

Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (*Internet of Things*)

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu persyaratan

Mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:

Agus Ardiansyah

16524043

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (*Internet of Things*)



Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh:

Agus Ardiansyah
16524043

Yogyakarta, 02 Maret 2020

Menyetujui,

Pembimbing I



Husein Mubarak, S.T, M.Eng.,
15524305

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (*Internet of Things*)

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Agus Ardiansyah

16524043

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 09 April 2020

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji: Husein Mubarak, S.T., M.Eng.,

Anggota Penguji 1: Setyawan Wahyu Pratomo, S.T., M.T.,

Anggota Penguji 2: Wahyudi Budi Pramono, S.T., M.Eng.,

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 09 April 2020

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Yusuf Azzi Umarulloh, S.T., M.Eng., Ph.D.,

145240101

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 23 Januari 2020



Agus Ardiansyah

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji dan syukur penulis panjatkan Kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul “Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (*Internet of Things*)” dengan baik dan benar. Tugas Akhir ini wajib ditempuh oleh mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, sebagai bentuk syarat dalam menempuh jenjang Strata 1.

Kelancaran dalam mempersiapkan dan menyelesaikan Laporan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Yusuf Aziz Amrulloh, S.T, M.eng, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Medilla Kusryanto, S.T, M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Husein Mubarak, S.T, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bantuan dan pengarahan sehingga terselesaikan Laporan Skripsi ini.
4. Para Dosen dan Karyawan program studi Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia.
5. Kedua Orang Tua dan keluarga yang selalu memberikan do'a, usaha, dan kasih sayangnya.
6. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia angkatan 2016.
7. Nisa Agustin Pratiwi Pelu yang selalu memberikan do'a, semangat dan usahanya dalam menemani penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Semua Pihak yang telah memberikan masukan dan dorongan dalam menyelesaikan Laporan Skripsi ini.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Yogyakarta, 23 Januari 2020

Agus Ardiansyah

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Singkatan	Arti Singkatan
kWh	Kilo Watt hour
IoT	Internet of Things
AC	Alternating Current
PLN	Perusahaan Listrik Negara
RMS	Root Mean Square
LCD	Liquid Crystal Display
IDE	Integrated Development Environment
ADC	Analog to Digital Converter
USB	Universal Serial Bus

ABSTRAK

Semua pekerjaan dan kebutuhan manusia sangat tergantung dengan adanya energi listrik terutama pada kebutuhan rumah tangga. Kelalaian manusia dalam pemakaian energi listrik akan menyebabkan keborosan yang juga berdampak pada kenaikan biaya pemakaian energi listrik. Oleh sebab itu, dibutuhkan alat yang mampu memonitoring pemakaian energi listrik dan mampu membatasi arus penggunaan beban, walaupun pengguna energi listrik tidak berada di rumah. Tentunya, untuk membuat alat ini membutuhkan sensor tegangan, sensor arus, relay, arduino UNO, dan NodeMCU. Sensor tegangan menggunakan ZMPT101B yang berfungsi membaca nilai tegangan, sensor arus menggunakan ACS712 yang berfungsi membaca nilai arus, relay berfungsi untuk membatasi nilai arus dengan cara ketika sensor arus membaca nilai arus pada beban dan kemudian penulis mengatur pada program dengan membatasi arus yang boleh masuk sebesar 2 A dan jika melebihi batas arus tersebut alat monitoring ini akan mati, arduino UNO berfungsi mengolah data yang dibaca dari sensor tegangan dan arus, dan NodeMCU sebagai modul WIFI yang berfungsi mengirimkan data ke server sehingga dapat dilihat dengan jaringan internet. Hasil pengujian yang dilakukan pengukuran selama 2 jam pada beban setrika, kipas angin, televisi, motor AC 1 phase, solder, dispenser, cas laptop HP, lampu pijar, dan kulkas menggunakan ZMPT101B dan ACS712 menghasilkan *error* secara berturut-turut sebesar 0,3% dan 0,28%.

Kata Kunci : ZMPT101B, ACS712, Adafruit IO, NodeMCU, Monitoring

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Studi Literatur.....	4
2.2 Tinjauan Teori.....	5
2.2.1 Karakteristik Sumber PLN	5
2.2.2 Arduino	7
2.2.3 Sensor Tegangan ZMPT101B.....	8
2.2.4 Sensor Arus ACS712	9
2.2.5 Liquid Crystal Display (LCD)	9
2.2.6 NodeMCU	10
2.2.7 Relay	11

2.2.8 Internet of Things.....	11
BAB 3 METODOLOGI.....	14
3.1 Alat dan Bahan.....	14
3.2 Alur Penelitian	14
3.3 Perancangan Sistem/Simulasi/Metode Analisis.....	15
3.3.1 Proses Kerja Sistem	15
3.3.2 Flowchart Sistem Monitoring	16
3.3.3 Rangkaian Sistem Monitoring	17
3.4 Cara Analisis.....	17
3.4.1 Pengambilan Data	17
3.4.2 Pengujian.....	18
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Data Hasil Penelitian	19
4.1.1 Kulkas	19
4.1.2 Setrika	19
4.1.3 Motor AC 1 phase	20
4.1.4 Cas Laptop	20
4.1.5 Solder	21
4.1.6 Dispenser.....	21
4.1.7 Televisi.....	22
4.1.8 Lampu Pijar.....	22
4.1.9 Kipas	23
4.2 Pengujian	24
4.2.1 Pengujian Sensor Tegangan	24
4.2.2 Pengujian Sensor Arus	25
4.2.3 Pengujian Server	26
4.3 Pembahasan	28
4.3.1 Monitoring kWh.....	28

4.3.2 Monitoring Server	29
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN.....	1
Lampiran-1 Rancangan Anggaran Biaya.....	1
Lampiran -2 Desain PCB.....	1
Lampiran-3 Schematic Sistem Monitoring.....	2
Lampiran-4 Desain Sistem Monitoring	2

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Board</i> Arduino.....	7
Gambar 2.2 Software Arduino IDE	7
Gambar 2.3 Sensor Tegangan ZMPT101B	8
Gambar 2.4 Sensor Arus ACS712.....	9
Gambar 2.5 LCD 2x16	10
Gambar 2.6 NodeMCU	10
Gambar 2.7 Relay.....	11
Gambar 2.8 Aliran Informasi dengan Konsep IoT.....	12
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	14
Gambar 3.2 Proses Kerja Sistem.....	15
Gambar 3.3 Flowchart Sistem Monitoring.....	16
Gambar 3.4 Rangkaian Sistem Monitoring.....	17
Gambar 4.1 Pengujian Sensor Tegangan	24
Gambar 3.4 Pengujian Sensor Arus	25
Gambar 3.4 Monitor pada Server	27

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi ZMPT101B	8
Tabel 2.2 Karakteristik Sensor ACS712	9
Tabel 2.3 Karakteristik NodeMCU	11
Tabel 4.1 Nilai kWh dan biaya beban kulkas.....	19
Tabel 4.2 Nilai kWh dan biaya beban setrika	20
Tabel 4.3 Nilai kWh dan biaya beban motor AC 1 phase.....	20
Tabel 4.4 Nilai kWh dan biaya beban Cas Laptop.....	21
Tabel 4.5 Nilai kWh dan biaya beban solder	21
Tabel 4.6 Nilai kWh dan biaya beban dispenser.....	22
Tabel 4.7 Nilai kWh dan biaya beban televisi	22
Tabel 4.8 Nilai kWh dan biaya beban lampu pijar.....	23
Tabel 4.9 Nilai kWh dan biaya beban kipas.....	23
Tabel 4.10 Hasil pengujian nilai tegangan	24
Tabel 4.11 Hasil pengujian nilai arus.....	26

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Nilai kWh pada beban.....	Error! Bookmark not defined.	8
Grafik 4.2 Biaya pemakaian beban	Error! Bookmark not defined.	9

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan Teknologi yang semakin pesat, sehingga perangkat-perangkat elektronik yang dibuat dan dirancang membantu kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Perangkat-perangkat elektronik sangat mudah dijumpai di kehidupan manusia, sehingga kehadiran perangkat-perangkat elektronik membantu pekerjaan manusia menjadi lebih cepat, efisien, dan efektif. Pada pemakaian perangkat-perangkat elektronik tersebut tentunya memerlukan pasokan energi listrik dan sesuai dengan Undang – Undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang ketenagalistrikan yang mengatur mengenai peningkatan tarif dasar listrik dalam rumah tangga maupun industri kecil yang dikarenakan pencabutan subsidi listrik. Sebanyak 23 juta masyarakat Indonesia menikmati subsidi yang diberikan oleh Pemerintah. Penggunaan listrik dengan kapasitas 900 VA dengan membayar Rp 575 per kilo Watt hour (kWh), kemudian pemerintah menambahkan subsidi sebesar Rp 876 per kilo Watt hour (kWh) [1].

Perlunya dilakukan manajemen konsumsi energi listrik dalam pemakaian, namun dilakukannya manajemen energi listrik tidak cukup hanya menggunakan kWh meter saja, karena menggunakan kWh meter hanya bertugas untuk memonitor dan membatasi penggunaan listrik secara keseluruhan di rumah. Oleh karena itu, dibutuhkan kesadaran untuk benar-benar menghemat dalam pemakaian energi listrik. Manajemen energi listrik dapat dilakukan dengan melihat konsumsi energi listrik pada monitor alat ini dan kemudian mematikan peralatan-peralatan elektronik yang tidak digunakan sehingga biaya penggunaan energi listrik tidak membengkak. Agar bisa dilakukannya penghematan energi listrik dibutuhkan sebuah alat pemantauan penggunaan energi listrik pada perangkat-perangkat elektronik seperti televisi, kulkas, penanak nasi, mesin cuci, dan pendingin ruangan. Terpasangnya alat monitoring ini di perangkat-perangkat elektronik akan memudahkan pengguna dalam melakukan penghematan penggunaan energi listrik dengan menampilkan daya, tegangan, arus, dan biaya pemakaian perangkat elektronik tersebut. Tentunya alat monitoring ini berbasis mikrokontroler. Selain itu, alat monitoring ini juga berbasis IoT sehingga pemakaian energi listrik dapat di lihat dari kejauhan dan tidak perlu melihat dari alat monitoring ini [2].

Untuk dapat merealisasikan alat monitoring penggunaan energi listrik maka penulis akan membuat alat ini. Alat monitoring daya listrik membutuhkan komponen-komponen elektronik, yang mana komponen-komponen elektronik ini yaitu sensor tegangan ZMPT101B, sensor arus ACS712, LCD 2x16, Relay, arduino, dan NodeMCU. Komponen-komponen utama tersebut akan

terbuatnya sebuah alat yang dapat memonitoring penggunaan energi listrik dengan mengolah arus dan tegangan yang masuk sehingga besar daya yang dikeluarkan akan terlihat. Daya yang terlihat tersebut akan dikalkulasikan dengan biaya per kWh nya sehingga dapat diestimasikan berapa besar biaya pengeluaran dari penggunaan perangkat-perangkat elektronik tersebut [3].

Terciptanya alat ini diharapkan akan mempermudah pengguna energi listrik untuk mengetahui berapa besar penggunaan energi listrik dari perangkat-perangkat elektronik yang digunakan. Sehingga para pengguna energi listrik dapat menghemat penggunaannya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana sistem monitoring ini dapat dirancang untuk pengukuran tegangan, arus, dan daya pada perangkat-perangkat elektronik?
2. Apakah sistem monitoring ini dapat mengukur tegangan, arus, dan daya dengan akurat?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Menggunakan mikrokontroler ATmega 328.
2. Menggunakan sensor arus sebagai pembaca nilai arus beban.
3. Menggunakan sensor tegangan sebagai pembaca nilai tegangan.
4. Menggunakan relay sebagai pembatas nilai arus.
5. Menggunakan modul wifi sebagai sistem IoT (*Internet of Things*).
6. Alat monitoring ini menggunakan LCD 2x16.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memonitoring penggunaan energi listrik berdasarkan biaya pemakaian perangkat-perangkat elektronik, sehingga dari biaya tersebut akan mempengaruhi pengguna untuk menghemat pemakaian energi listrik agar tidak terjadi pemborosan yang menyebabkan pembengkakan pada biaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Dapat digunakan untuk memonitoring penggunaan energi terhadap perangkat-perangkat elektronik.
2. Sebagai pengembangan di dunia kelistrikan pada sistem monitoring daya listrik pada perangkat-perangkat elektronik.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Penelitian yang terkait dengan sistem monitoring daya listrik yang dilakukan oleh Riny Sulistyowati bertujuan untuk mengontrol dan membatasi pemakaian energi listrik pada perangkat-perangkat elektronik, dengan menggunakan sensor arus dan sensor tegangan. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan dari pengujian yang dilakukan pada ruangan menghasilkan *error* pada arus sebesar 4.88% dan *error* pada daya sebesar 2.76% [4].

Penelitian yang dilakukan oleh Irwan Dinata dengan judul Implementasi *Wireless* Monitoring Energi Listrik Berbasis *Web Database*. Penelitian ini bertujuan untuk menggantikan sistem pengukuran energi listrik secara manual dan konvensional. Penelitian ini menggunakan 4 (empat) bagian utama yaitu sensor, processor, display, dan network. Pada bagian sensor terdiri dari *Current Transformer* dan AC to AC Power Adaptor. Kemudian Processor digunakan oleh arduino UNO untuk mengolah hasil kerja pada sensor. Display menampilkan data keluaran real time. Sedangkan pada network terdiri dari 3G Router, Ethernet Shield, 3G Modem sebagai komunikasi ke *Server Database* untuk penyimpanan dan pengolahan data. Dari hasil pengujian dengan beban 120 Watt menunjukkan hasil dari *Vrms* yang ditampilkan pada LCD sebesar 218 Volt, hasil pengukuran dari *Clamp Meter* sebesar 216 Volt. Sedangkan pada arus menunjukkan hasil dari *Irms* sebesar 0.44 ampere, hasil pengukuran dari *Clamp Meter* sebesar 0.5 ampere. Selain itu penelitian ini berhasil mengirimkan pengukuran setiap saat ke *Database Server* pada aplikasi *Wireless energy Monitoring* yang telah dirancang [5].

Penelitian [6] membahas mengenai Pengukuran Daya Listrik Real Time dengan Menggunakan Sensor Arus ACS.712. Dilakukannya penelitian ini sehingga dapat menghemat penggunaan energi listrik dengan cara mengetahui daya pada penggunaan perangkat-perangkat elektronik, sehingga dapat dilakukannya penghematan energi listrik. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada perangkat-perangkat elektronik menunjukkan hasil bahwa ketika tegangan pada sistem terlalu tinggi/rendah maka akan mengganggu dan merusak beban. Kondisi pada beban memiliki nilai variatif tersendiri, bila beban mengalami kenaikan maka tegangan diujung penerimaan akan menurun dan sebaliknya. Saat pengujian nilai arus mengalami perubahan-perubahan yang disebabkan oleh beban induktif dan kapasitif.

Penelitian [7] membahas mengenai konservasi energi menjadi faktor penting dalam memfasilitasi krisis energi akut di beberapa Negara, dengan mengimplementasikan dari demonstrasi lapangan yang memantau penggunaan dan pembangkitan dapat dilakukan secara

online. Pemantauan di penelitian ini menggunakan modul ZigBee yang dikembangkan oleh Jennic, pemilihan modul ZigBee dikarenakan jangkauan yang luas, konsumsi daya yang sangat rendah, dan sangat kompleksitas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode ZigBee sangat efisien karena berhasil menghemat dan mengendalikan penagihan dan menghemat sekitar 30% listrik dari departemen. Keuntungan lainnya, adalah sistem dapat menyediakan sistem nirkabel dengan pasokan dan generator, sehingga menghemat jaringan kabel yang berantakan.

Penelitian yang dilakukan Yanlu Huang, Yan Li, Feng Chen, Xu Zheng, dan Jing Tang membahas mengenai modifikasi metode *Back/Forward Sweep* berdasarkan data konsumsi listrik. Mereka melakukan pengembangan sistem otomasi distribusi sehingga meteran pusat dapat membaca konsumsi energi listrik secara luas dan *real-time*. Pengembangan metode tersebut menunjukkan hasil yang sangat baik, yaitu mampu menemukan energi listrik yang hilang, dapat melakukan analisis secara otomatis, melakukan perhitungan secara otomatis, dan pemantauan jaringan distribusi daya [8].

Penelitian [9] membahas mengenai kekurangan dan kesulitan dari konstruksi keamanan perusahaan listrik, seperti manajemen situs untuk pemantauan. Adanya kesulitan dan kekurangan yang dihadapkan dilapangan maka peneliti merancang dan mengembangkan pengawasan energi listrik dengan pengawasan video portabel, peralatan terminal pintar 3G, dan baterai portabel. Melalui penerapannya, maka energi listrik dapat dipantau dari jarak jauh dan secara efektif meningkatkan keamanan, memprediksi biaya pemakaian, dan mengurangi risiko seluruh industri listrik operasi lapangan secara signifikan.

Pembahasan mengenai penelitian-penelitian yang mirip, mengenai monitoring daya listrik diatas masih ada beberapa yang belum terhubung pada jaringan internet dan belum dapat membatasi pemakaian arus pada beban. Jika dibandingkan dengan monitoring daya listrik yang penulis buat sudah terhubung ke jaringan internet sehingga monitoring bisa dilakukan jarak jauh asalkan alat monitoring terhubung pada jaringan internet. Selain itu, sistem monitoring ini mampu membatasi arus pemakaian sesuai yang diinginkan sehingga pemakaian listrik tidak boros dalam pemakaian.

2.2 Tinjauan Teori

Berikut adalah tinjauan teori yang digunakan untuk mendukung penyelesaian Tugas Akhir:

2.2.1 Karakteristik Sumber Listrik PLN

Sumber listrik PLN adalah sumber energi listrik yang didapat dari generator *Alternating Current* (AC) pembangkit listrik seperti Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit

Listrik Tenaga Diesel (PLTD), ataupun pembangkit listrik lainnya yang menghasilkan arus bolak-balik [3].

Tegangan dan Arus Bolak-Balik

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 RMS

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 persamaan 2.1.

$$V_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}} A \quad (2.1)$$

A merupakan nilai amplitudo maksimum dari sinyal yang disampling.

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 2.2.

$$P = V . I . \cos \phi \quad (2.2)$$

P = Daya Aktif (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Cos ϕ = Faktor Daya

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 Reaktif*). Daya reaktif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3.

$$Q = V . I . \sin \phi \quad (2.3)$$

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Daya Semu/Tampak (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 2.4.

$$S = V.I \quad (2.4)$$

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

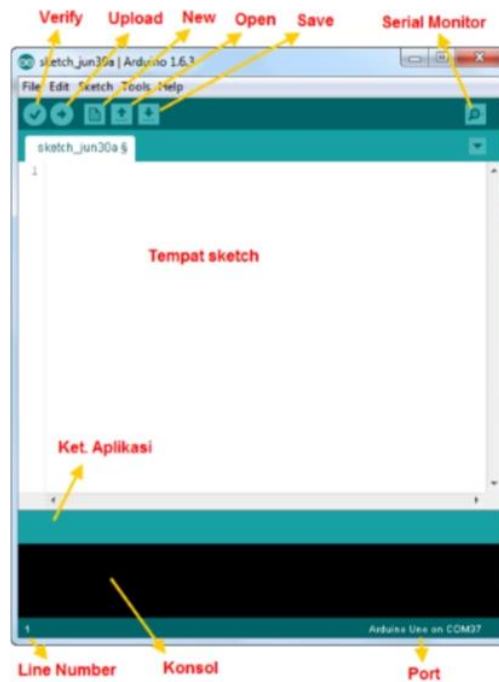
2.2.2 Arduino

Arduino merupakan sebuah mikrokontroler *single-board* yang memiliki sifat *open-source*. Untuk dapat menggunakan *Hardware* arduino maka diperlukan bahasa pemrograman *wiring-based*. Bahasa *wiring-based* ini tidak jauh berbeda dengan bahasa C/C++. *Hardware* arduino ini memiliki beberapa jenis yang sering digunakan yaitu Atmega168, Atmega328, dan Atmega2560 [5].



Gambar 2.1 Board Arduino UNO

Dalam sistem pengoperasiannya diperlukan *software* untuk mengatur keluaran dari arduino dengan memasukkan program. Program pada arduino menggunakan *Integrated Development Environment* (IDE). Program arduino dapat diatur sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan seperti sensor ultrasonik, panas, gerak, suara, LED *display*, dan lainnya.



Gambar 2.2 *software* Arduino IDE

2.2.3 Sensor Tegangan ZMPT101B

Tegangan listrik terjadi dikarenakan adanya beda potensi listrik antara dua titik dalam sebuah rangkaian listrik. Beda potensi listrik tersebut terjadi dalam kurun waktu yang cepat dan dalam waktu yang berulang-ulang dikarenakan beban yang tidak linear. Sehingga untuk mengukur tegangan tersebut penulis menggunakan sensor ZMPT101B. Sensor ZMPT101B dapat mengukur hingga 250 Volt, sehingga dalam kondisi beban yang tidak linear maka sensor ini sangat cocok dalam pengukuran tegangan [10].



Gambar 2.3 Sensor Tegangan ZMPT101B

Penggunaan sensor ini bertujuan untuk melihat tegangan AC dalam kondisi sinus dengan nilai besaran tegangan sesuai dengan ADC yaitu 0 – 5 Volt. Keluaran dari sensor ini adalah gelombang sinus yang memiliki nilai *offset* sebesar 2,5 – 5 Volt. Sensor ini memiliki rangkaian operational *amplifier* didalamnya. Adapun spesifikasi dari sensor ZMPT101B dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi ZMPT101B

Parameter	Spesifikasi
Arus Primer	2 mA
Arus Skunder	2 mA
Error Sudut Fasa	< 20° (50 Ohm)
Jangkauan Arus	0-3 mA
Linearitas	0,1%
Akurasi	0,2
Level Dielektrik	3000 VAC/Min
Resistansi DC pada Suhu 20° C	110 Ohm

2.2.4 Sensor Arus ACS712

Sensor ACS712 merupakan sensor yang dapat membaca nilai arus pada beban DC dan AC. Sensor ini pada umumnya digunakan dalam pengontrolan motor, mendeteksi beban listrik, dan proteksi beban berlebih. Cara kerja sensor ini adalah dengan membaca arus yang mengalir pada kabel yang terdapat didalamnya medan magnet. Kemudian medan magnet ditangkap oleh *hall effect* dan diubah menjadi tegangan proporsional [4].



Gambar 2.4 Sensor Arus ACS712

Selain itu, sensor ACS712 mengumpulkan informasi dari arus listrik yang mengalir pada jaringan listrik dan diteruskan ke mikrokontroler. Adapun karakteristik dari sensor ACS712 dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Karakteristik Sensor ACS712

Karakteristik	Simbol	Rating Maksimal
Tegangan Supplay	Vcc	8 Volt
Output Tegangan	Vout	8 Volt
Toleransi Arus Lebih	Ip	100 A
Sensitivitas		Type 5 T = 185 mV/A Type 20 T = 100 mV/A Type 30 T = 66 mV/A

2.2.5 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD berfungsi untuk menampilkan suatu keluaran dari pembacaan sebuah sensor yang ditampilkan menjadi sebuah nilai, teks, dan menu pada mikrokontroler. Disini penulis menggunakan LCD dengan ukuran 2x16 yang mana modul LCD ini tersedia dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakternya dapat dibentuk oleh *pixel*. Adapun fitur pada LCD dapat dilihat dibawah ini:

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Terdapat karakter generator terprogram.
3. Memiliki 192 karakter yang tersimpan.
4. Dapat dialamati dengan mode 4 bit dan 8 bit.
5. Dilengkapi dengan *back light*.



Gambar 2.5 LCD 2x16

2.2.6 NodeMCU

Pada umumnya NodeMCU merupakan platform IoT dari pengembangan ESP8266 dengan firmware yang berbasis e-Lua. NodeMCU sendiri dilengkapi dengan micro usb port yang berfungsi untuk melakukan pemrograman. Pada modul NodeMCU juga dilengkapi dengan tombol push button, yaitu tombol reset dan flash. Bahasa pemrograman yang digunakan pada modul NodeMCU adalah bahasa Lua yang juga merupakan package dari ESP8266. Pada bahasa Lua memiliki sistematis logika dan susunan pemrograman yang sama dengan bahasa C [2].



Gambar 2.5 NodeMCU

NodeMCU dapat dioperasikan jika terhubung Wifi sehingga dapat mengirimkan informasi-informasi yang akan dikirimkan ke server. Adapun karakteristik dari NodeMCU dapat dilihat dari tabel 2.3.

Tabel 2.3 Karakteristik NodeMCU

Spesifikasi	NodeMCU
Type	ESP-12E
USB port	Micro Usb
GPIO Pin	13
ADC	1 pin (10 bit)
Usb to serial Converter	CH340G
Power Input	5 Vdc
Ukuran Module	57 x 30 mm

2.2.7 Relay

Relay merupakan tuas saklar dengan adanya lilitan kawat pada batang besi yang berfungsi membuka dan menutup aliran arus listrik yang melewatinya. Relay juga dikenal sebagai

komponen yang dapat mengimplementasi logika *switching*. Relay dapat bekerja apabila ada arus yang menggerakkannya [11]. Adapun bentuk dari saklar dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Relay

2.2.8 Internet of Things

Internet of things merupakan jaringan infrastruktur global yang dinamis yang memiliki kemampuan konfigurasi berdasarkan standar protokol komunikasi dengan memiliki sistem identitas, atribut fisik, karakter kuat, dan antarmuka cerdas yang terhubung dan terintegrasi ke dalam sebuah jaringan informasi [12]. Sederhananya IoT dapat menyatukan dunia virtual teknologi informasi dengan benda riil di dunia nyata. IoT dapat bekerja dengan mengambil data dari pembacaan sensor yang diletakkan pada benda di dunia nyata kemudian dikirimkan ke server. Adapun sensor-sensor yang bisa terhubung ke jaringan internet seperti sensor tegangan, arus, RFID, atau sensor lainnya yang layaknya seperti indera manusia seperti sensor cahaya, gerak, tekanan, suara, dan lain-lain. Pada sistem IoT, benda yang terhubung sensor diberikan kemampuan untuk melakukan reaksi yang diperintahkan oleh *server* melalui kontroler.

BAB 3

METODOLOGI

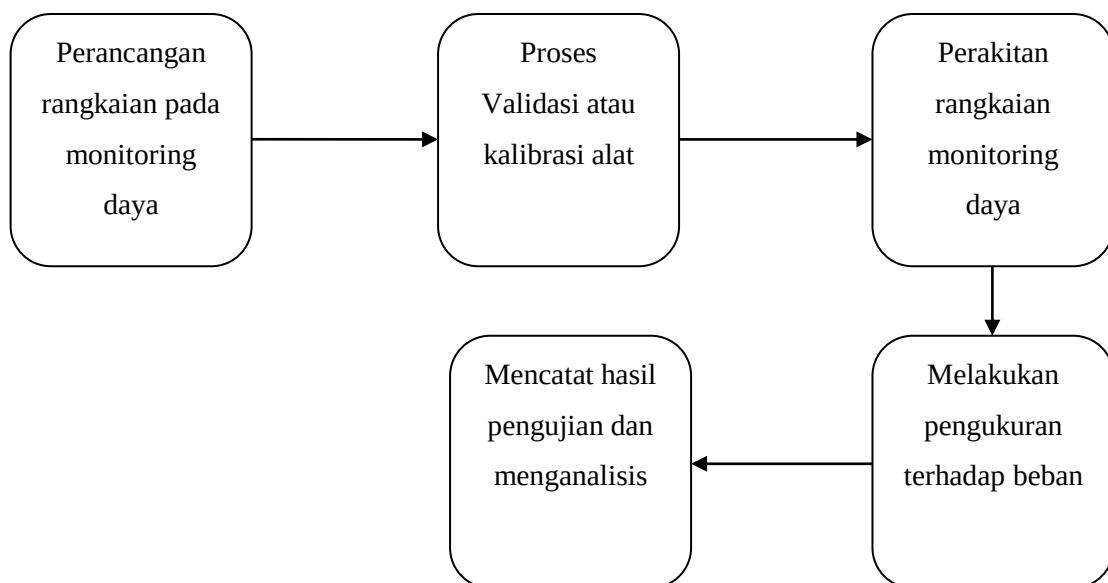
3.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas akhir sebagai berikut:

1. Arduino UNO
2. Sensor Tegangan ZMPT101B
3. Sensor Arus ACS712
4. NodeMCU
5. Relay
6. Power Supply 12V
7. PushButton
8. LCD 2x16
9. Multimeter
10. Solder
11. Kabel

3.2 Alur Penelitian

Untuk dapat merancang alat monitoring daya maka penulis membutuhkan beberapa tahapan seperti perancangan alat, perakitan alat, pengukuran, dan pengujian alat. Adapun alur penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

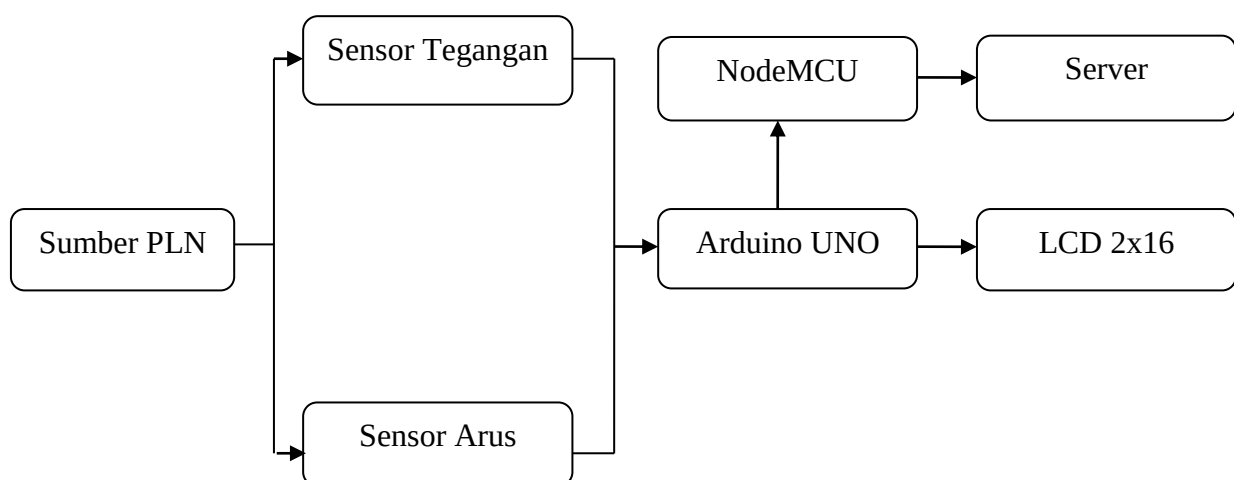
Diagram diatas menunjukkan alur penelitian secara garis besar yang akan penulis lakukan pada penelitian ini. Langkah pertama yang akan dilakukan oleh penulis adalah merancang rangkaian monitoring daya, sehingga akan mempermudah penulis untuk langkah selanjutnya. Langkah kedua adalah melakukan validasi atau kalibrasi alat dengan cara mengatur nilai ADC pada sensor tegangan dan sensor arus sehingga dapat dilakukan pengukuran. Langkah ketiga adalah dari hasil rancangan tersebut maka penulis akan melakukan perakitan rangkaian monitoring daya. Dalam melakukan perakitan ini akan kelihatan apakah sistem monitoring ini sudah baik atau belum. Ketika sudah baik, penulis akan melakukan pengujian dengan melakukan pengukuran terhadap beberapa beban. Setelah melakukan pengukuran terhadap beban, langkah selanjutnya penulis akan mencatat hasil pengujian dan melakukan analisis.

3.3 Perancangan Sistem/Simulasi/Metode Analisis

Perancangan sistem yang digunakan dalam penyelesaian Tugas Akhir sebagai berikut :

3.3.1 Proses Kerja Sistem

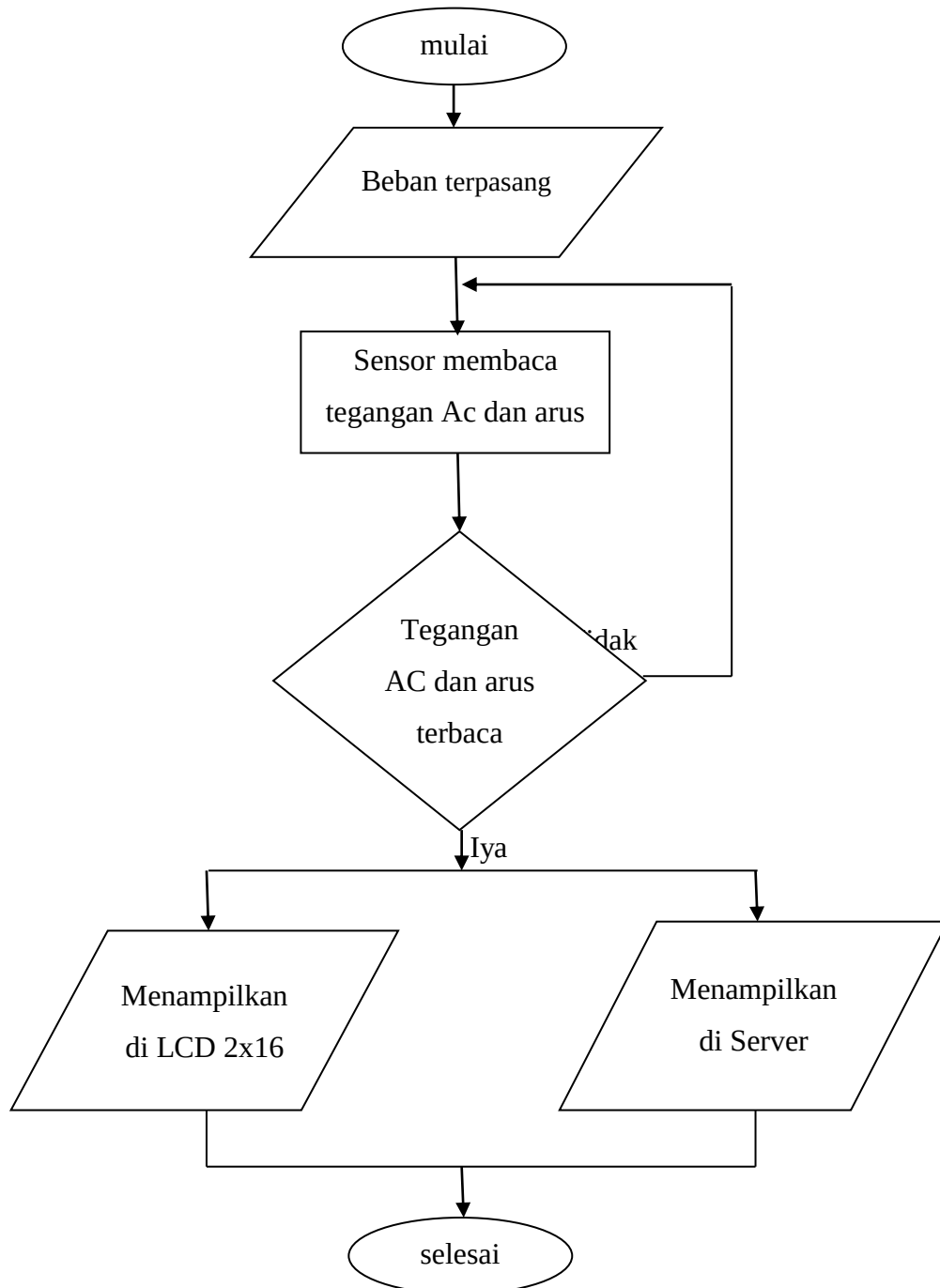
Adanya proses kerja sistem mempermudah untuk mengetahui proses sistem bekerja secara garis besar. Sistem ini bekerja diawali dari sensor tegangan dan sensor arus mengambil data dari beban yang terpasang, kemudian data dari hasil pembacaan tersebut akan diproses melalui mikrokontroler arduino UNO. Hasil dari proses mikrokontroler arduino UNO akan ditampilkan melalui LCD dengan ukuran 2x16. Selain itu, hasil dari proses mikrokontroler arduino UNO akan ditampilkan di server melalui jaringan internet dengan bantuan NodeMCU.



Gambar 3.2 Proses Kerja Sistem

3.3.2 Flowchart Sistem Monitoring

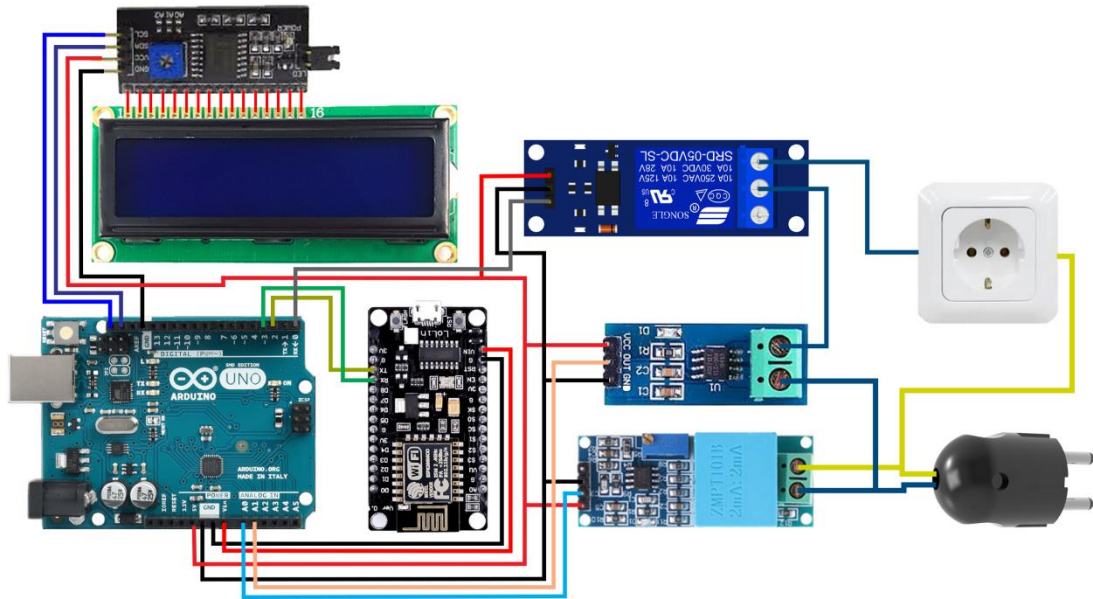
Flowchart sistem monitoring digunakan untuk pembacaan proses penyelesaian Tugas Akhir menjadi lebih mudah. Adapun flowchart sistem monitoring dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.3 Flowchart Sistem Monitoring

3.3.3 Rangkaian Sistem Monitoring

Pada gambar 3.3 adalah rangkaian sistem monitoring secara keseluruhan, terdapat sensor arus, sensor tegangan, relay, nodemcu, LCD, dan arduino yang menjadi komponen-komponen pada sistem monitoring tersebut. Sensor tegangan terhubung dengan pin analog A0 pada arduino, sensor arus terhubung dengan pin A1 pada arduino, relay terhubung Vin, IO0, dan *ground*, nodemcu terhubung dengan pin digital IO2 dan IO3 pada arduino, dan LCD terhubung dengan pin digital SCL dan SDA.



Gambar 3.4 Rangkaian sistem monitoring

3.4 Cara Analisis

3.4.1 Pengambilan Data

Perlunya adanya data untuk melakukan penganalisa terhadap sebuah sistem, untuk itu penulis melakukan pengambilan data dari beberapa beban dalam kurun waktu 2 jam setiap bebannya. Adapun beban-beban tersebut, yaitu :

1. Kulkas
2. Setrika
3. Motor AC 1 phase
4. Cas Laptop
5. Solder
6. Dispenser
7. Televisi

8. Lampu Pijar
9. Kipas Angin

Sensor tegangan dan arus menjadi media pengambilan data-data berupa nilai tegangan dan arus. Setelah nilai tegangan dan arus didapat, maka biaya kWh per beban akan terpenuhi didapat dari kalkulasi nilai daya pada beban dikali waktu beban terpasang.

3.4.2 Pengujian

Pengujian alat monitoring daya listrik sangat perlu dilakukan karena untuk memastikan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik. Adapun pengujian yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Sensor Tegangan
2. Sensor Arus
3. Tampilan monitoring di LCD
4. Tampilan monitoring di server
5. Kesalahan

Pengujian pada sensor tegangan dan arus dilakukan untuk mengetahui sensor tegangan dan arus telah bekerja dengan baik dan hasil dari pembacaan sensor tegangan dan arus sesuai dengan pengukuran. Selanjutnya, melakukan pengujian tampilan monitoring pada LCD dan server sudah berjalan dengan baik atau belum. Terakhir, pengujian tingkat kesalahan sistem saat bekerja terhadap pengukuran. Menghitung tingkat kesalahan dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan 3.1 dan 3.2 sebagai berikut:

$$\% \text{ Kesalahan} = \left| \frac{V_{out} \text{ Perhitungan} - V_{out} \text{ Pengukuran}}{V_{out} \text{ Perhitungan}} \right| \times 100\% \quad (3.1)$$

$$\% \text{ Kesalahan rata-rata} = \frac{\sum \% \text{ Kesalahan}}{n} \quad (3.2)$$

Dimana n adalah banyaknya pengujian yang dilakukan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Semua data yang didapatkan dengan cara memasang beban-beban ke alat monitoring dalam kurun waktu 2 jam dan setiap 15 menit akan di catat hasil pembacaannya. Pemilihan beban berdasarkan besar nilai daya beban. Adapun hasil pembacaan alat monitoring daya listrik sebagai berikut :

4.1.1 Kulkas

Kulkas yang digunakan sebagai beban memiliki nilai daya sebesar 145 W. Besar nilai daya tersebut menghasilkan pembacaan sebagai berikut:

- Tegangan = 220 V
- Arus = 660 mA

Pembacaan nilai kWh dan biaya listrik selama 2 jam dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Nilai kWh dan biaya beban Kulkas

Waktu	kWh	Biaya
15 menit	0,03	Rp 48,-
30 menit	0,05	Rp 69,-
45 menit	0,07	Rp 91,-
60 menit	0,09	Rp 114,-
75 menit	0,11	Rp 136,-
90 menit	0,13	Rp 159,-
105 menit	0,15	Rp 181,-
120 menit	0,17	Rp 120,-

4.1.2 Setrika

Setrika yang digunakan sebagai beban merupakan merk Philips dengan nilai daya sebesar 278 W. Besar nilai daya tersebut menghasilkan pembacaan sebagai berikut :

- Tegangan = 219 V
- Arus = 1268 mA

Pembacaan nilai kWh dan biaya listrik selama 2 jam dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 5.2 Nilai kWh dan biaya beban Setrika

Waktu	kWh	Biaya
15 menit	0,04	Rp 55,-
30 menit	0,06	Rp 86,-
45 menit	0,08	Rp 118,-
60 menit	0,10	Rp 149,-
75 menit	0,12	Rp 181,-
90 menit	0,14	Rp 212,-
105 menit	0,16	Rp 243,-
120 menit	0,18	Rp 274,-

4.1.3 Motor AC 1 phase

Motor AC 1 phase yang digunakan sebagai beban merupakan merk Bison dengan nilai daya sebesar 110 W. Besar nilai daya tersebut menghasilkan pembacaan sebagai berikut :

- Tegangan = 219 V
- Arus = 501 mA

Pembacaan nilai kWh dan biaya listrik selama 2 jam dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 6.3 Nilai kWh dan biaya beban Motor AC 1 phase

Waktu	kWh	Biaya
15 menit	0,03	Rp 38,-
30 menit	0,05	Rp 66,-
45 menit	0,07	Rp 106,-
60 menit	0,10	Rp 147,-
75 menit	0,13	Rp 184,-
90 menit	0,15	Rp 226,-
105 menit	0,17	Rp 267,-
120 menit	0,19	Rp 310,-

4.1.4 Cas Laptop

Cas laptop yang digunakan sebagai beban merupakan merk HP dengan nilai daya sebesar 92 W. Besar nilai daya tersebut menghasilkan pembacaan sebagai berikut :

- Tegangan = 219 V
- Arus = 422 mA

Pembacaan nilai kWh dan biaya listrik selama 2 jam dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 7.4 Nilai kWh dan biaya beban Cas Laptop

Waktu	kWh	Biaya
15 menit	0,02	Rp 33,-
30 menit	0,04	Rp 65,-
45 menit	0,06	Rp 90,-
60 menit	0,08	Rp 123,-
75 menit	0,10	Rp 150,-
90 menit	0,12	Rp 181,-
105 menit	0,14	Rp 212,-
120 menit	0,16	Rp 244,-

4.1.5 Solder

Solder yang digunakan sebagai beban merupakan merk Dekko dengan nilai daya sebesar 30 W. Besar nilai daya tersebut menghasilkan pembacaan sebagai berikut :

- Tegangan = 219 V
- Arus = 132 mA

Pembacaan nilai kWh dan biaya listrik selama 2 jam dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 8.5 Nilai kWh dan biaya beban Solder

Waktu	kWh	Biaya
15 menit	0,01	Rp 10,-
30 menit	0,01	Rp 21,-
45 menit	0,02	Rp 31,-
60 menit	0,02	Rp 42,-
75 menit	0,03	Rp 51,-
90 menit	0,03	Rp 62,-
105 menit	0,04	Rp 71,-
120 menit	0,04	Rp 81,-

4.1.6 Dinpenser

Setrika yang digunakan sebagai beban merupakan merk Philips dengan nilai daya sebesar 190 W. Besar nilai daya tersebut menghasilkan pembacaan sebagai berikut :

- Tegangan = 220 V
- Arus = 158 mA

Pembacaan nilai kWh dan biaya listrik selama 2 jam dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 9.6 Nilai kWh dan biaya beban Dispenser

Waktu	kWh	Biaya
15 menit	0,02	Rp 23,-
30 menit	0,03	Rp 45,-
45 menit	0,04	Rp 65,-
60 menit	0,06	Rp 86,-
75 menit	0,08	Rp 119,-
90 menit	0,10	Rp 138,-
105 menit	0,12	Rp 159,-
120 menit	0,14	Rp 178,-

4.1.7 Televisi

Televisi yang digunakan sebagai beban merupakan merk LG dengan nilai daya sebesar 98 W. Besar nilai daya tersebut menghasilkan pembacaan sebagai berikut :

- Tegangan = 220 V
- Arus = 449 mA

Pembacaan nilai kWh dan biaya listrik selama 2 jam dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 10.7 Nilai kWh dan biaya beban Televisi

Waktu	kWh	Biaya
15 menit	0,03	Rp 37,-
30 menit	0,05	Rp 74,-
45 menit	0,07	Rp 111,-
60 menit	0,09	Rp 147,-
75 menit	0,11	Rp 184,-
90 menit	0,13	Rp 222,-
105 menit	0,15	Rp 257,-
120 menit	0,17	Rp 295,-

4.1.8 Lampu Pijar

Sebanyak 8 lampu pijar yang dihidupkan secara bersamaan digunakan sebagai beban memiliki nilai daya beban sebesar 200 W. Besar nilai daya tersebut menghasilkan pembacaan sebagai berikut :

- Tegangan = 215 V

- Arus = 581 mA

Pembacaan nilai kWh dan biaya listrik selama 2 jam dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 11.8 Nilai kWh dan biaya beban Lampu Pijar

Waktu	kWh	Biaya
15 menit	0,04	Rp 64,-
30 menit	0,10	Rp 146,-
45 menit	0,15	Rp 208,-
60 menit	0,20	Rp 265,-
75 menit	0,24	Rp 295,-
90 menit	0,28	Rp 359,-
105 menit	0,32	Rp 422,-
120 menit	0,36	Rp 484,-

4.1.9 Kipas Angin

Kipas angin yang digunakan sebagai beban merupakan merk Miyako dengan nilai daya sebesar 40 W. Besar nilai daya tersebut menghasilkan pembacaan sebagai berikut :

- Tegangan = 218 V
- Arus = 184 mA

Pembacaan nilai kWh dan biaya listrik selama 2 jam dapat dilihat pada tabel 4.9

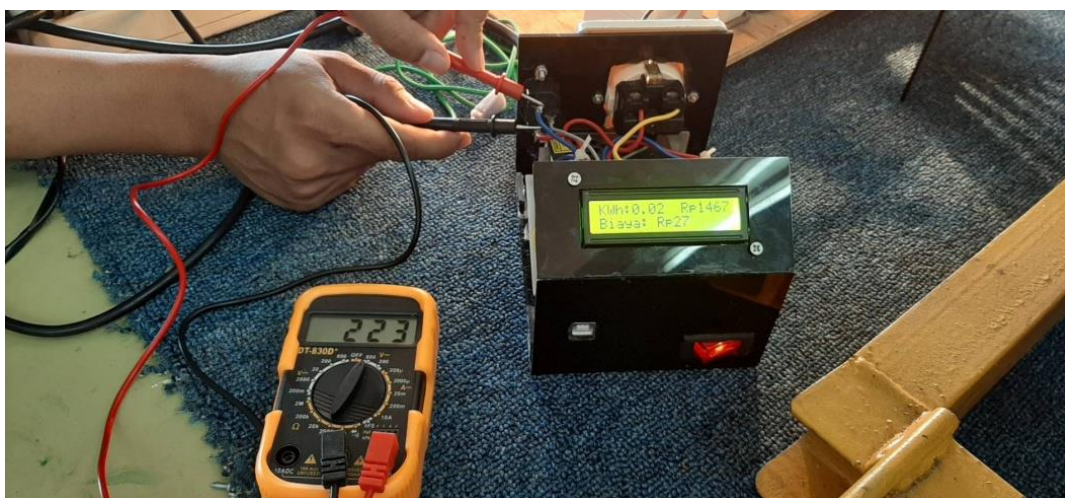
Tabel 12.9 Nilai kWh dan biaya beban Kipas

Waktu	kWh	Biaya
15 menit	0,01	Rp 15,-
30 menit	0,02	Rp 30,-
45 menit	0,03	Rp 45,-
60 menit	0,04	Rp 60,-
75 menit	0,15	Rp 75,-
90 menit	0,16	Rp 90,-
105 menit	0,17	Rp 105,-
120 menit	0,18	Rp 120,-

4.2 Pengujian

4.2.1 Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian terhadap sensor tegangan bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor tegangan sudah bekerja dengan baik atau belum. Sensor tegangan sendiri akan dipasang ke arduino UNO sebagai media dari pembacaan yang diatur dengan program. Tegangan yang bisa masuk ke PIN ADC arduino UNO sebesar 5 VDC, maka perlunya tegangan PLN 220 V diubah menjadi VDC. Sensor tegangan ZMPT101B memiliki 5 pin, 2 pin terhubung pada sumber tegangan dan 3 pin lainnya terhubung pada 5V, pin A0, dan *ground*.



Gambar 4.1 Pengujian sensor tegangan

Pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa pengujian sensor tegangan dalam pembacaan dan sebagai alat monitoring. Pengujian kinerja alat dilakukan dengan membandingkan pengukuran nilai tegangan dengan sensor tegangan dan voltmeter. Adapun hasil perbandingnya dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil pengujian nilai tegangan

Beban	Tegangan		Error (%)
	Sensor Tegangan	Voltmeter	
Kulkas	220 V	220 V	0
Setrika	219 V	220 V	0,45
Motor AC 1 phase	219 V	219 V	0
Cas Laptop	219 V	220 V	0,45
Solder	219 V	220 V	0,45
Dispenser	220 V	220 V	0

Televisi	220 V	220 V	0
Lampu Pijar	215 V	217 V	0,9
Kipas	218 V	219 V	0,45
<i>Error rata-rata</i>			0,3

Data *error* yang didapat dari hasil pengamatan pada tabel 4.10 dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan 3.1 dan nilai *error* rata-rata didapat dari perhitungan menggunakan persamaan 3.2.

Pembacaan sensor tegangan dan voltmeter yang berbeda akan menimbulkan sebuah *error* yang biasanya disebabkan oleh ketidakstabilan tegangan saat proses pembacaan antara sensor tegangan dan voltmeter. Menurut [14] nilai *error* yang terdapat pada tabel 4.10 masuk dalam kategori golongan 1, yaitu alat ukur dengan presisi yang tinggi dan biasanya digunakan di Laboratorium yang standar.

4.2.2 Pengujian Sensor Arus

Pengujian sensor arus bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor dalam pembacaan nilai arus bekerja dengan baik atau belum. Sensor arus ACS712 mengambil data dalam waktu berkala dari beberapa beban yang terpasang pada alat monitoring. Sensor arus ACS712 menghasilkan sinyal analog dari pembacaan secara langsung, kemudian diterima arduino melalui pin ADC. Sensor arus ACS712 memiliki 5 pin, 2 pin pada sensor ini yang terhubung dengan sumber tegangan dan 3 pin terhubung dengan 5V, pin A1, dan *ground*.



Gambar 4.2 Pengujian sensor arus

Alat monitoring daya listrik ini menampilkan pembacaan arus dari beban yang terpasang pada jaringan listrik PLN. Perlunya pengujian sensor arus ACS712 dikarenakan untuk mengetahui karakteristik sensor ini bekerja dengan membandingkan pengukuran alat monitoring dengan amperemeter. Beban-beban yang akan diuji sama halnya seperti pengujian pada sensor tegangan. Adapun hasil pengujian beban pada pembacaan nilai arus dapat dilihat pada tabel 4.11.

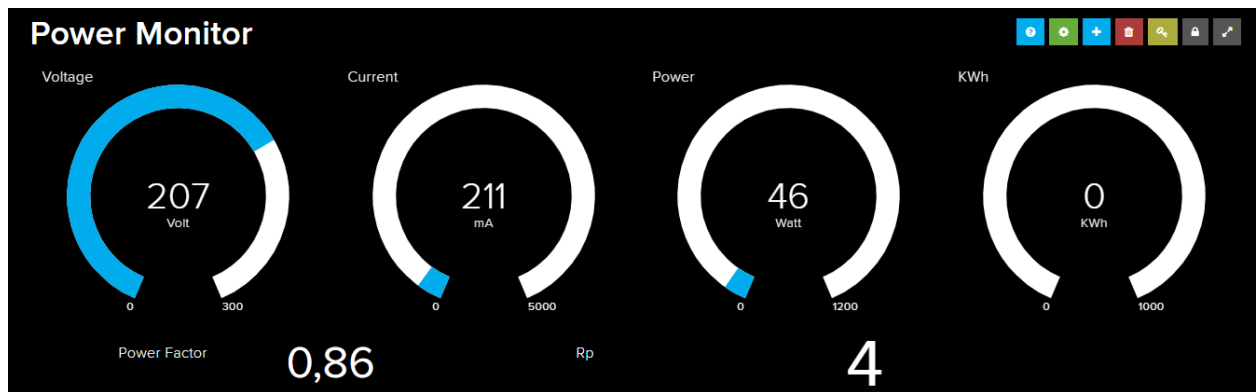
Tabel 4.11 Hasil pengujian nilai arus

Beban	Arus		Error (%)
	Sensor Arus	Amparemeter	
Kulkas	660 mA	662 mA	0,3
Setrika	1268 mA	1269 mA	0,07
Motor AC 1 phase	501 mA	500 mA	0,19
Cas Laptop	422 mA	420 mA	0,47
Solder	132 mA	132 mA	0
Dispenser	158 mA	159 mA	0,63
Televisi	449 mA	450 mA	0,22
Lampu Pijar	581 mA	580 mA	0,17
Kipas	184 mA	183 mA	0,54
Error rata-rata			0,28

Dilihat pada tabel 4.11 menunjukkan hasil pengujian dari perbandingan pembacaan sensor arus ACS712 dengan amperemeter. Berdasarkan persamaan 3.1 dan 3.2, menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik dan memiliki nilai *error* rata-rata sebesar 0,28%. Nilai *error* sebesar 0,28%, maka dapat dikatakan bahwa masuk dalam kategori golongan 1 yang artinya memiliki presisi yang tinggi [14].

4.2.3 Pengujian Server

Pengujian server ini bertujuan untuk mengetahui pembacaan dari alat monitoring daya listrik yang dikirimkan ke server telah bekerja dengan baik atau belum. Data-data dari pembacaan sensor tegangan dan arus akan dikirimkan ke server dengan bantuan modul NodeMCU. Server yang digunakan adalah *Adafruit IO* yang merupakan salah satu *library* dari *arduino* media untuk melihat hasil pembacaan alat ini melalui jaringan internet [15].



Gambar 4.3 Monitor pada server

Sistem monitoring daya listrik terkoneksi dengan jaringan internet sehingga pengguna energi listrik dapat memonitoring dari jarak jauh. Adapun cara kerja sistem monitoring ini agar dapat di monitoring dari jarak jauh. Pertama, mengatur jaringan internet yang akan digunakan. Saat ini penulis mengatur sistem monitoring terkoneksi dengan *hotspot handphone*. Kedua, sistem monitoring dihidupkan saja dan secara langsung terhubung dengan jaringan internet. Ketiga, sistem monitoring terhubung secara langsung dengan beban. Kemudian, sistem monitoring akan membaca data-data pada beban. Hasil pembacaan tersebut akan dikirimkan ke server untuk dapat dilihat. Keempat, masuk dalam server *Adafruit IO* melalui akun yang tersedia dan didalamnya bisa dilihat hasil pengiriman data dari sistem monitoring tersebut.

Pada gambar 4.3 bisa dilihat tampilan dari server *Adafruit IO* menunjukkan ada 6 variabel yang ditampilkan yaitu nilai arus, tegangan, daya, kWh, *power factor* dan biaya. Dalam pengiriman pembacaan dari alat monitoring daya listrik ini keserver membutuhkan waktu sekitar 10-15 detik. Terhubungnya alat monitoring daya listrik ini dengan jaringan internet maka pengguna energi listrik akan tetap bisa melihat biaya pemakaian energi listrik disetiap bebannya walaupun tidak melihat langsung dari alat ini.

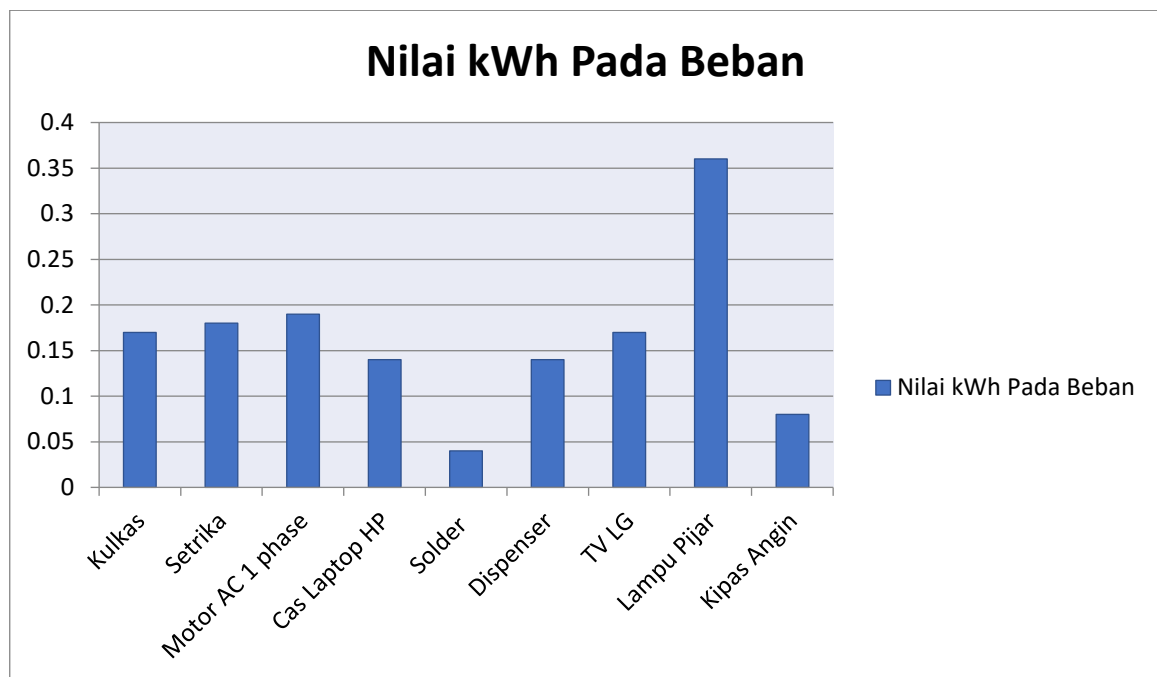
Beban-beban yang diujikan pada alat ini beraneka ragam, yaitu beban resistif dan induktif. Beban resistif dan induktif tentunya berkaitan dengan *factor daya*. *Factor daya* ini akan mempengaruhi nilai daya yang akan diukur menggunakan alat monitoring ini. Pada beban resistif, *power factor* bernilai 1 karena pada beban resistif memiliki sifat yang sama dengan resistor. Sedangkan pada beban induktif, *power factor* tidak tetap karena pada beban induktif arus yang mengalir akan terinduksi dan berubah menjadi medan magnet sehingga akan tersimpan. Untuk dapat mengukur nilai *power factor* pada beban penulis menggunakan persamaan 4.1.

$$Power\ factor = \frac{Real\ Power}{Apparent\ Power} \quad (4.1)$$

4.3 Pembahasan

4.3.1 Monitoring kWh

Alat monitoring daya listrik ini mampu menghitung nilai kWh pada setiap bebannya. Tujuan dari monitoring kWh ini adalah para konsumen energi listrik dapat menentukan estimasi biaya dari pemakaian beban-beban yang terpasang pada sumber listrik PLN. Adapun nilai kWh pada beban-beban yang berbeda bisa dilihat pada grafik 4.1.



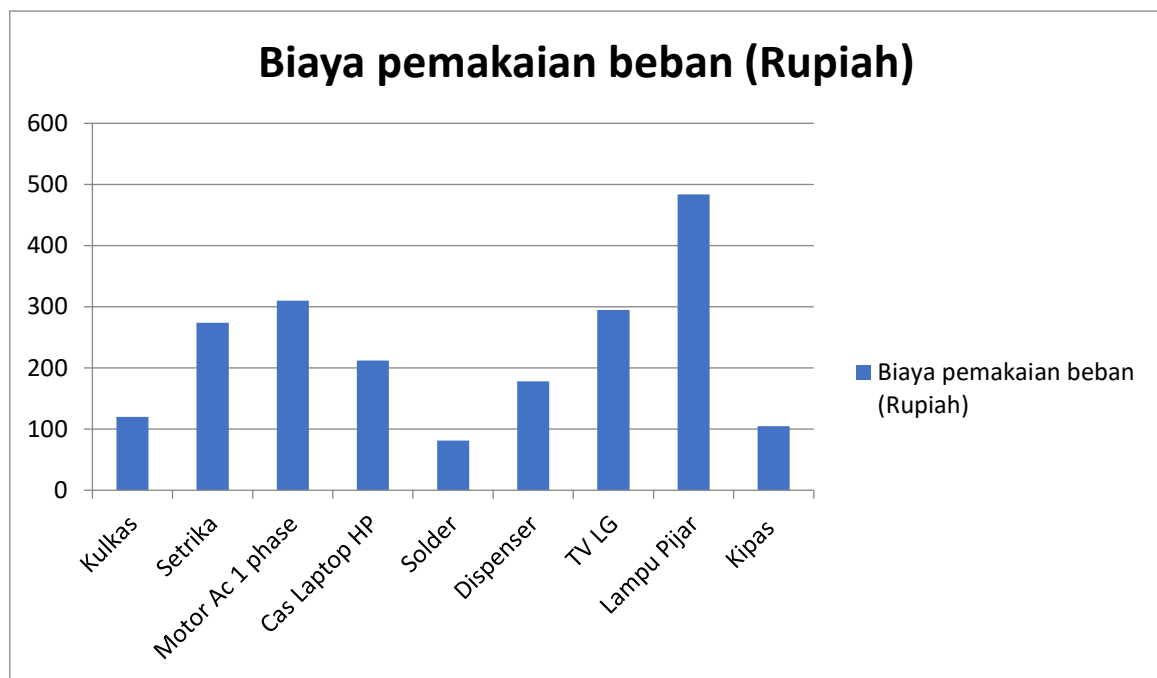
Grafik 4.1 Nilai kWh pada beban

Pada grafik 4.1 terlihat beban-beban yang terpasang di sumber listrik PLN dalam waktu 2 jam memiliki nilai kWh yang termonitoring dari alat ini. Dari hasil monitoring menunjukkan beban yang memiliki nilai kWh sebesar 0,36. Penulis melakukan pengujian terhadap lampu pijar dengan beberapa lampu yang dihidupkan bersama-sama dengan total daya sebesar 125 W. Jika dilihat dari hasil data, beban yang memiliki daya paling besar adalah setrika dan memiliki nilai kWh sebesar 0,17. Hal ini terjadi karena lampu pijar memiliki banyak kelemahan yaitu, hanya sebesar 10% untuk energi pencahayaan dan 90% memancarkan sebagai panas. Bukan hanya itu

saja, melainkan lampu pijar memiliki efikasi rendah dan umurnya yang pendek sekitar 1000 jam [16].

4.3.2 Monitoring Biaya

Alat monitoring daya listrik ini menampilkan biaya pemakaian dari beban-beban yang terhubung pada sumber listrik PLN. Perhitungan tarif biaya pemakaian listrik dilakukan dengan cara nilai kWh pada beban dikalikan dengan tarif biaya konsumsi listrik yang telah ditetapkan pemerintah per-kWh nya. Adapun biaya pemakaian beban dapat dilihat pada grafik 4.2.



Grafik 4.2 Biaya pemakaian beban

Pada grafik 4.2 menunjukkan bahwa biaya konsumsi energi listrik yang paling besar adalah lampu pijar dan biaya terendah adalah solder. Pemakaian beban yang menyerap energi listrik paling besar akan menghasilkan nilai kWh yang besar juga, dan menyebabkan biaya konsumsi akan mengikuti besar dan kecilnya nilai kWh. Oleh sebab itu, penghematan energi harus dilakukan dengan meminimalisir pemakaian energi listrik dengan cara menggunakan energi listrik seperlunya saja.

Alat monitoring daya listrik ini mampu menampilkan dari pembacaan nilai tegangan dan arus. Nilai tegangan dan arus tersebut dikalkulasikan menjadi nilai kWh dan biaya konsumsi listrik, selain itu alat monitoring ini terdapat relay sebagai saklar yang dapat membatasi arus yang masuk sehingga pengguna energi listrik dapat menghemat energi listrik dengan cara mengatur nilai arus beban yang bisa digunakan.

Naik dan turunnya tegangan sumber PLN juga mempengaruhi kestabilan alat ini dalam menghitung biaya konsumsi energi listrik. Hal ini, akan menimbulkan *error* pada sensor tegangan dan arus dalam membaca data nilai tegangan dan arus pada beban.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian tentang Monitoring Daya Listrik ini adalah :

1. Alat monitoring daya listrik bekerja sesuai dengan yang diinginkan.
2. Terdapat *error* pada pembacaan nilai tegangan dan arus secara berturut-turut sebesar 0,3% dan 0,28%.
3. Alat monitoring daya listrik ini mampu membatasi arus sesuai yang diinginkan.
4. Batas maksimum alat monitoring daya listrik sebesar 5 A.
5. Alat monitoring daya listrik memiliki waktu tunda selama 12 detik pada pengiriman ke server.

5.2 Saran

Saran kedepannya terhadap pengembangan alat monitoring daya listrik guna meningkatkan kualitas kinerja alat, sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dibutuhkan sensor tegangan dan arus yang lebih baik sehingga hasil yang didapat lebih presisi dan *error* lebih kecil.
2. Buat aplikasi khusus untuk monitoring sehingga tidak perlu lagi melihatnya di website.
3. Dapat ditambahkan sistem yang dapat mematikan alat ini dari aplikasi sehingga pengguna energi listrik dapat mematikan beban dan biaya tidak membengkak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. E. Wicaksono, “Tarif Listrik Pelanggan 900 VA Golongan Mampu Kembali Naik di Mei,” *Liputan6*, 2017.

- [2] A. Furqon, A. B. Prasetijo, and E. D. Widiyanto, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Daya Listrik pada Rumah Kos Menggunakan NodeMCU dan Firebase Berbasis Android," *Ilm. Elektron.*, vol. 18, no. 2, pp. 93–104, 2019.
- [3] T. Nusa, S. R. U. A. Sompie, and E. M. Rumbayan, "Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler," *E-Journal Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 4, no. 5, pp. 19–26, 2015.
- [4] R. Sulistyowat and D. D. Febriantoro, "Perancangan Prototype Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler," *J. IPTEK Vol 16 No.1 Mei 2012*, vol. 16, no. 1, pp. 10–21, 2012.
- [5] I. Dinata and W. Sunanda, "Implementasi Wireless Monitoring," *Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 83–88, 2015.
- [6] B. G. Melipurbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus ACS712," *Orbith*, vol. 12, no. 1, pp. 17–23, 2016.
- [7] S. Sultan, U. Rana, I. Ahmed, and S. Rabbani, "A New Technology of Online-Condition Monitoring of Energy Conservation Generation & Loads," *Smart Grid Renew. Energy*, vol. 4, no. February, pp. 18–22, 2013.
- [8] Y. Huang, Y. Li, F. Chen, X. Zheng, and J. Tang, "A Modified Back / Forward Sweep Method Based on the Electricity Consumption Data," *Energy Power Eng.*, vol. 9, pp. 176–182, 2017.
- [9] C. Zhao, C. Zhao, H. Xu, H. Zhang, and M. Sun, "Research and Application of 3G Electrical Safety Job Site Intelligent Monitoring Device," *Energy Power Eng.*, no. July, pp. 881–883, 2013.
- [10] A. W. Wardhana *et al.*, "Perancangan Sistem Monitoring Voltage Flicker Berbasis Arduino Dengan Metode Fast Fourier Transform (Fft)," *Tek. Elektro ITS*, pp. 1–6, 2016.
- [11] E. B. Prasetya, "Aplikasi Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikokontroler ATMEGA328," *J. UMJ*, no. 10510, pp. 53–56, 2017.
- [12] A. Ansori, "Studi Pemanfaatan Internet of Things dan Data Mining untuk Pengawasan Bahan Bakar Minyak (Studi Kasus: Perusahaan Pelayaran Penumpang Nasional)," *Wave J. Ilm. Teknol. Marit.*, vol. 12, no. 1, p. 31, 2018.
- [13] D. Setiadi and M. N. A. Muhaemin, "PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM MONITORING IRIGASI (SMART IRIGASI)," *J. Infotronik*, vol. 3, no. 2, pp. 95–102, 2018.
- [14] Taufiqullah, "Akurasi dan Kalibrasi Alat Ukur," *www.TN Elektro.com*, 2019. [Online]. Available: Akurasi dan Kalibrasi Alat Ukur.
- [15] Adafruit, "Arduino," *Adafruit IO*, 2015. [Online]. Available: learn.adafruit.com/adafruit-

io/arduino.

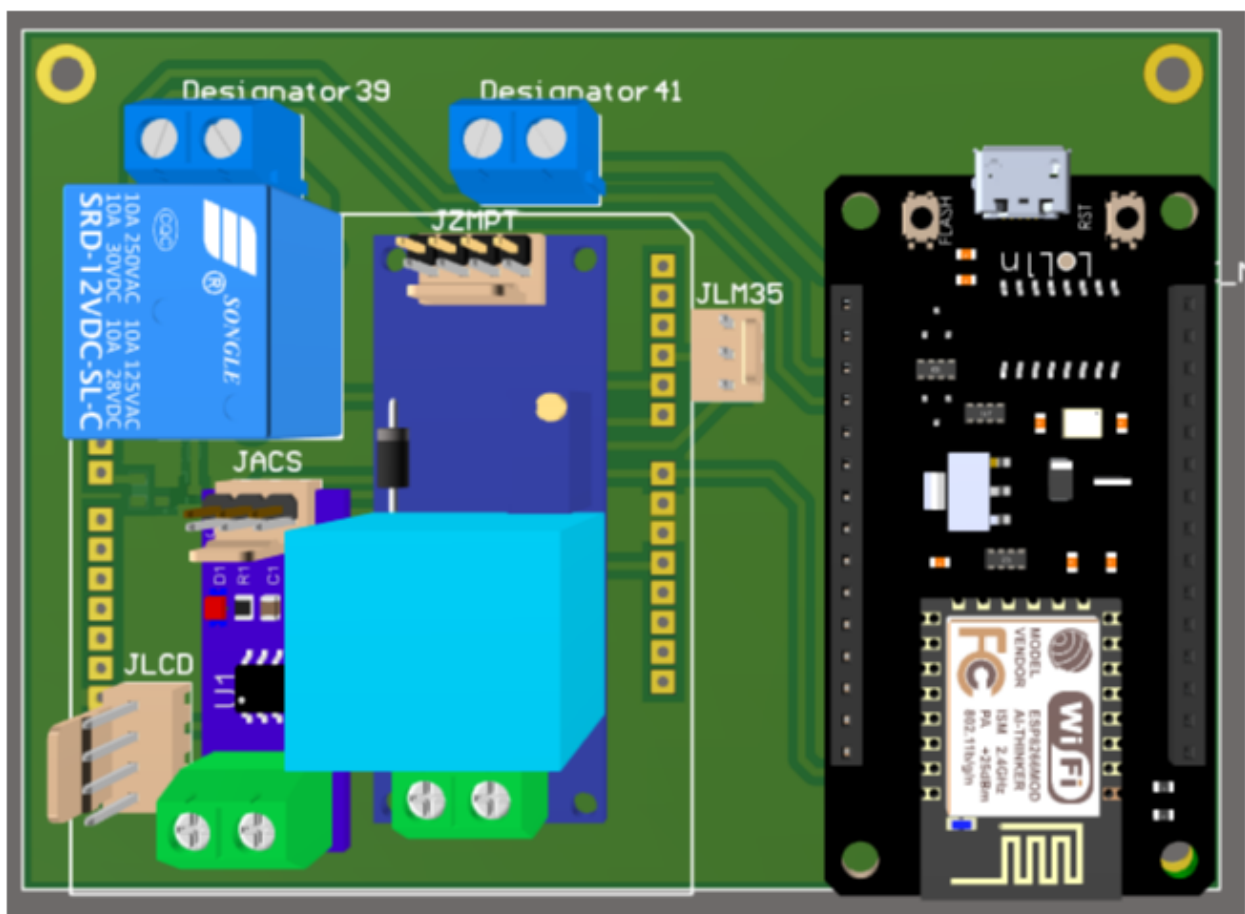
- [16] Ahmad Syaikhon, “Lampu Pijar VS Lampu Hemat Energi,” *Harian ekonomi Neraca*, 2014. [Online]. Available: <http://www.neraca.co.id/article/36755/Lampu-Pijar-VS-Lampu-Hemat-Energi>.

LAMPIRAN

Lampiran 1 – Rincian Biaya Skripsi

No	Rincian	Frekuensi (Kali)	Volume (Unit)	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (3) × (4) × (5)
1	Sensor Tegangan ZMPT101B	1	1	Rp90,000.00	Rp90,000.00
2	Arduino Uno	1	1	Rp60,000.00	Rp60,000.00
3	Sensor Arus ACS712	1	1	Rp24,000.00	Rp24,000.00
4	Power Supply	1	1	Rp80,000.00	Rp80,000.00
5	LCD 2x16	1	1	Rp30,000.00	Rp30,000.00
6	NodeMCU	1	1	Rp80,000.00	Rp80,000.00
7	Akrilik 3 mm	1	1	Rp80,000.00	Rp80,000.00
8	Kabel	1	1	Rp56,000.00	Rp56,000.00
Jumlah					Rp500,000.00

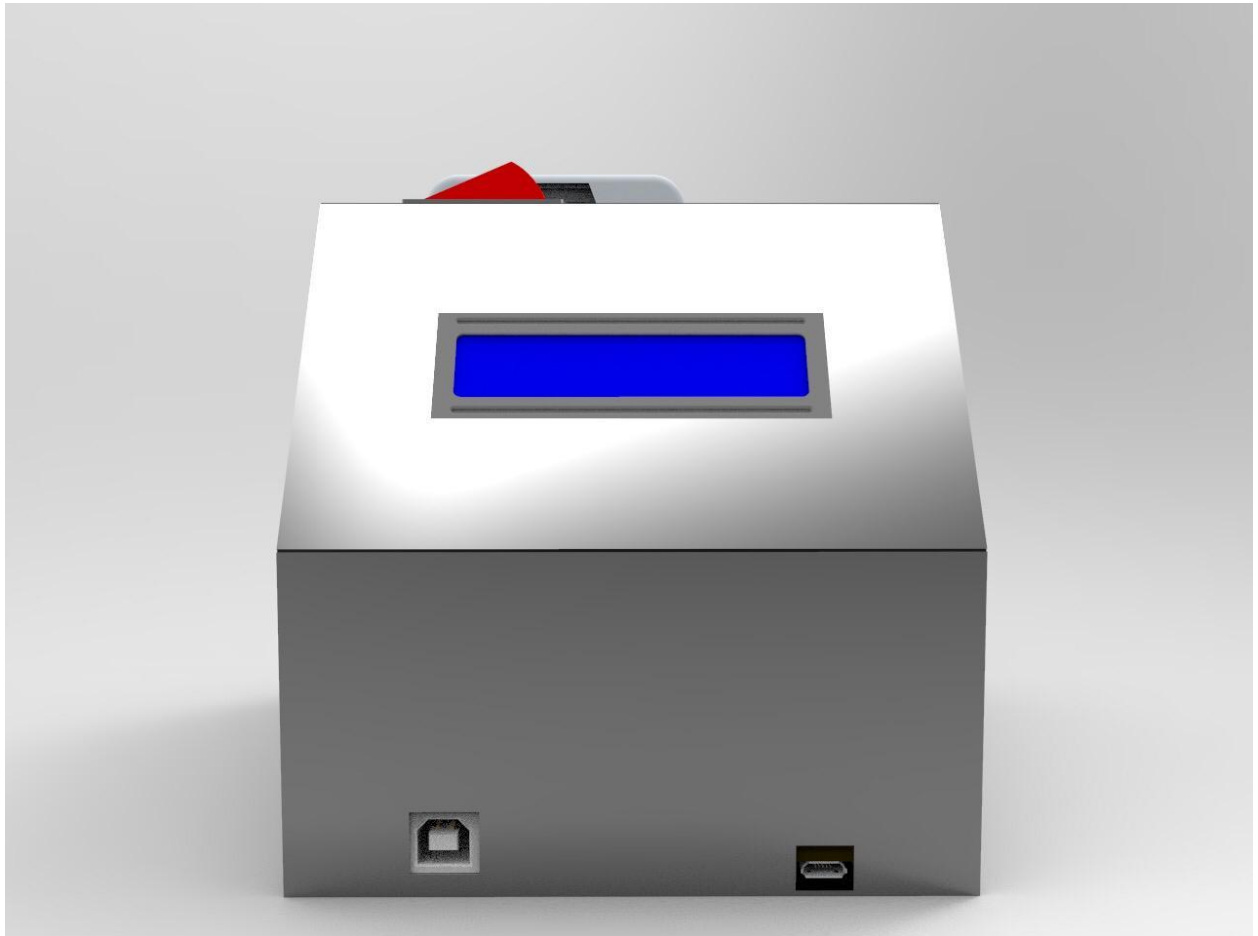
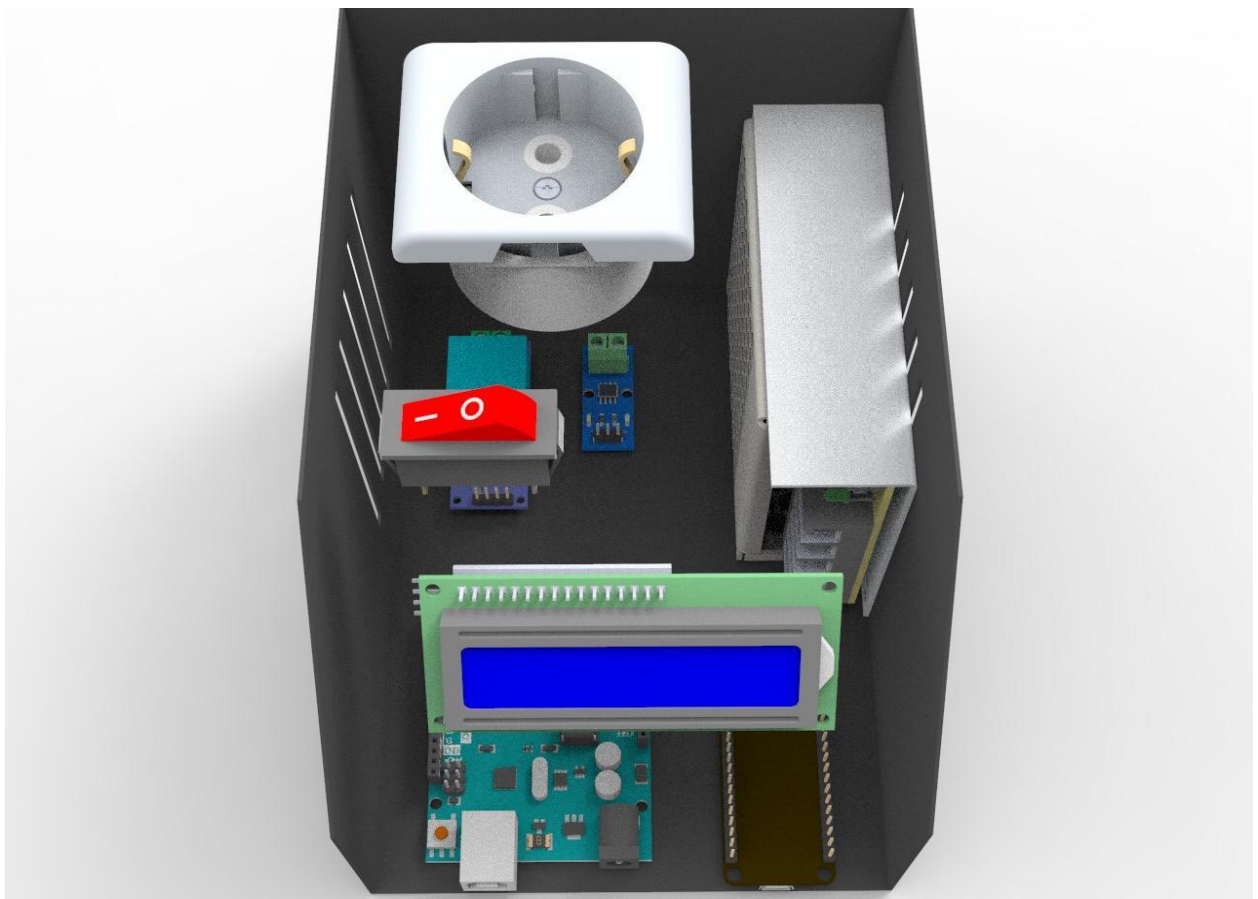
Lampiran 2 – Desain PCB



The diagram illustrates a smart meter system architecture. It features an ARDUINO UNO microcontroller connected to a NODE_MCU module via I2C. The Arduino Uno is also connected to a 16x2 LCD display and a 12V PSU. The ZMPT101 voltage sensor and ACS712-5.0 current sensor are connected to the Arduino's ADC pins. The relay is controlled by the Arduino's digital output pins and is connected to the AC line through a fuse and a diode.

A 3D rendering of a dark gray folder. The folder has a white tab on the left and a red tab on the right. The right side of the folder is slanted. There are five vertical slots on the left side of the folder, revealing black and white contents. The folder is set against a light gray background.

Lampiran 4 – Desain Sistem Monitoring



Lampiran 5 – Program Monitoring Daya

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#define relay 7
SoftwareSerial espSerial = SoftwareSerial(2,3);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
int current_Volts;
long sample2;
float samplesnum = 1000;
unsigned long adc_zero = 509;
long currentacc,currentac,currentAD, adc_I, adc_V;
int count;
String ssid = "iPhone";
String pwd = "Agus1234";
String ssid_connect = 'c'+ssid+'<'+pwd+'>';
long start_time;
float val,actualval,amps;
int current_Irms;
void read_VC()
{
    unsigned long prev_time = micros()-200;
    unsigned long calc_I=0;
    unsigned long calc_V=0;
    long positive_I, positive_V;
    while(count<1000)
    {
        if(micros()-prev_time >= 100)
        {
            adc_I = analogRead(A0)-adc_zero;
            adc_V = analogRead(A1)-adc_zero;
            positive_I = (adc_I*adc_I);
            positive_V = (adc_V*adc_V);
            calc_I +=positive_I;
            calc_V +=positive_V;
            count++;
        }
    }
}
```

```

    prev_time += 100;
}
}
long Irms = sqrt((float) calc_I / 1000);
long Vrms = sqrt((float) calc_V / 1000);
if(Irms<=2) Irms=0;
current_Irms = (long)(Irms*5000000)/1023/185;
current_Volts = (float)(Vrms*5*132)/1023;
count=0;
calc_I =0;
calc_V =0;
Serial.print(current_Volts);
Serial.print(" ");
Serial.println(Vrms);
if(current_Irms>2000) digitalWrite(relay,LOW);
}
void read_current1()
{
    unsigned long prev_time = micros()-200;
    unsigned long calc_I=0;
    long positive_I;
    while(count<400)
    {
        if(micros()-prev_time >= 200)
        {
            adc_I = analogRead(A1)-adc_zero;
            positive_I = (adc_I*adc_I);
            calc_I +=positive_I;
            count++;
            prev_time += 200;
        }
    }
    long rms = sqrt((float) calc_I / 400);
    if(rms<=2) rms=0;
    current_Irms = (long)(rms*5000000)/1023/185;

```

```

    count=0;
    calc_I =0;
    Serial.println(rms);
    Serial.println(current_Irms);
}
int P;
void calc_realPower()
{
    P = (220*(float)current_Irms/1000);
}
unsigned long nextmillis;
float energy;
long detik;
void calc_energy()
{
    while(millis()<nextmillis){}
    nextmillis = millis()+1000;
    energy += P/3600000.000;
    detik++;
}
unsigned long cost;
int perkwh = 1467;
void calc_currency()
{
    cost = energy * perkwh;
}
String v,i,p,e,t,c;
void printserial()
{
    Serial.print(" Voltage: ");
    Serial.print( current_Volts );
    Serial.print(" Current: ");
    Serial.print( current_Irms );
    Serial.print(" POWER: ");
    Serial.print(P);

```

```

Serial.print("    ENERGY: ");
Serial.print(energy*1000);
Serial.print("    biaya: ");
Serial.print(cost);
Serial.print("    detik: ");
Serial.println(detik);
v=String(current_Volts);
i=String(current_Irms);
p=String(P);
e=String(energy);
c=String(cost);
Serial.println("dv"+v+'i'+i+'p'+p+'e'+e+"t40c"+c+'#');
espSerial.println("dv"+v+'i'+i+'p'+p+'e'+e+"t40c"+c+'#');
}

void connecting()
{
    char get_dt;
    delay(1000);
    //get_dt = espSerial.read();
    Serial.print(ssid_connect);
    espSerial.print(ssid_connect);
    //delay(1000);
    //get_dt= espSerial.read();
    //Serial.println(get_dt);
}

void setup() {
    pinMode(7,OUTPUT);
    lcd.begin();
    Serial.begin(9600);
    espSerial.begin(115200);
    delay(2000);
    pinMode(relay,OUTPUT);
    digitalWrite(relay,HIGH);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Monitoring Daya Listrik");
}

```

```

    delay(1000);
    connecting();
}
String d_volt,d_amp,d_pwr,d_kwh,d_cost,d_perkwh;
int disp,count_disp;
void lcd_disp()
{
    lcd.clear();
    d_volt = "V:" + v + 'v';
    d_amp = "I:" + i + "mA";
    d_pwr = "P:" + p + " Watt";
    d_kwh = "KWh:" + e;
    d_perkwh = "Rp" + (String) perkwh;
    d_cost = "Biaya: Rp" + c;
    count_disp = detik % 6;
    if(count_disp < 3)
    {
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print(d_volt);
        lcd.setCursor(7,0);
        lcd.print(d_amp);
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(d_pwr);
    }
    else
    {
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print(d_kwh);
        lcd.setCursor(10,0);
        lcd.print(d_perkwh);
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(d_cost);
    }
}
}

```

```

void loop(){
  read_VC();
  calc_realPower();
  calc_energy();
  calc_currency();
  printserial();
  lcd_disp();
  /*
  lcd.print("V:");
  lcd.print(current_Volts);
  lcd.print("V");
  lcd.setCursor(7,0);
  lcd.print("I:");
  lcd.print(current_Irms);
  lcd.print("mA");*/
  //Serial.println(analogRead(3));
  //delay(200);
  //delay(200);
  //read_voltage();
  //Serial.println(analogRead(A0));
}

```