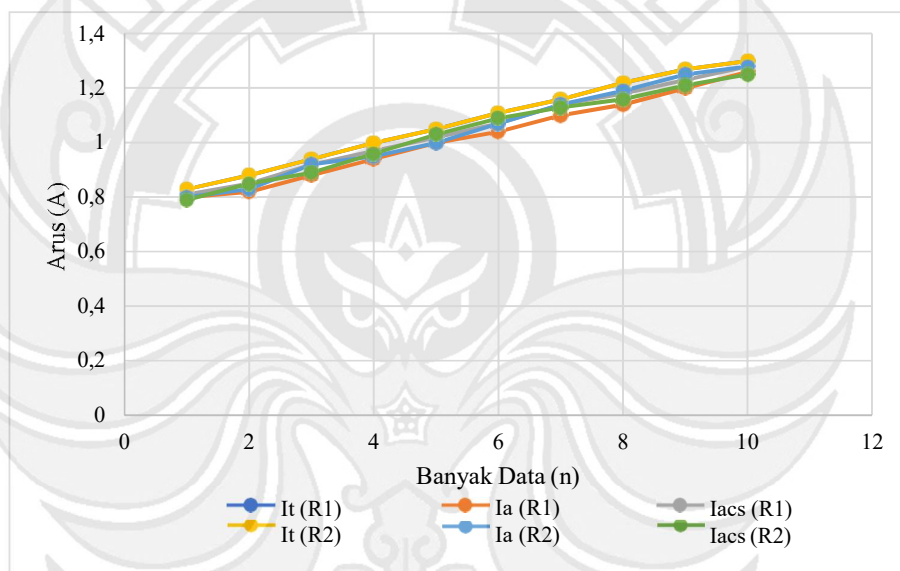
1. Pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar $3\ \Omega$ dan $6\ \Omega$.



Gambar 4.9 Grafik perbandingan pembacaan sensor VDC dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari resistor $3\ \Omega$ dan $6\ \Omega$ yang diseriikan.

Grafik diatas memperlihatkan perbandingan pembacaan sensor DC dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis. Ketika alat dipasang pada R1, dapat dilihat bahwa pada awal pengukuran sensor memiliki error sekitar 4,7% terhadap pembacaan voltmeter dan 3,6% terhadap data perhitungan teoritis, namun semakin

tinggi tegangan yg diatur, pembacaan sensor terhadap pembacaan voltmeter makin akurat dengan error paling kecil yaitu 0,2% dengan rata-rata error yaitu 1,62%. Untuk error terhadap data perhitungan teoritis errornya relatif kadang naik dan turun dengan rata-rata error yaitu 4,3%. Ketika alat dipasang di R2, dapat dilihat bahwa pembacaan sensor cukup akurat dengan error yang kecil di setiap data dengan rata-rata error yaitu 1,28% terhadap pembacaan voltmeter dan 4,19% terhadap data perhitungan teoritis.

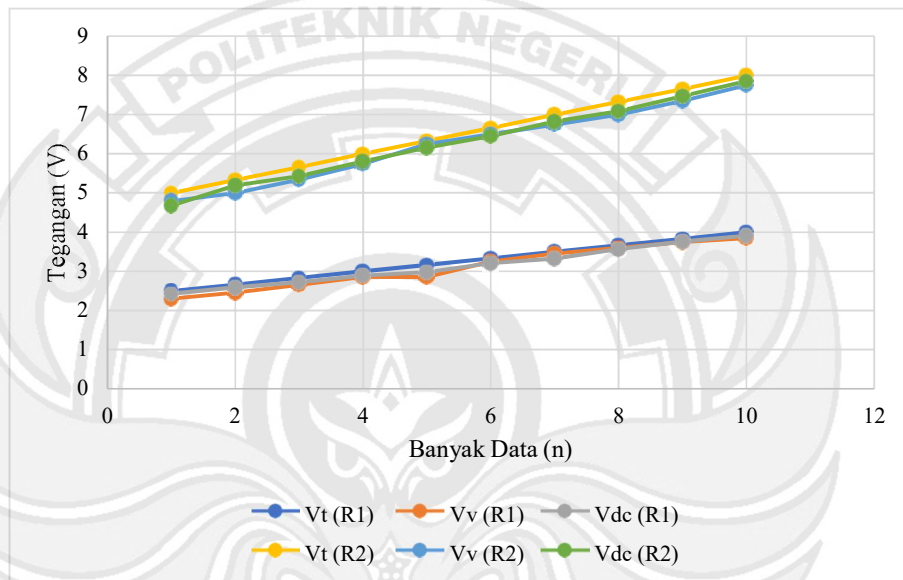


Gambar 4.10 Grafik Perbandingan pembacaan sensor ACS712 dengan amperemeter dan data perhitungan teoritis dari resistor 3 Ω dan 6 Ω yang diserikan.

Grafik diatas yaitu grafik perbandingan pembacaan sensor ACS712 dengan amperemeter dan data perhitungan teoritis. Ketika alat dipasang di R1, pembacaan arus dari ACS712 dapat dikatakan memiliki akurasi dan presisi yang bagus yang dapat dilihat dari grafik dan error yang dihasilkan rata-ratanya yaitu sekitar 2,87% terhadap pembacaan ampremeter dan 2,70% terhadap data perhitungan teoritis.

Ketika alat dipasang di R2, pembacaan arus ACS712 juga memiliki nilai error yang bagus dan presisi yaitu sekitar 2,17% terhadap pembacaan amperemeter dan 3,73% terhadap data perhitungan teoritis.

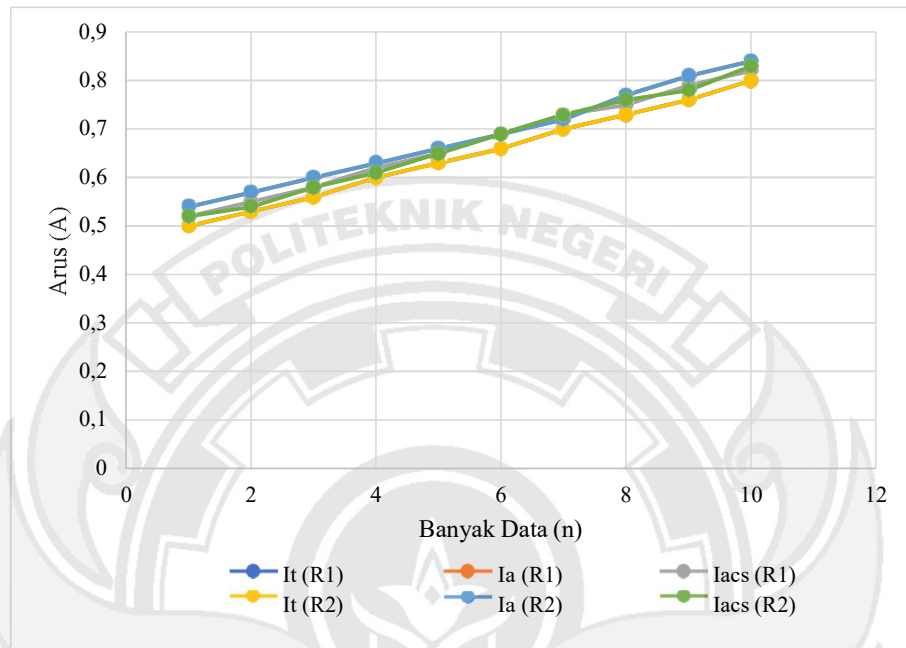
2. Pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5 Ω dan 10 Ω .



Gambar 4.11 Grafik perbandingan pembacaan sensor VDC dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari resistor 5 Ω dan 10 Ω yang diserikan.

Grafik diatas menunjukkan perbandingan pembacaan Sensor VDC dengan pembacaan voltmeter dan data perhitungan teoritis. Ketika alat dipasangkan di R1, pembacaan sensor DC dapat dikatakan cukup akurat dan presisi karena pembacaan hampir sama dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis yang digunakan sebagai acuan. Rata-rata error yang dihasilkan yaitu 2,73% terhadap pembacaan voltmeter dan 3,36% terhadap data perhitungan teoritis. Ketika alat dipasangkan di R2, pembacaan sensor DC juga memiliki akurasi dan presisi yang tinggi dengan

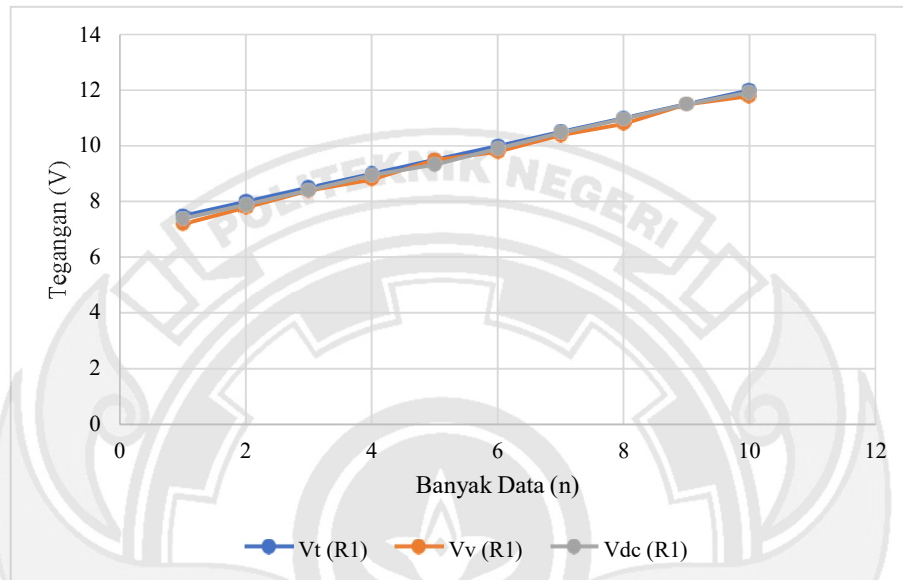
rata-rata error yaitu 1,67% terhadap pembacaan voltmeter dan 3,21% terhadap data perhitungan teoritis.



Gambar 4.12 Grafik Perbandingan pembacaan sensor ACS712 dengan amperemeter dan data perhitungan teoritis dari resistor 5Ω dan 10Ω yang diserikan.

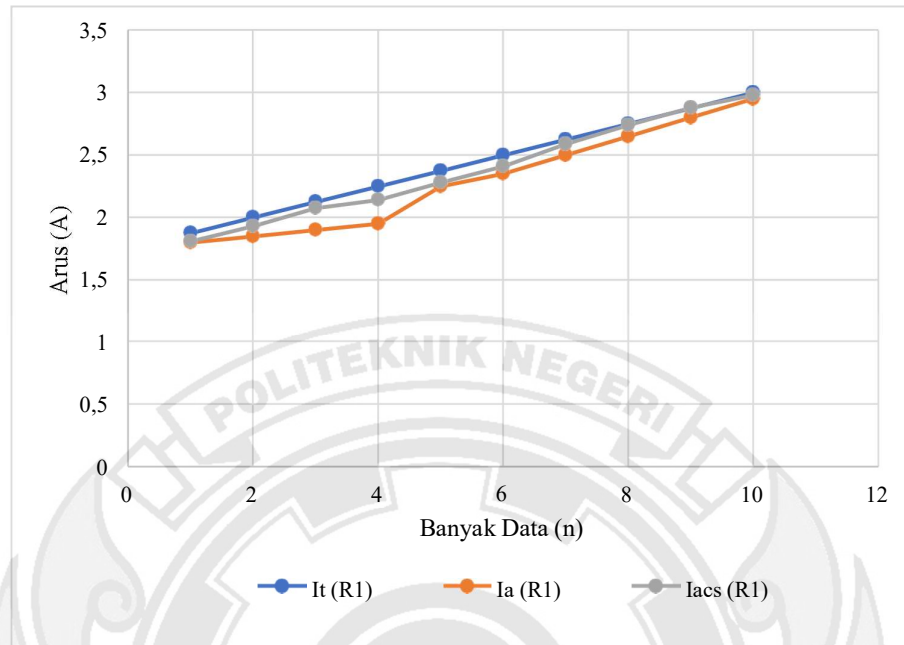
Grafik diatas yaitu grafik pembacaan sensor ACS712 dengan pembacaan amperemeter dan data perhitungan teoritis. Ketika alat dipasang di R1, pembacaan arus dapat dikatakan memiliki akurasi dan presisi yang lumayan bagus karena error yang dihasilkan rata-ratanya yaitu sekitar 2,24% terhadap pembacaan amperemeter dan 3,58% terhadap data perhitungan teoritis. Ketika di R2, pembacaan arus memiliki nilai yang sama bagusnya dan presisi dengan rata-rata error yang dihasilkan yaitu sekitar 2,45% terhadap pembacaan amperemeter dan 3,36% terhadap data perhitungan teoritis.

3. Pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang nilainya sama yang diatur sebesar 8Ω dengan penempatan alat ukur tugas akhir di salah satu Resistor.



Gambar 4.13 Grafik Perbandingan pembacaan sensor VDC dengan amperemeter dan data perhitungan teoritis dari 2 resistor 8Ω yang diparalelkan.

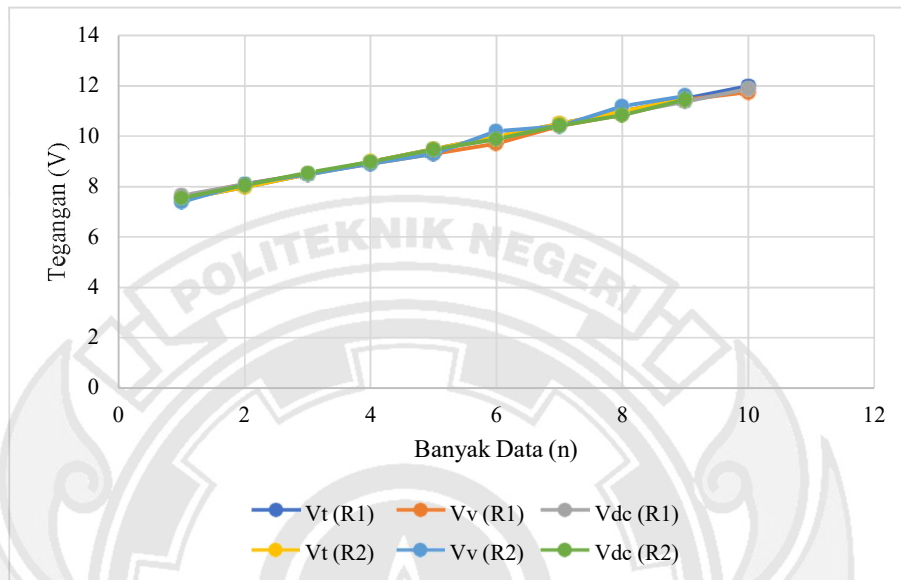
Grafik diatas menunjukkan grafik perbandingan pembacaan sensor VDC dengan pembacaan voltmeter dan data perhitungan teoritis. Pembacaan sensor tegangan cukup akurat dan presisi disetiap data yang diperoleh dengan rata-rata erronya yaitu 1,20% terhadap pembacaan voltmeter dan 0,8% terhadap data perhitungan teoritis. Artinya, pembacaan sensor presisi dan akurat.



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan pembacaan sensor ACS712 dengan amperemeter dan data perhitungan teoritis dari 2 resistor $8\ \Omega$ yang diparalelkan.

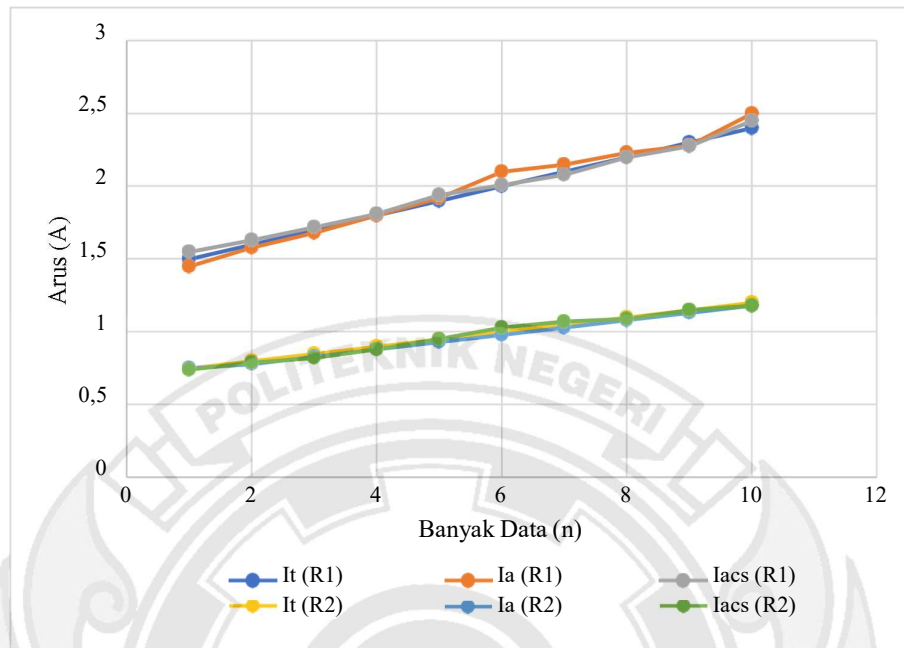
Grafik diatas menunjukkan grafik perbandingan pembacaan sensor ACS712 dengan pembacaan amprometer dan data perhitungan teoritis. Pembacaan arus oleh sensor dapat dikatakan cukup akurat disetiap pembacaan dengan rata-rata yang diperoleh yaitu 3,85% terhadap pembacaan amperemeter dan 2,43% terhadap data perhitungan teoritis.

4. Pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian paralel dengan 2 buah resistor geser yang diatur sebesar 5Ω dan 10Ω .



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan pembacaan sensor VDC dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari resistor 5Ω dan 10Ω yang diparalelkan.

Grafik diatas menunjukkan grafik perbandingan pembacaan sensor VDC dengan pembacaan voltmeter dan data perhitungan teoritis. Ketika alat dipasang di R1, pembacaan tegangan oleh VDC sangat mirip dengan pembacaan voltmeter dan data perhitungan teoritis dengan rata-rata error pembacaan yang diperoleh yaitu 0,83% terhadap pembacaan voltmeter dan 0,91% terhadap data perhitungan teoritis. Untuk R2 sensor memiliki pembacaan tegangan yang cukup similar dengan pembacaan voltmeter dan data perhitungan teoritis dengan perolehan rata-rata error pembacaan yaitu 1,48% terhadap pembacaan voltmeter dan 0,65% terhadap data perhitungan teoritis. Artinya, pembacaan sensor presisi dan akurat.

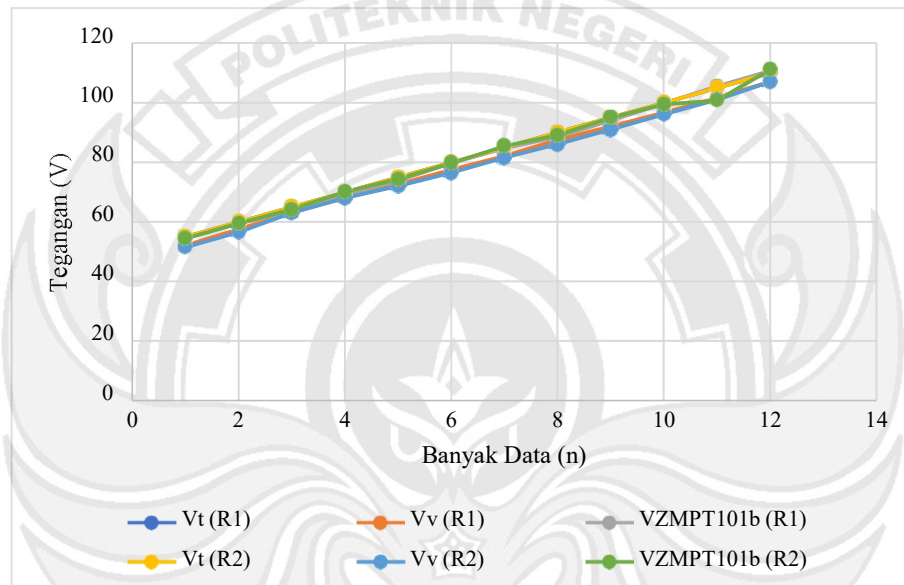


Gambar 4.16 Grafik Perbandingan pembacaan sensor ACS712 dengan amperemeter dan data perhitungan teoritis dari resistor 5Ω dan 10Ω yang diparalelkan.

Grafik diatas menunjukkan grafik perbandingan pembacaan arus oleh sensor ACS712 dengan pembacaan amperemeter dan data perhitungan teoritis. Ketika alat dipasang di R1, pembacaan arus oleh ACS712 cukup akurat dengan nilai error rata-rata pembacaan yaitu 2,51% terhadap amperemeter dan juga 1,36% terhadap data perhitungan teoritis. Fenomena yang lebih baik terlihat ketika sensor membaca arus di R2 dengan pembacaan yang lebih akurat dan presisi dengan perolehan rata-rata error pembacaan yaitu 1,76% terhadap pembacaan amperemeter dan 1,58% terhadap data perhitungan teoritis. Artinya sensor dapat dikatakan memiliki presisi dan akurasi yang bagus.

b. Grafik pengujian pembacaan/pengukuran tegangan dan arus AC dari sensor tegangan dan sensor arus pada rangkaian seri dan paralel berbeban resistor geser dan beberapa alat elektronik.

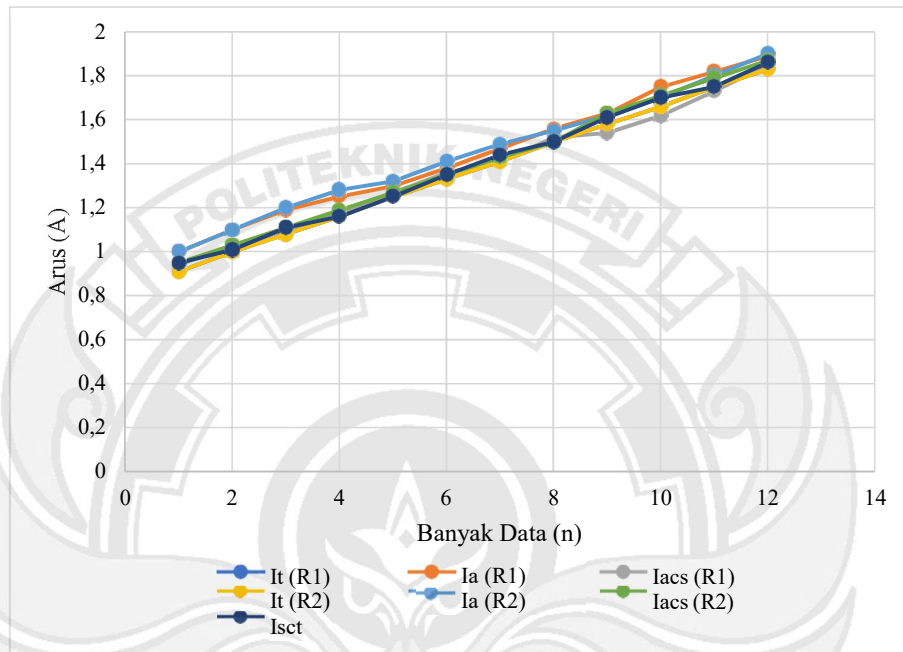
1. Pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai yang sama dan diatur sebesar 60Ω .



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan pembacaan sensor ZMPT101b dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari 2 resistor 60Ω yang diserikan.

Grafik diatas menunjukkan perbandingan pembacaan VRMS sensor ZMPT101b dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis. Pembacaan dari sensor ZMPT101b di R1 cukup akurat dan presisi karena selisih nilai antara pembacaan sensor ZMPT101b dengan pembacaan voltmeter dan juga data perhitungan teoritis tidak jauh berbeda dengan rata-rata error pembacaan yaitu 2,83% terhadap pembacaan voltmeter dan 0,86% terhadap data perhitungan teoritis. Pembacaan ZMPT101b di R2 masih cukup akurat dan presisi seperti di pembacaan R1 dengan rata-rata error yang diperoleh yaitu 3,72% terhadap pembacaan voltmeter dan

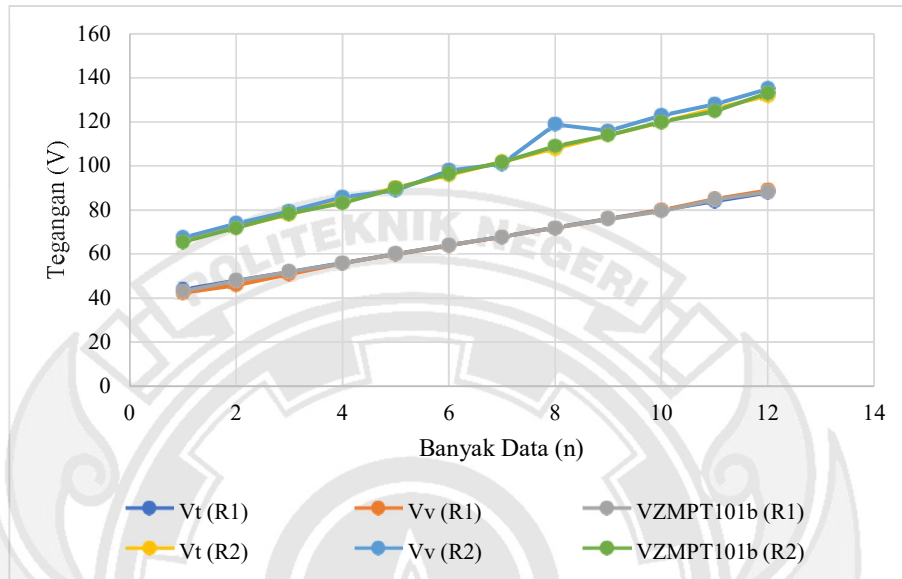
0,93% terhadap data perhitungan teoritis. Artinya sensor ZMPT101b dapat disimpulkan memiliki pembacaan yang bagus dengan pembuktian dari pembacaan alat ukur dan data perhitungan sesuai teoritis.



Gambar 4.18 Grafik Perbandingan pembacaan sensor ACS712 dan SCT013 dengan amperemeter dan data perhitungan teoritis dari 2 resistor 60 Ω yang diserikan.

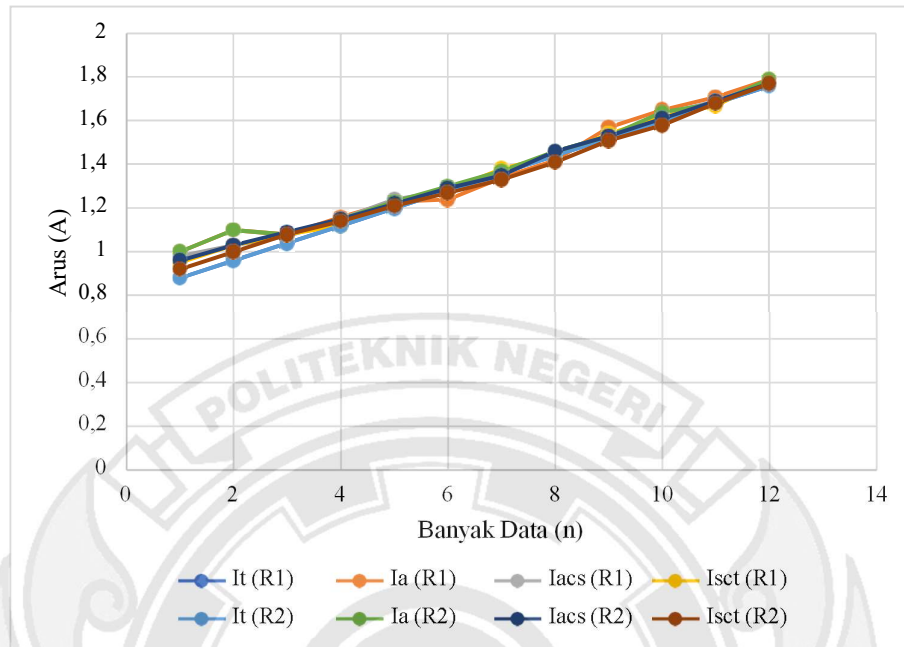
Grafik di atas menunjukkan perbandingan pembacaan IRMS ACS712 dan sensor SCT013 terhadap pembacaan voltmeter dan data perhitungan. Pada R1 pembacaan sensor ACS712 memiliki error rata-rata 4,73% terhadap amperemeter dan 1,77% terhadap data perhitungan teoritis yang artinya masih dalam batas akurat yang baik. Pada R2 pembacaan ACS712 juga cukup baik dengan error rata-rata sebesar 3,71% terhadap amperemeter dan 2,32% terhadap data perhitungan teoritis. Adapun untuk sensor SCT013 pembacaan yang dihasilkan sangatlah dekat dengan perhitungan teoritis dengan error rata-rata yang diperoleh yaitu 0,93% terhadap data perhitungan teoritis dan 3,72% terhadap pembacaan amperemeter.

2. pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian seri dengan 2 buah resistor geser dengan nilai berbeda dan diatur sebesar $50\ \Omega$ dan $75\ \Omega$.



Gambar 4.19 Grafik perbandingan pembacaan sensor ZMPT101b dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari resistor $50\ \Omega$ dan $75\ \Omega$ yang diserikan.

Grafik di atas menunjukkan perbandingan pembacaan VRMS oleh sensor ZMPT101b dengan pembacaan voltmeter dan data perhitungan teoritis. Ketika alat dipasang di R1, pembacaan sensor memiliki akurasi dan presisi yang baik dengan error rata-rata yang dihasilkan yaitu 0,84% terhadap pembacaan voltmeter dan 0,34% terhadap data perhitungan teoritis. Ketika alat dipasang di R2, pembacaan sensor ZMPT101b tidak seakurat dan sepresisi waktu di R1 dimana error rata-rata yang diperoleh dari pembacaan yaitu 2,5% terhadap pembacaan voltmeter dan 0,5% terhadap data perhitungan teoritis.

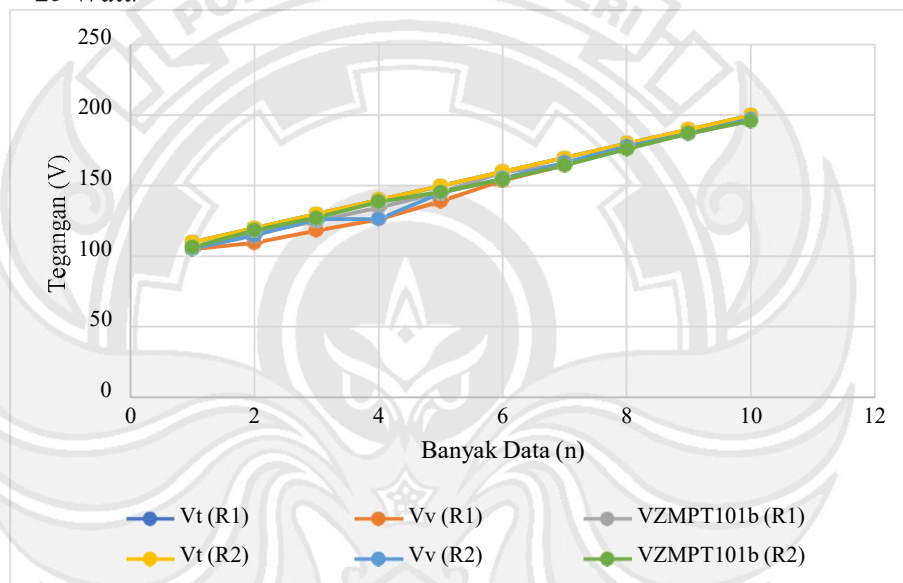


Gambar 4.20 Grafik perbandingan pembacaan sensor ACS712 dan sensor SCT013 dengan amperemeter dan data perhitungan teoritis dari resistor 50Ω dan 75Ω yang diserikan.

Grafik di atas menunjukkan perbandingan pembacaan IRMS sensor ACS712 dan sensor SCT013 dengan pembacaan amperemeter dan data perhitungan teoritis. Ketika alat dipasang di R1, Sensor ACS memiliki pembacaan yang cukup akurat dan presisi yang cukup baik dengan error rata-rata yang dihasilkan yaitu 1,93% terhadap pembacaan amperemeter dan 2,82 terhadap data perhitungan teoritis. Pembacaan SCT013 di R1 tidak jauh berbeda tingkat akurasi dan presisinya dengan ACS712 dengan error rata-rata yang diperoleh yaitu 2,51% terhadap pembacaan amperemeter dan 2,1% terhadap data perhitungan teoritis. Pada R2 pembacaan ACS712 memiliki tingkat akurasi dan presisi yang melebihi dari pembacaannya di R1 dengan error rata-rata pembacaannya yaitu 1,48% terhadap pembacaan amperemeter dan 2,44% terhadap data perhitungan teoritis.

Untuk SCT013 kualitas akurasi dan presisinya tidak jauh berbeda dari R1 dengan error rata-rata yang diperoleh yaitu 2,86% dari pembacaan amperemeter dan 1,89% dari data perhitungan teoritis.

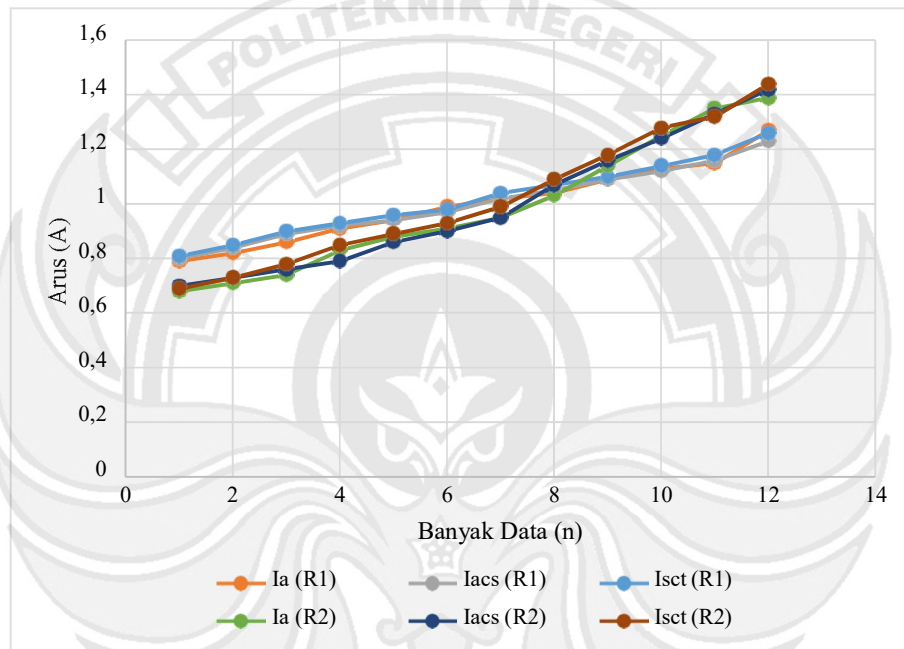
3. Pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 1, Hairdryer dengan power 1, dan Lampu LED 25 Watt.



Gambar 4.21 Grafik perbandingan pembacaan sensor ZMPT101b dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari Kipas mini dan Hairdryer di power 1 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan.

Grafik di atas menunjukkan perbandingan pembacaan VRMS sensor ZMPT101b dengan pembacaan voltmeter dan data perhitungan teoritis. Ketika alat di pasang di kipas angin mini, pembacaan sensor ZMPT101b memiliki nilai akurasi dan presisi yang sangat bagus karena selisih nilai pembacaan dari voltmeter dengan sensor ZMPT101b hasilnya kecil sekali. Karena selisih yang kecil maka error rata-rata yang dihasilkan juga kecil yaitu 0,48 % dengan pembacaan error tertinggi pada

data ke-10 sebesar 1,44 %. Ketika alat di pasang di hairdryer, sensor ZMPT101b memiliki pembacaan yang lebih akurat dan presisi dari sebelumnya dan sangat mendekati nilai pembacaan dari voltmeter. Error rata-rata yang dihasilkan adalah 0,31% dengan pembacaan error tertinggi pada data ke-7 sebesar 0,90%.

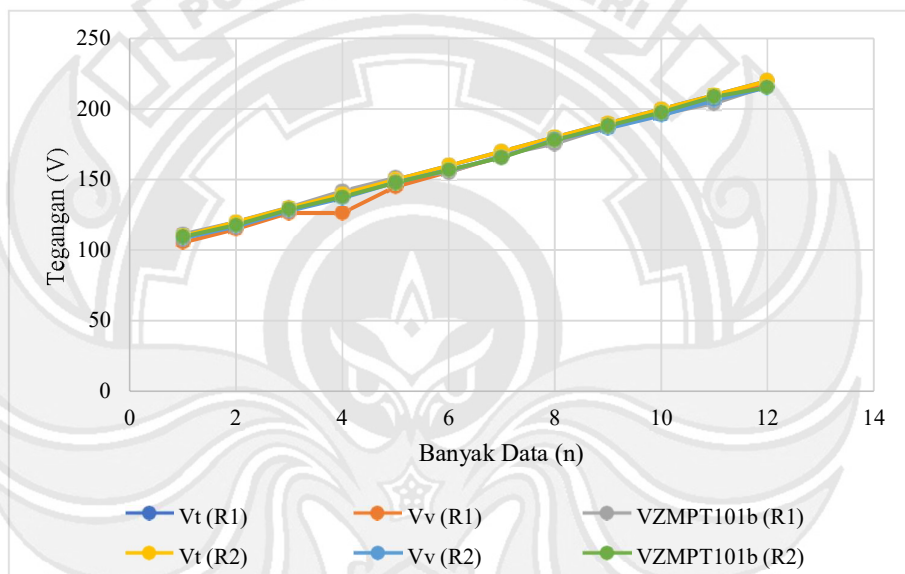


Gambar 4.22 Grafik perbandingan pembacaan sensor ACS712 dan SCT013 dengan amperemeter dari Kipas mini dan hairdryer di power 1 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan.

Grafik di atas menunjukkan perbandingan pembacaan IRMS pada sensor ACS712 dan sensor SCT013 dengan pembacaan amperemeter. Ketika alat dipasang di Kipas mini, pembacaan sensor ACS712 dan SCT013 memiliki pembacaan yang cukup akurat dan presisi di dengan error rata-rata yang diperoleh yaitu 1,34% untuk ACS712 terhadap pembacaan amperemeter dan 2,18% untuk SCT013 terhadap pembacaan amperemeter. Di Hairdryer pembacaan dari ACS712 dan SCT013 tidak

seakurat dan sepresisi ketika di kipas mini dengan error rata-rata pembacaan yang diperoleh meningkat yaitu 2,22% untuk ASC712 terhadap pembacaan ampermeter dan 3,10% untuk SCT013 terhadap pembacaan ampermeter.

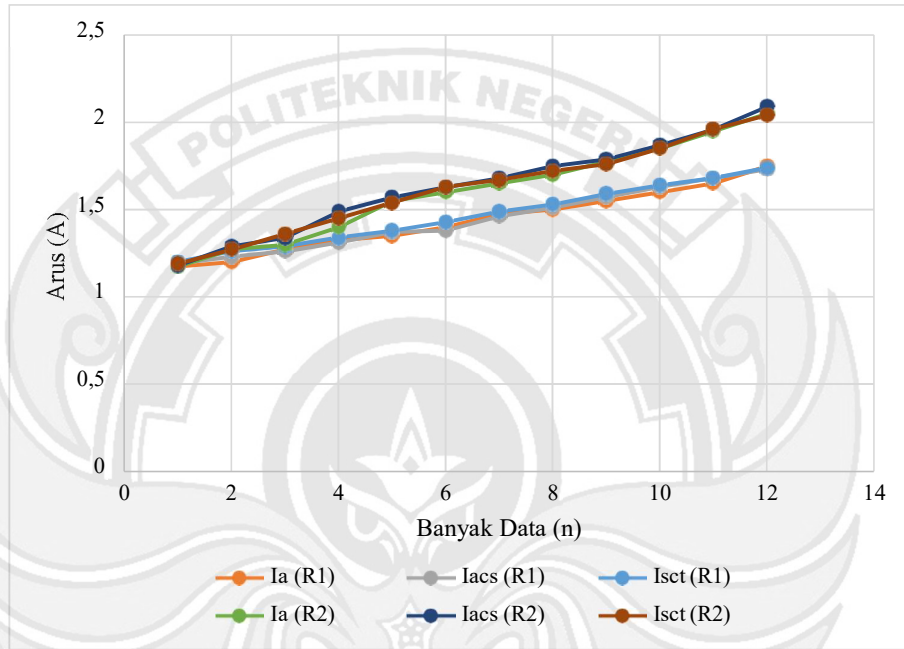
4. Pengujian alat ukur tugas akhir rangkaian Paralel dengan 3 beban yaitu Kipas mini dengan Power 2, Hairdryer dengan power 2, dan Lampu LED 25 Watt.



Gambar 4.23 Grafik perbandingan pembacaan sensor ZMPT101b dengan voltmeter dan data perhitungan teoritis dari Kipas mini dan Hairdryer di power 2 dan 1 Lampu LED yang diparalelkan.

Grafik di atas menunjukkan perbandingan pembacaan VRMS pada sensor ZMPT101b dengan pembacaan voltmeter dan data perhitungan teoritis. Ketika alat dipasang di kipas mini, pembacaan pada sensor ZMPT101b memiliki akurasi dan presisi yang cukup baik dengan error rata-rata yang dihasilkan yaitu 2,08% terhadap pembacaan voltmeter dan 1,51% terhadap data perhitungan teoritis. Pembacaan ZMPT101b mengalami kenaikan akurasi dan presisinya ketika mengukur

parameter di Hairdryer dimana error rata-rata pembacaan yang diperoleh yaitu 0,59% terhadap pembacaan voltmeter dan 1,32% terhadap data perhitungan teoritis.



Gambar 4.24 Grafik perbandingan pembacaan sensor ACS712 dan sensor SCT013 dengan amperemeter dari Kipas mini dan Hairdryer di power 2 dan 1 Lampu LED yang diparalellkan.

Grafik di atas menunjukkan perbandingan pembacaan IRMS pada sensor ACS712 dan sensor SCT013 dengan amperemeter. Ketika alat dipasang di kipas mini, pembacaan sensor ACS712 cukup akurat dengan error rata-rata yang diperoleh yaitu 1,4% dari pembacaan amperemeter dan pembacaan SCT013 juga cukup akurat namun masih dibawah dari ACS712 dengan error rata-rata yang diperoleh yaitu 2,02% terhadap pembacaan amperemeter. Fenomena terbalik terjadi di Hairdryer dimana SCT013 membaca lebih akurat dibanding ACS712 dimana

error rata-rata yang diperoleh SCT013 yaitu 1,38% terhadap pembacaan ampermeter dan untuk ASC712 error rata-rata yang diperoleh yaitu 1,95% terhadap pembacaan amperemeter.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari pembuatan, perancangan dan pengujian alat ini yaitu :

1. Alat ukur yang dibuat ini berbasis arduino dengan beberapa sensor arus dan tegangan seperti ACS712, SCT013, Sensor Tegangan DC, ZMPT101b dan data pengukuran yang diperoleh dapat dikirim ke platform web yang diinginkan melalui NodeMCU ESP8266 dengan metode pengiriman data Arduino ke NodeMCU ESP8266.
2. Tingkat keakuratan maupun error dari suatu sensor yang telah diprogram dapat diatasi dengan menggunakan ADS1115 untuk memperjelas pembacaan sensor karena ADS1115 memiliki resolusi yang sangat tinggi yaitu 16bit sehingga pembacaan yang dihasilkan presisi.
3. Tingkat error dari alat ukur berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan tidak mencapai 10%, artinya error dapat dicegah dengan menggunakan program yang lebih kompleks dan kalibrasi yang lebih tepat.
4. Tingkat error dari alat ukur dapat juga disebabkan dari sumber power arduino, dengan menggunakan laptop, tegangan masukannya lebih stabil. Selain itu power dengan charger handphone dengan spesifikasi 1A dapat digunakan sebagai sumber power arduino dan tegangan masukan untuk arduino cukup stabil dibanding dengan baterai, aki atau power supply dengan arus dan tegangan yg dapat diatur.

5. Dengan menggunakan 2 LCD dan beberapa sensor dalam 1 sumber, pengiriman data yang akan ditampilkan di LCD sangat dipengaruhi karena hal tersebut dapat memperlambat pengiriman data untuk ditampilkan di LCD.
6. Pembacaan pada alat ukur tugas akhir ini memiliki pembacaan yang cukup akurat dan presisi dengan alat ukur pembanding seperti Voltmeter, Amperemeter, Multimeter walaupun masih ada error beberapa persen dalam suatu kondisi.

5.2 Saran

1. Memiliki proteksi tambahan yang ada pada alat ukur .
2. Memperbaiki / memperkecil error yang ditimbulkan sensor-sensor.
3. Memperkecil noise yang ditimbulkan sensor.

DAFTAR PUSTAKA

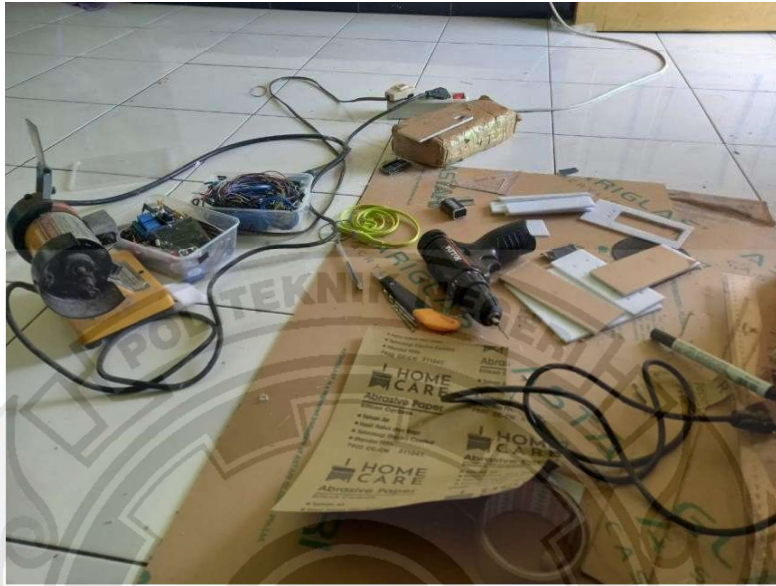
- Margolis, Michael. 2011. *Arduino Cookbook*. California.
- Allegro. 2013. ACS712-Datasheet. Allegro MicroSystems. LLC.
- M. Syahwil. 2014. Panduan Mudah Simulasi Dan Praktek Mikrokontroler Arduino + CD. Yogyakarta. Andi Publisher.
- M. Mario, Boni P. Lapanporo. 2018. Rancang Bangun Sistem Proteksi dan Monitoring Penggunaan Daya Listrik Pada Beban Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega328P. Prisma Fisika 6(1) : 26-33.
- R. A. Dalimunthe. 2018. Pemantau Arus Listrik Berbasis Alarm Dengan Sensor Arus. Seminar Nasional Royale.
- F. Galliana and P. P. Capra. 2018. *Traceable Technique to Calibrate Clamp Meters in AC Current From 100 to 1500 A*. California.
- S. V. Gupta. 2012. *Measurement Uncertainties Physical Parameters and Calibration of Instruments*. Springer Heidelberg Dordrecht London. New York.
- Muda. Iskandar. 2017. Perbandingan Data Sensor SCT013 dan Sensor ACS712 pada pengukuran arus listrik AC. Universitas Brawijaya. Malang.
- D. Junaidi dan Y. D. Prabowo. 2018. Project Sistem kendali elektronik berbasis arduino. Bandar lampung. Aura.
- K. B. Pranata dan C. Sundaygara. 2018. Elektronika Dasar 1. Universitas Kanjuruhan Malang. Malang

- R. A. Dalimunthe. 2018. Pemantau Arus Listrik Berbasis Alarm Dengan Sensor Arus. Seminar Nasional Royal.
- L. Li, Y. Chen, H. Ma, dan J. Liu. 2010. *The Application of hall sensor ACS712 in the protection circuit of the controller for humanoid robots*. Int. Conf. Comput. Appl. Syst. Model. (ICCASM 2010), Vol 12.
- T. Krisnantoro, N . Idayanti, N. Sudrajat, A. Septiani, dan M dedi. 2016. Ketidakpastian pengukuran pada karakteristik material magnet permanen dengan alat ukur permagraph. J.Elektron dan Telekomunikasi, Vol.16, no .1, pp. 1-6.
- R. F. C. M. J. Mnati, A. Van den Bossche. 2017. *A Smart Voltage and Current Monitoring System for Three Phases Inverters Using an Android*. Vol.17, no. 4, p. 872.
- L. Abdulrazzak, I. A. Bierk, H. Aday. 2018. *Humidity dan Temperature monitoring*. Int . J. Eng. Technol. Vol.7, no.4, pp 5174 - 5177.
- Data Sheet SCT013. *Split Core Current Transformator Model SCT013-100* by yhdc

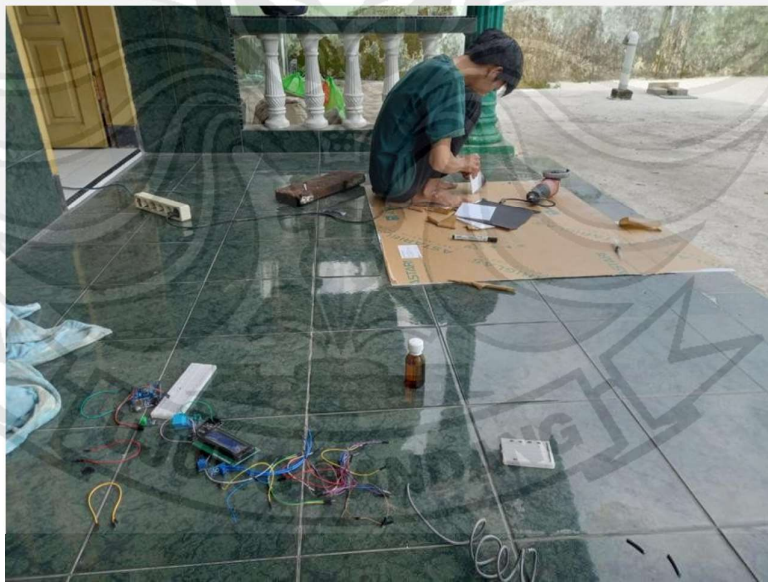


LAMPIRAN

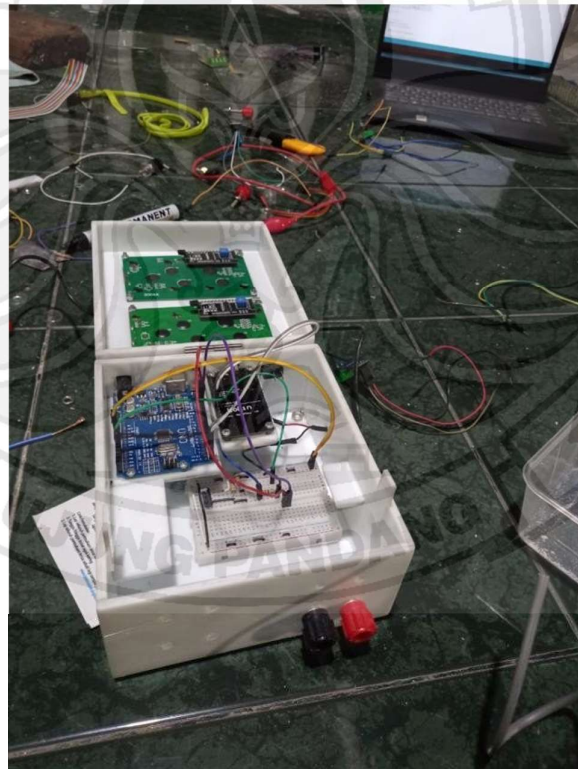
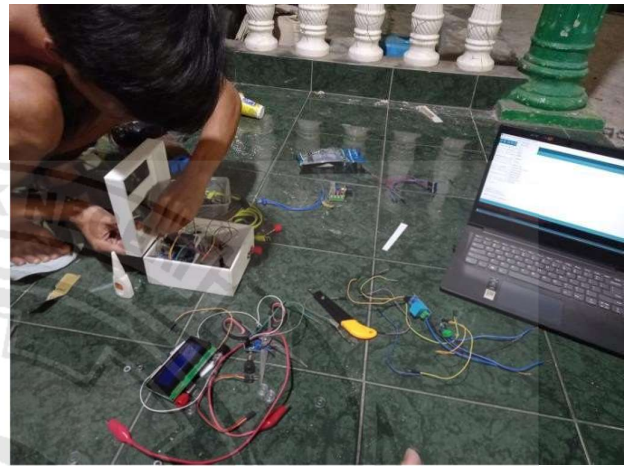
Lampiran 1 Penyiapan alat dan bahan



Lampiran 2 Pembuatan Casing Alat Ukur



Lampiran 3 Perakitan alat, penyesuaian casing dan wiring



Lampiran 4 Dokumentasi salah satu rangkaian pengujian



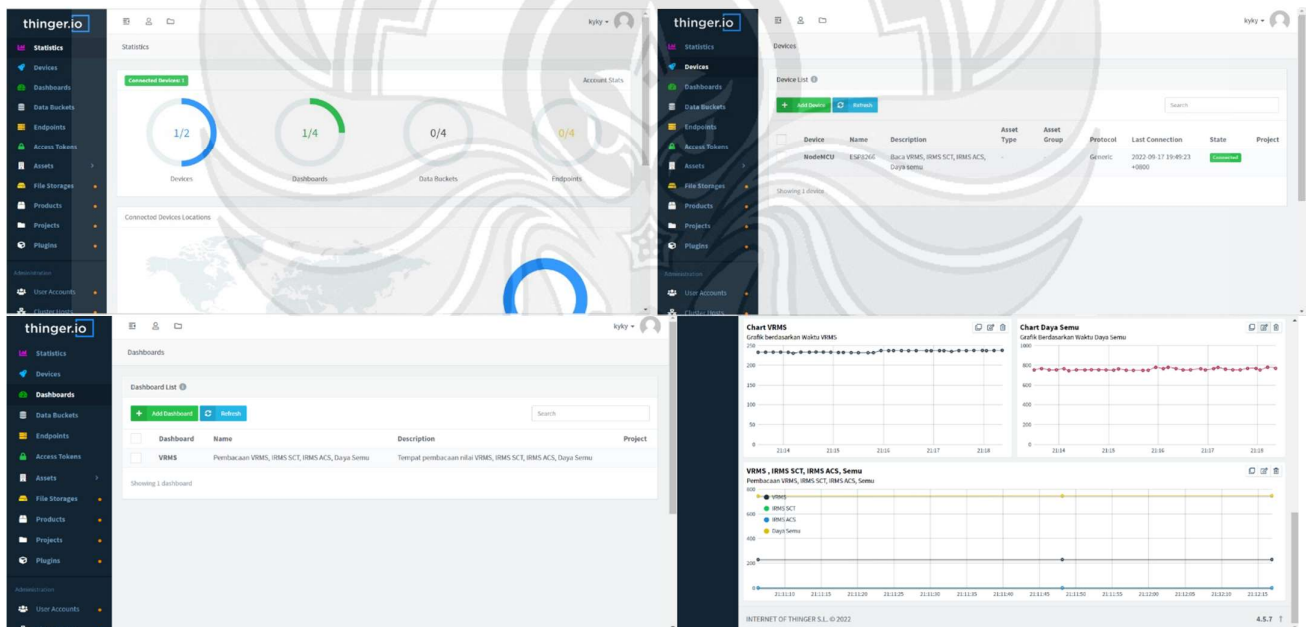
Lampiran 5 Dokumentasi Pengambilan data ketika pengujian alat



Lampiran 6 Pengujian pengiriman data ke *platform web*



Lampiran 7 Dashboard Web di Thinger.io



Lampiran 8. Pemrograman pembacaan dan kalibrasi sensor

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <Wire.h>

#include <EmonLib.h>

#include <Adafruit_ADS1X15.h>

//Variabel ADS1115
Adafruit_ADS1115 ads;

//Variabel LCD
LiquidCrystal_I2C lcd1(0x25, 20, 4); LiquidCrystal_I2C lcd2(0x26, 20, 4);

//Variabel Sensor Tegangan DC//
//int DCVoltageSensorPin = A0;

const float vCC = 5.0; const float faktor = 5.0 ;

float offsetvalue = 25.0; float offsetdc = 0.0; float TeganganMasukanSensorVDC
= 0;

float Tegangan = 0; float DCVoltageSensorVal = 0; float vZero3 = 0.0;

float offsetVDCADS = 0.2;

//Variabel Sensor Arus DC ACS712-30A;

float vZero0 = 0.0; double vRef = 5000; int PinIDC = A0; int iter =2000;

double vMid = vRef/2; double mVpA = 66; double pADC=0;

unsigned long awalPrint=50; unsigned long jeda=100; float offsetACSDC = 0.00;

double VoltageIDC = 0.00; double Vdc = 0.00; double Idc = 0.00;

//Variabel Daya

float Daya = 0;
```

```

//Variabel Sensor Tegangan RMS AC ZMPT101B//

EnergyMonitor emon1;

//Variabel sensor arus RMS dari SCT-013-000

EnergyMonitor emon2; int PinSCT = A1; float offset = 0.2;

//Variabel sensor arus RMS dari ACS712

const int PinIAC = A3;

int mVperAmp = 66; // use 100 for 20A Module and 66 for 30A Module

double Voltage = 0.00; double VRMS = 0.00; double AmpsRMS = 0.00;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  //Setup ads1115

  if (!ads.begin()) {

    Serial.println("Failed to initialize ADS.");

    while (1);}

  //Setup ACS untuk mengetahui nilai titik nol

  // int16_t adc3 = 0; // float volts3 = 0.0;

  // uint32_t sumADC3 = 0; // float sumVolt3 = 0.0;

  //for (int i=0; i<100; i++){

  // adc3 = ads.readADC_SingleEnded(3);

  // sumADC3 += adc3;

  // volts3 = ads.computeVolts(adc3);

  // sumVolt3 += volts3;

```



```

// delay(5);}

// vZero3 = sumVolt3/100;

//Setup LCD

lcd1.init(); lcd1.backlight(); lcd2.init(); lcd2.backlight(); // initialize the lcd

//Setup ZMPT101B

emon1.voltage(2, 231.5, 1.1);

//Setup SCT

emon1.current(PinSCT, 66); //(pin, calibration = ratio/resistor =
((1000/0.05)/31)) = 64
}

// Kalibrasi ACS712 untuk pembacaan arus DC

void autoAdjustvMid(double Arus, double vDelta){

// Auto Adjust ini kita gunakan untuk mengkalibrasi agar

// pada tidak ada arus vMid mendekati 0

// Definisi tanpa beban adalah dibawah 20mA variable Amp < 20

if (Arus < 20) vMid= vDelta;}

void loop() {

// Pembacaan Sensor Tegangan DC

//DCVoltageSensorVal = abs (analogRead(DCVoltageSensorPin + 0.5)-
offsetvalue);

//TeganganMasukanSensorVDC = (DCVoltageSensorVal/1024.0) * vCC;

//Tegangan = abs((TeganganMasukanSensorVDC *faktor)-offsetdc);

//if (Tegangan < 0.25) { Tegangan = 0;}

```

```

int16_t adc3 = 0.0; float volts3 = 0.0; adc3 = ads.readADC_SingleEnded(3);
volts3 = ads.computeVolts(adc3); float sumVolt3 = 0.0; float v3avg = 0.0 ;

for (int i=0; i<100; i++){

    adc3 = ads.readADC_SingleEnded(3);

    volts3 = ads.computeVolts(adc3);

    sumVolt3 += volts3;

    delay(5);}

v3avg = sumVolt3/100.0;

float Voltage3 = abs ((v3avg *faktor)- offsetVDCADS);

if (Voltage3 < 0.23) {Voltage3 = 0 ;}

//DCVoltageSensorVal = abs(ads.readADC_SingleEnded(3) + 0.5);

//TeganganMasukanSensorVDC = abs ((DCVoltageSensorVal/65536)*vCC);

//Tegangan = qbs (TeganganMasukanSensorVDC * faktor);

Serial.print(v3avg); Serial.print(", V Baterai : ");

Serial.print(Voltage3); Serial.println("V");

delay(500);

//Pembacaan Arus DC dari sensor ACS712-30A

//double adc = 0;

//double analog0 = analogRead(A0);

//for(int i=0; i<iter; i++){

//    adc += analogRead(A0);

//}

//double avg_adc = adc/iter;

```

```

//double vAvg = ((avg_adc/1024.0) *vRef); //double vDelta = abs(vAvg-vMid);

//double xi = vMid - vAvg; //double Arus = abs((vDelta/mVpA)-offsetACSDC);

//if (Arus<0.05){Arus=0;}

//Serial.print("Arus="); //Serial.println(Arus);

//int ArusDC = analogRead(A0); //float masukanIDC = ArusDC *5.0 /1023.0;

//float Arus = (abs(((masukanIDC-2.5)/0.066))-0.3);

//Serial.print("Arus="); //Serial.println(Arus); //Serial.print("IDC=");
//Serial.println(ArusDC); //Serial.print("inputIDC=");
//Serial.println(masukanIDC)

unsigned int x=0 float AcsValue=0.0,Samples=0.0,AvgAcs=0.0,ACS=0.0;
for (int x = 0; x < 150; x++){ //Get 150 samples

    AcsValue = analogRead(A0); //Read current sensor values

    Samples = Samples + AcsValue; //Add samples together

    delay (3); // let ADC settle before next sample 3ms

}

AvgAcs=Samples/150.0;//Taking Average of Samples

//((AvgAcs * (5.0 / 1024.0)) is converitng the read voltage in 0-5 volts

ACS = (((2.5 - (AvgAcs * (5.0 / 1023.0)) )/0.066)-0.37);

float Arus = abs ((ACS - 0.37)-0.10);

if (Arus < 0.12 ) {Arus = 0;}

Serial.print(Arus);//Print the read current on Serial monitor

//VoltageIDC = getVPP2(); //float Arus = abs (((VoltageIDC * 1000)/mVpA)-
0.82);

```

```

//if (AmpsRMS < 0.3 ){ AmpsRMS = 0;}

//Serial.print("Arus = "); //Serial.println(abs(Idc));

//int16_t adc0 ; //float volts0 ; //adc0 = ads.readADC_SingleEnded(0);

//volts0 = ads.computeVolts(adc0); //float Arus = (((volts0 - 2.29)/0.066));

//if (current < 0.0) {current = 0;}

//Serial.print("AIN0: "); Serial.print(adc0); Serial.print(" "); Serial.print(volts0);
Serial.println("V");

//float sumVolt0 ; //float v0avg ;

//for (int i=0; i<100; i++){

    //adc0 = ads.readADC_SingleEnded(0);

    //volts0 = ads.computeVolts(0);

    //sumVolt0 += volts0;

    //delay(5);}

//v0avg = volts0/100.0; //float Arus = abs ((2.29-v0avg)/0.066);

//if (Arus < 0.05){Arus = 0;}

//Serial.print("Vads = "); //Serial.println(Voltage0); //Serial.print("SV = ");
//Serial.println(sumVolt0); Serial.print("IDC = "); Serial.println(Arus);

//Serial.print("A3 = "); //Serial.println(ArusDC); //Serial.print("Vavg = ");
//Serial.println(v0avg); //Serial.print("v0 = "); //Serial.println(vZero0);

//Pembacaan Daya DC;

Daya = Tegangan * Idc;

//Pembacaan Tegangan RMS AC dari sensor ZMPT101B;

emon1.calcVI(20,2000); double supplyVoltage = emon1.Vrms ;

```

```
if (supplyVoltage < 3 ) { supplyVoltage = 0;}

Serial.print("VRMS yang terbaca : "); Serial.println(abs (supplyVoltage));

//Pembacaan Arus RMS AC dari sensor SCT013

double Irms = emon1.calcIrms(1480); double ArusSCT = abs((Irms) );

//if (ArusSCT < 0.25) {ArusSCT = 0;}

//menampilkan di serial monitor

Serial.print("Arus yang terbaca : "); Serial.println(abs (ArusSCT));

//Pembacaan Arus RMS AC dari sensor ACS712

Voltage = getVPP1(); VRMS = ((Voltage-0.03)/2.0) *sqrt(2); //root 2 is 0.707

AmpsRMS = abs (((VRMS * 1000)/mVperAmp) );

if (AmpsRMS < 0.2 ) { AmpsRMS = 0;}

Serial.print("Amps RMS = "); Serial.println(abs(AmpsRMS));




// Pembacaan Daya semu float Semu = AmpsRMS * supplyVoltage ;
```

LEMBAR REVISI JUDUL TUGAS AKHIR

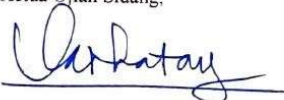
Nama : Iskandar Patandean/ Muhammad Rizqi

NIM : 34219055/ 34219061

Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1	NUR Rahmah	<ul style="list-style-type: none"> ◦ uraian teknik kalibrasi alat • Deskripsi alat dan fungsi utama. 	 28/02/23
2	Abdul Rahman	<ul style="list-style-type: none"> ◦ celah keamanan web Iot ◦ Penjelasan & manfaat alat di laboratorium. 	 28/02/23
3	Marhatang	<ul style="list-style-type: none"> - Diagram alir μ8 ✓ - Teknik penyadapan memori ✓ + Busa Standar ✓ - penjelasan verifikasi hasil data kalibrasi ✓ 	 28/02/23

Makassar, 27 September 2022
Ketua Ujian Sidang,



Marhatang, S.ST., M.T.
NIP 197411172002121002

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.