

# TUGAS AKHIR

## RANCANG BANGUN MONITORING ENERGI LISTRIK TERPAKAI MENGGUNAKAN MIKRKONTROLER BERBASIS ANDROID

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD FADIL MAULANA  
1907220128



# UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : MUHAMMAD FADIL MAULANA

NPM 1907220128

Program Studi : Teknik Elektro

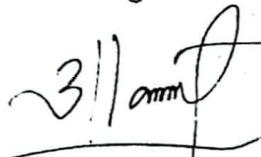
Judul Skripsi : Rancang Bangun Monitoring Energi Listrik Terpakai  
Menggunakan Mikrkontroler Berbasis Android

Bidang Ilmu : Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

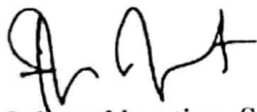
Mengetahui dan Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Assoc. Prof. Dr. Muhammad Fitra Zambak, S.T., M.Sc

Dosen Penguji I



Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd

Dosen Peguji II



Noorly Kyalina, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irsan, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : MUHAMMAD FADIL MAULANA  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan / 04 Juni 2001  
NPM : 1907220128  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“Rancang Bangun Monitoring Energi Listrik Terpakai Menggunakan Mikrkontroler Berbasis Android”**,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 21 Oktober 2024

Saya yang menyatakan,



MUHAMMAD FADIL MAULANA

## **ABSTRAK**

Energi listrik sudah menjadi salah satu kebutuhan hidup bagi manusia. Dengan adanya energi listrik manusia mengalami kemajuan yang sangat pesat dalam berbagai bidang teknologi elektronika. Pada catatan kwh meter yang dilakukan PLN sering kali terjadi kesalahan dalam hal pembacaan. Hal ini menyebabkan kerugian yang ditimbulkan oleh pelanggan pengguna listrik ataupun dari pihak PLN sendiri. Pembuatan alat ini bertujuan untuk monitoring kwh meter dengan alat yang berbasis IoT agar dapat dikontrol melalui jarak jauh. Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu alat monitoring energi listrik terpakai menggunakan mikrokontroler berbasis android dan Menganalisis alat monitoring energi listrik terpakai menggunakan mikrokontroler berbasis android ini efektif dan efisien digunakan. Hasil pada penelitian menunjukkan alat yang telah dirancang berhasil dibuat dibuktikan dengan pengujian yang menghasilkan kinerja alat sesuai apa yang diinginkan. Sensor yang digunakan pada alat ini sangat berperan penting untuk membaca hasil daya yang terpakai untuk menentukan tagihan yang ada. Setelah di uji maka alat ini sangat efektif untuk menjadi suatu alat memonitoring KWH meter karna termasuk daya dan tagihan juga berbasis IoT yang dapat dikontrol dengan jarak jauh

**Kata Kunci :** kWh meter, Sistem Kontrol, Arduino, IoT.

## **ABSTRACT**

*Electrical energy has become one of the necessities of life for humans. With the presence of electrical energy, humans have experienced very rapid progress in various fields of electronic technology. In the kwh meter records carried out by PLN, errors often occur in terms of reading. This causes losses incurred by electricity users or from PLN itself. The manufacture of this tool aims to monitor kwh meters with IoT-based tools so that they can be controlled remotely. This study aims to design a tool for monitoring electrical energy used using an android-based microcontroller and analyzing the tool for monitoring electrical energy used using an android-based microcontroller is effective and efficient to use. The results of the study showed that the tool that had been designed was successfully made as evidenced by testing which produced tool performance according to what was desired. The sensor used in this tool is very important for reading the results of the power used to determine the existing bill. After being tested, this tool is very effective as a tool for monitoring KWH meters because it includes power and bills that are also IoT-based which can be controlled remotely*

**Keywords:** kWh meter, Control System, Arduino, IoT.

## KATA PENGANTAR



Dengan nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Puji syukur kita ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “RANCANG BANGUN MONITORING ENERGI LISTRIK TERPAKAI MENGGUNAKAN MIKRKONTROLER BERBASIS ANDROID”. Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada kami didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan dan memberikan kasih sayangnnya yang tidak ternilai kepada kami semua sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, M.sc, P.hd, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi S.T., M.T., selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Ibu Elvy Sahnur Nasution S.T., M.Pd., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing saya dalam penulisan laporan Tugas Akhir.
9. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Satu Angkatan.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa yang akan datang. Akhirnya kami mengharapkan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri pribadi dan para pembaca terkhusus bagi dunia konstruksi Teknik Elektro serta kepada Allah SWT , kami serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya. Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, September 2024

M Fadil Maulana

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	2
1.2. Rumusan masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1. Landasan Teori .....	7
2.1.1 Energi Listrik .....	7
2.1.2 Beban Listrik .....	8
2.1.3 Karakteristik Sumber PLN.....	9
2.1.4 Tarif Listrik .....	11
2.1.5 Mikrokontroler .....	16
2.1.6 LCD .....	24
2.1.7 Sensor .....	26
2.1.8 Arus Listrik .....	33
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	37
3.1 Waktu dan Tempat.....	37
3.2 Bahan dan alat .....	37
3.3 Bagan Alir Penelitian.....	40
3.4 Metode Pembuatan Alat .....	41
3.5 Metode Pengujian Alat .....	42
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b> .....	43
4.1 Perancangan Alat .....	43
4.2 Pengujian Alat .....	52
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran .....	60



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Energi listrik sudah menjadi salah satu kebutuhan hidup bagi manusia. Dengan adanya energi listrik manusia mengalami kemajuan yang sangat pesat dalam berbagai bidang teknologi elektronika. Penggunaan tenaga listrik ini sudah dapat kita lihat secara langsung baik di lingkungan rumah tangga, rumah sakit dan industri. Pada pasal 33 ayat (2) Undang – undang dasar negara Republik Indonesia tahun 1945 yang menyatakan bahwa cabang – cabang produksi yang penting bagi negara dan menguasai hajat hidup orang banyak di kuasai oleh negara. Salah satu contoh cabang produksi yang dikuasai dan dikelola oleh negara adalah energi listrik. Agar dapat memberikan pelayanan terbaik dan memudahkan pemakaian energi listrik serta memenuhi keinginan masyarakat dalam pengadaan maupun perluasan jaringan energi listrik maka pemerintah menunjuk suatu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang disebut dengan Perusahaan Listrik Negara (PT.PLN). Suatu badan usaha milik negara Indonesia yang memberikan pelayanan dan mencari keuntungan kepada masyarakat agar nantinya dapat meningkatkan pendapatan negara. Dalam hal ini, untuk mendapatkan nilai konversi besaran energi listrik yang di gunakan oleh masyarakat menjadi besaran nilai, PLN menggunakan sebuah alat perhitungan yang disebut dengan KWH meter.

Berdasarkan catatan statistik ketenagalistrikan tahun 2019 yang dikeluarkan Direktorat Jenderal Ketenaga Listrikan Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, jumlah pelanggan PLN di tahun 2019 adalah 75.705.614 pelanggan. Pada Provinsi Sumatra Barat sebesar 1.239,902. Konsumsi listrik perkapita merupakan

perbandingan antara pemakaian tenaga listrik dibagi dengan jumlah penduduk nasional. Jumlah penduduk nasional didapat dari data badan pusat statistik.

Metode perhitungan yang digunakan untuk mengetahui berapa biaya listrik yang dipakai dapat dilakukan dengan cara menggunakan microsoft excel. Cukup memasukan nilai perkiraan energi listrik pada Kwh dan dialiri dengan daya listrik dan kilometer yang terpasang pada rumah tangga. Hasil yang dikeluarkan oleh Kwh dikurangi dengan hasil pencatatan periode pada bulan lalu. Maka dari selisih dapat diketahui berapa penggunaan energi listrik. Energi listrik tersebut dikalikan dengan harga tarif dasar listrik. Hasil manual akan disimpan pada selemba kertas. Proses pembacaan meter maupun penerbitan rekening pelanggan masih berjalan secara parsial dan tidak terhubung antara proses yang satu dengan yang lainnya.

Sementara itu, tak jarang pula petugas PLN menemui kendala dalam proses pencatatan meteran listrik. Seperti halnya, ketika petugas mendapati meteran listrik yang berada di rumah yang pagarnya dikunci, petugas PLN tidak dapat masuk untuk mencatat pemakaian terbaru pelanggan. membandingkannya saja. Selain itu, terkadang keberadaan hewan berbahaya seperti sarang tawon dan anjing galak juga menjadi kendala tersendiri bagi petugas PLN. Akhirnya, dengan terpaksa petugas PLN hanya bisa melihat jumlah pemakaian pelanggan bulan lalu dan membandingkannya dengan pemakaian bulan sekarang untuk memperkirakan jumlah tagihan listrik yang harus dibayar oleh pelanggan. Hal ini terkadang menimbulkan permasalahan, dimana jumlah tagihan tersebut naik signifikan dibandingkan dengan bulan lalu. Selisih kenaikan ini menyebabkan keraguan masyarakat selaku pelanggan. Pada akhirnya hal itu berujung pada pengecekan ulang kembali meteran listrik pelanggan itu oleh petugas PLN

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diutarakan diatas, maka dapat disimpulkan permasalahan yang dituangkan dalam karya ilmiah ini, yaitu :

1. Bagaimana merancang alat monitoring energi listrik terpakai menggunakan mikrokontroller berbasis android?
2. Apakah alat monitoring energi listrik terpakai menggunakan mikrokontroller berbasis android ini efektif dan efisien digunakan?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang yang telah diutarakan diatas, maka dapat disimpulkan permasalahan yang dituangkan dalam karya ilmiah ini, yaitu :

1. Untuk merancang suatu alat monitoring energi listrik terpakai menggunakan mikrokontroller berbasis android.
2. Menganalisis alat monitoring energi listrik terpakai menggunakan mikrokontroller berbasis android ini efektif dan efisien digunakan.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan penulis adalah

1. Untuk mendapatkan informasi tentang monitoring energi listrik terpakai dengan menggunakan mikrokontroller.
2. Memberikan informasi bahwa pentingnya pemakaian alat monitoring perangkat elektrik untuk menjaga efisiensi tarif energi listrik dirumah

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Ada banyak penelitian yang melakukan perancangan untuk memonitoring Energi Listrik, penelitian yang dilakukan oleh (Tukadi et al. 2019) mengatakan Monitoring energi listrik diperlukan karena pemanfaatan energi listrik saat ini kurang efektif dan pemakaiannya sangat berlebihan. Selain listrik pasca bayar yang sudah ada sebelumnya di Indonesia telah di implementasikan listrik Prabayar, Layanan ini mempunyai keunggulan di bandingkan teknologi terdahulu, karena pelanggan dapat mengontrol biaya pengeluaran dari kebutuhan listrik, seperti mengisi pulsa melalui ponselnya. Kenyataannya pencatatan kWh (kilowatt-jam) tidak dapat di kontrol secara real-time, sering kali pemakaian yang over budget. Maka dibuatlah aplikasi pengendalian jarak jauh (mobile control) peralatan elektronik yang meliputi lampu, kipas dan pompa air. Serta juga dibuat aplikasi yang dapat monitoring pemakaian daya listrik, biaya yang harus dibayarkan, dapat melihat lama penggunaan peralatan listrik, dan dapat memberikan estimasi biaya penggunaan kWh listrik yang akan datang berbasis *internet of things* menggunakan mikrokontroler wemos. Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, lamanya pemakaian peralatan listrik berbanding lurus dengan biaya yang harus dikeluarkan. Hasil dari pengujian pengiriman data sensor ke database mendapatkan rata – rata 312ms. Hal tersebut menunjukkan pengiriman data dapat dilakukan secara realtime.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh (Mustafa and Muhammad, 2020) Pada penelitian ini dirancang sebuah alat monitoring untuk memantau konsumsi daya pada setiap ruangan. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui

konsumsi daya pada setiap ruangan sehingga lebih mudah dalam melakukan penghematan energi listrik. Implementasi *internet of things* (IoT) menggunakan platform Blynk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat yang dibangun telah berhasil untuk memantau konsumsi daya dari masing-masing ruangan berbasis IoT. Pada beban pengisi daya komputer jinjing menghasilkan efisiensi 99,61%, pada beban dua lampu menghasilkan efisiensi 98,94%, pada beban kipas angin menghasilkan efisiensi 99,08% dan pada beban dua lampu dan pengisi daya komputer jinjing menghasilkan efisiensi 99,07%. Dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun memiliki efisiensi yang sangat baik dan dapat memudahkan dalam memonitoring konsumsi daya pada peralatan elektronik rumah tangga.

Penelitian oleh (Hidayah, Alfita, and Aji, 2019) menyebutkan Selama ini petugas pembangkit listrik negara melakukan pengecekan penggunaan daya listrik kwh meter pascabayar dilakukan secara manual, yaitu petugas harus mengunjungi rumah pelanggan dan mencatat nilai yang tertera pada kwh meter. Kemudian petugas memasukkan lagi nilai yang dicatat saat kembali ke kantor. Cara ini sering terjadi kesalahan saat petugas mencatat maupun saat memasukkan data saat di kantor. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan pembuatan sebuah sistem yang dapat mencatat penggunaan daya listrik kwh meter pascabayar menggunakan sensor arus sct-013 dan sensor tegangan zmpt101b tanpa petugas mengunjungi rumah pelanggan untuk mendapatkan nilai tersebut. Nilai yang diperoleh sistem ini akan otomatis dikirimkan ke server database internet of thing. Database tersebut akan dikirimkan ke sebuah web yang akan menampilkan sistem informasi dari kwh meter. Sehingga petugas hanya melihat nilai daya yang terpakai pada web tersebut.

Sehingga dapat mengurangi kesalahan yang sering dilakukan petugas saat mencatat nilai pada kwh meter pascabayar.

Adapun penelitian yang momonitoring energi listrik namun menggunakan metode yang berbeda, seperti yang dilakukan oleh (Firmansyah et al. 2019) Penggunaan listrik sudah menjadi kebutuhan utama bagi semua masyarakat. Besar pemakaian energi listrik oleh setiap konsumen dapat diukur dengan menggunakan suatu alat pengukur energi listrik yaitu meter kWh, seperti yang dilakukan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) pada tiap – tiap pelanggan. Pelanggan akan membayar biaya listrik sesuai dengan nilai meter kWh yang terukur baik secara pascabayar maupun prabayar. Akan tetapi, masih terdapat kelemahan dalam sistem pembayaran daya energi listrik tersebut. Salah satu kelemahannya yaitu masyarakat tidak dapat melakukan pengontrolan pemakaian energi listrik setiap hari karena pelanggan hanya mengetahui besarnya daya yang terpakai ketika telah tiba waktunya pembayaran. Dengan demikian, dirancang sebuah prototipe alat bantu monitoring meter kWh digital rumah tangga menggunakan sensor Light Dependent Resistor (LDR) sebagai pendeteksi kedipan lampu led pada meter kWh digital yang dikontrol oleh mikrokontroler dan dapat terhubung ke server melalui api service dengan framework codeigniter. Perhitungan yang dilakukan yaitu dengan membandingkan antara hasil pembacaan meter kWh digital dengan hasil pembacaan prototipe yang dibuat. Perbandingan tersebut akan menghasilkan nilai kesalahan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe yang telah dibuat memberikan nilai kesalahan sebesar 0% untuk selisih pembacaan. Sedangkan waktu pengiriman data dari prototipe ke server rata-rata membutuhkan waktu selama 36,23 s dengan koneksi wifi

## 2.1. Landasan Teori

Untuk mendukung penelitian ini agar mendapatkan hasil yang maksimal, maka penulis membutuhkan teori – teori yang telah disebutkan dan dianalisis pada penelitian sebelumnya tentang hal – hal yang berkaitan dengan alat monitoring pemakaian daya dan biaya listrik berbasis iot. Adapun teori – teori yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

### 2.1.1. Energi Listrik

Energi Listrik Energi menurut Eugene C. Lister yang diterjemahkan oleh Hanapi Gunawan (1993) bahwa energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja, energi merupakan kerja tersimpan. Pengertian ini tidaklah jauh beda dengan ilmu fisika yaitu sebagai kemampuan melakukan usaha (Kamajaya, 1986). Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat pula dimusnahkan. Energi hanya dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk energi yang lain. Demikianlah pula energi listrik yang merupakan hasil perubahan energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Keberadaan energi listrik ini dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Adapun kegunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari merupakan penerangan, pemanas, motormotor listrik dan lain-lain. Energi yang digunakan alat listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan.

Bila daya diukur dalam watt jam, maka:

$$W = P \times t \quad (2.1)$$

Dimana :

P = Daya Aktif (Watt)

t = Waktu (Jam)

W = Energi (Watt-hour)

### **2.1.2. Beban Listrik**

Beban sistem tenaga listrik merupakan pemakaian tenaga listrik dari para pelanggan listrik. Oleh karenanya, besar kecilnya beban beserta perubahannya tergantung pada kebutuhan para pelanggan akan tenaga listrik. Tidak ada perhitungan eksak mengenai besarnya beban sistem pada suatu saat, yang bisa dilakukan hanyalah membuat perkiraan beban. Dalam pengoperasian sistem tenaga listrik harus selalu diusahakan agar daya yang dibangkitkan sama dengan beban sistem. Maka masalah perkiraan beban merupakan masalah yang sangat menentukan bagi kelembagaan listrik baik segi-segi manajerial maupun bagi segi operasional, oleh karena itu perlu mendapat perhatian khusus. Untuk dapat membuat perkiraan beban yang sebaik mungkin perlu beban sistem tenaga listrik yang sudah terjadi di masa lalu dianalisa.

Menurut (Djiteng Marsudi, 2006) pembagian kelompok perkiraan beban yaitu, Perkiraan beban jangka panjang Perkiraan beban jangka panjang adalah untuk jangka waktu di atas satu tahun. Dalam perkiraan beban jangka panjang masalah-masalah makro ekonomi yang merupakan masalah ekstern kelembagaan listrik merupakan faktor utama yang menentukan arah perkiraan beban. Perkiraan beban jangka menengah Perkiraan beban jangka menengah adalah untuk jangka waktu dari satu bulan sampai dengan satu tahun. Poros untuk perkiraan beban jangka menengah adalah perkiraan beban jangka panjang. Perkiraan beban jangka pendek Perkiraan beban jangka pendek adalah untuk jangka waktu beberapa jam



sampai satu minggu (168 jam). Dalam perkiraan beban jangka pendek batas atas untuk beban maksimum dan batas bawah untuk beban minimum yang ditentukan dalam perkiraan beban jangka menengah.

Beban rata-rata (Br) didefinisikan sebagai perbandingan antara energi yang terpakai dengan waktu pada periode. Atau dituliskan menurut persamaan 1 periode tahunan :

$$Br = \frac{KWh \text{ yang terpakai selama 1 tahun}}{365 \times 24} \quad (2.2)$$

Faktor beban didefinisikan sebagai perbandingan antara beban rata-rata dengan beban puncak yang diukur untuk suatu periode waktu tertentu. Beban puncak (Lf) yang dimaksud adalah beban puncak sesaat atau beban puncak rata-rata dalam interval tertentu, pada umumnya dipakai beban puncak pada waktu 15 menit atau 30 menit. Untuk prakiraan besarnya faktor beban pada masa yang akan datang dapat didekati dengan data statistik yang ada. Dari definisi faktor beban dapat dituliskan:

$$Lf = \frac{Bp \text{ (Beban Rata-Rata)}}{Bc \text{ (Beban Puncak)}} \quad (2.3)$$

Persamaan tersebut mengandung arti bahwa beban rata-rata akan selalu bernilai lebih kecil dari kebutuhan maksimum atau beban puncak, sehingga faktor beban akan selalu kecil dari satu.

### **2.1.3. Karakteristik Sumber 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. 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.

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. Adapun persamaan daya aktif adalah :

$$P = V \cdot I \cdot \cos \Phi \quad (2.4)$$

Dimana :

P = Daya Aktif (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Cosphi = Faktor Daya

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

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \Phi \quad (2.5)$$

Dimana :

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Daya semu adalah daya yang didapat dari penjumlahan trigonometri daya aktif dan dayareaktif dengan simbol S dan memiliki satuan VA. Daya semu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$S = V \cdot I \quad (2.6)$$

Dimana :

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

#### **2.1.4. Tarif Listrik**

Tarif Tenaga Listrik (TTL) adalah tarif yang dikenakan oleh pemegang Ijin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (IUPTL) kepada konsumen/pelanggan, yang mana besaran tarifnya ditetapkan oleh Pemerintah/Pemerintah Daerah. Berdasarkan UU Kelistrikan No. 30/2009, TTL ditentukan oleh pemerintah (c.q. Kementerian ESDM)/pemerintah daerah dengan persetujuan DPR/DPRD. Sebagian besar wilayah usaha PT PLN menggunakan TTL yang seragam (*uniform*) untuk setiap kelompok pelanggan, kecuali untuk Pulau Batam dan Tarakan dimana TTL ditentukan oleh pemerintah daerah dan disetujui oleh DPRD. Adanya keterlibatan DPR dalam penetapan TTL dan subsidi menjadikan proses ini sarat dengan kepentingan politik, selain daripada teknis ekonomi. Sementara itu, untuk melaksanakan percepatan penyediaan tenaga listrik di desa tertinggal, terpencil, dan terluar (3T) pemerintah mengadakan program Listrik Desa (LisDes) yang mengutamakan penggunaan sumber energi setempat. Untuk daerah isolated yang sulit dijangkau oleh jaringan PLN, pemerintah melalui direktorat jenderal EBTKE

menyediakan lampu tenaga surya hemat energi (LTSHE) sebagai bagian dari program pra-elektrifikasi.

Ada dua jenis mekanisme tarif yang digunakan di program LisDes, dengan dan tanpa subsidi. Tarif bersubsidi akan dikenakan pada wilayah usaha yang ditetapkan oleh Menteri ESDM atas usulan gubernur (Permen ESDM No. 38/2016). Diluar itu, akan dikenakan tarif non-subsidi yang ditetapkan oleh gubernur. Dalam hal gubernur tidak dapat menetapkan tarif non-subsidi, pemerintah akan menetapkan tarif berdasarkan TTL PT. PLN. Besaran subsidi yang diberikan kepada badan usaha bergantung pada TTL rumah tangga daya 450 VA, Biaya Pokok Penyediaan (BPP), ditambah marjin. Adapun mekanisme penyesuaian TTL (tarif adjustment) PT. PLN bergantung pada BPP, nilai tukar mata uang Dollar Amerika terhadap Rupiah (kurs), Indonesian Crude Price (ICP), dan inflasi. Terdapat dua tipe pembayaran listrik di Indonesia, tarif pascabayar yang dibayar setelah pemakaian listrik oleh konsumen pada bulan berikutnya dan tarif Prabayar, dimana konsumen membayar kuota listriknya terlebih dulu. Listrik dianggap sebagai barang untuk kepentingan strategis sehingga tidak dikenakan pajak pertambahan nilai (PPN), kecuali untuk rumah dengan kapasitas daya lebih dari 6600 VA.

Seperti terlihat pada Gambar 2.12, biaya produksi listrik selalu lebih tinggi daripada harga jual listrik rata-rata. Selisih ini akan dibayarkan oleh pemerintah ke PLN melalui mekanisme subsidi. Jumlah subsidi listrik yang dibayarkan oleh pemerintah per tahun dapat dilihat pada Gambar 2. Walaupun sejak 2015 jumlah subsidi listrik menurun drastis karena dicabutnya subsidi listrik untuk semua golongan kecuali golongan rumah tangga 450 VA dan 900 VA, tren tiga tahun terakhir menunjukkan adanya pembengkakan subsidi listrik (subsidi lebih besar

daripada yang dianggarkan). Penurunan subsidi listrik dari Rp 60.4 triliun di 2016 menjadi Rp 45.7 triliun di 2017 terjadi bersamaan dengan dicabutnya subsidi listrik bagi golongan 900 VA yang dianggap mampu sejak Januari 2017, mengikuti terbitnya Permen ESDM No. 29/2016.



Gambar 1 Biaya produksi listrik dan harga jual listrik rata-rata. Biaya produksi listrik mencakup biaya pembangkitan dan biaya transmisi dan distribusi. Sumber: Statistik PLN.

### Gambar 2.12 Biaya Produksi dan Harga Jual Listrik (Rp/kWh)

Meskipun Permen ESDM No. 18/2017 mengatur penyesuaian tarif (*tarif adjustment*) untuk dilakukan setiap 3 bulan (setiap bulan dalam pada Permen ESDM No. 28/2016 sebelumnya), sejak Januari 2017 pemerintah belum menaikkan TTL ke pelanggan PLN, bahkan berjanji untuk tidak menaikkan TTL hingga 2019. Menurut pemerintah, hal ini dilakukan untuk menjaga daya beli masyarakat dan mendukung stabilitas ekonomi nasional. Sementara itu, sejumlah pengamat energi berpendapat keputusan untuk tidak menaikkan TTL ini berkaitan erat dengan tahun politik dan sudah sering dilakukan oleh pemerintahan sebelumnya untuk menjaga dukungan

politik dari masyarakat dalam pemilihan umum (pemilu). Golongan tarif listrik di Indonesia dibagi menjadi 37 golongan, 13 diantaranya terikat dengan mekanisme penyesuaian tarif (tari adjustment). Golongan tarif listrik dibedakan berdasarkan penggunaannya (sosial, rumah tangga, bisnis, industri, kantor pemerintah dan penerangan umum, traksi, curah, dan layanan khusus) dan kapasitas daya listriknya (450 VA, 900 VA, 1300 VA, 2200 VA, 3500-5500 VA, >6600 VA). Penetapan TTL dan penyesuaian tarif diatur dalam peraturan Menteri (Permen) ESDM No. 28/2016 (diubah oleh Permen ESDM No. 18/2017 dan Permen ESDM No. 41/2017) tentang Tarif Tenaga Listrik yang disediakan oleh PT. PLN (Persero).

Banyaknya golongan tarif ini menjadi sorotan karena dinilai terlalu rumit. Praktik di negara-negara lain umumnya tidak menggunakan penggolongan tarif berdasarkan kapasitas daya, namun hanya berdasarkan sektor penggunaannya. Pada umumnya di *liberalized market* perusahaan listrik mengenakan tarif yang tetap (fixed) untuk semua pelanggannya (e.g. Jerman). Adapun praktik lainnya, perusahaan listrik dapat mengenakan tarif progresif dimana semakin besar penggunaan listrik maka semakin besar pula tarif listrik per unitnya (e.g. Italia). Selain itu, ada juga negara yang menerapkan perubahan tarif listrik berdasarkan waktu penggunaan (*Time of Use*) dimana tarif ketika beban puncak akan lebih tinggi daripada tarif pada waktu lainnya (e.g. Australia dan Taiwan).

Beberapa negara menerapkan sistem subsidi untuk masyarakat miskin (yang tingkat konsumsi listriknya rendah). Sebagai contoh, sejak tahun 2008 hingga 2018, perusahaan listrik Malaysia memberikan rabat (rebate) sebesar RM20 (sekitar Rp 68,000) untuk semua pelanggan listrik. Jika konsumsi listriknya melebihi RM20, maka pelanggan harus membayar tarif penuh (bukan hanya kelebihannya). Sejak 1

Januari 2019, pemerintah Malaysia mengubah skema rabatnya menjadi RM40, namun rabat ini hanya diberikan kepada masyarakat miskin yang terda-ar. Jika konsumsi listriknya melebihi RM40, maka pelanggan hanya perlu membayar kelebihannya. Sementara itu, beberapa negara lain menetapkan tarif listrik yang lebih tinggi dibanding biaya produksinya. Di Jerman, selain biaya pembangkitan, komponen tarif listrik terdiri dari komponen tarif jaringan, pungutan (levies/surcharge) untuk pembiayaan Energi Terbarukan (ET), dan pajak lainnya. Di tahun 2018, lebih dari setengah (54%) tarif listrik untuk rumah tangga dan usaha kecil merupakan komponen pungutan dan pajak – 23% nya adalah pungutan (surcharge) untuk ET, 25% untuk biaya jaringan, dan hanya 21% untuk biaya pembangkitan (BDEW, 2018). Tingginya surcharge untuk ET sejalan dengan komitmen pemerintah Jerman dalam pengembangan ET untuk menggantikan energi nuklir dan juga batubara. Meskipun tarif listrik di Jerman merupakan tarif listrik termahal kedua di EU setelah Denmark, tagihan listrik per bulan untuk rumah tangga di negara tersebut tidak lebih mahal dari negara-negara OECD lainnya. Hal ini dimungkinkan oleh program Efisiensi Energi yang berjalan dengan efektif di Jerman.

Belajar dari pengalaman di negara lain, kebijakan tarif listrik di Indonesia hendaknya memperhitungkan rencana jangka panjang untuk memastikan ketahanan energi. Salah satu komponen yang masih belum diakomodasi dalam skema tarif saat ini adalah komponen tarif untuk pengembangan ET. Penggunaan surcharge di Indonesia mungkin bisa diterapkan untuk golongan masyarakat mampu. Hal ini menjadi penting, mengingat perkembangan ET di Indonesia cukup lambat karena tidak adanya insentif untuk PLN untuk menggunakan ET. Sementara itu, untuk

memastikan akses energi ke semua golongan masyarakat, pemerintah bisa mempertimbangkan untuk membebaskan golongan masyarakat tidak mampu dari tagihan listrik.

#### **2.1.5. Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah sebuah system komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut single chip microcomputer. Mikrokontroler merupakan system computer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik (Chamim, 2010). Elemen mikrokontroler tersebut diantaranya adalah:

- a. Pemroses (*processor*)
  - b. Memori,
  - c. Input dan output
- Kadangkala

Kadangkala pada microcontroller ini beberapa chip digabungkan dalam satu papan rangkaian. Perangkat ini sangat ideal untuk mengerjakan sesuatu yang bersifat khusus, sehingga aplikasi yang diisikan ke dalam komputer ini adalah aplikasi yang bersifat dedicated. Jika dilihat dari harga, microcontroller ini harga umumnya lebih murah dibandingkan dengan komputer lainnya, karena perangkatnya relatif sederhana.

*Microcontroller* telah banyak digunakan di industri, walaupun penggunaannya masih kurang dibandingkan dengan penggunaan *Programmable Logic Control* (PLC), tetapi microcontroller memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan PLC. Ukuran *microcontroller* lebih kecil dibandingkan dengan suatu modul PLC sehingga peletakkannya dapat lebih flexible. *Microcontroller* telah banyak digunakan pada berbagai macam peralatan rumah

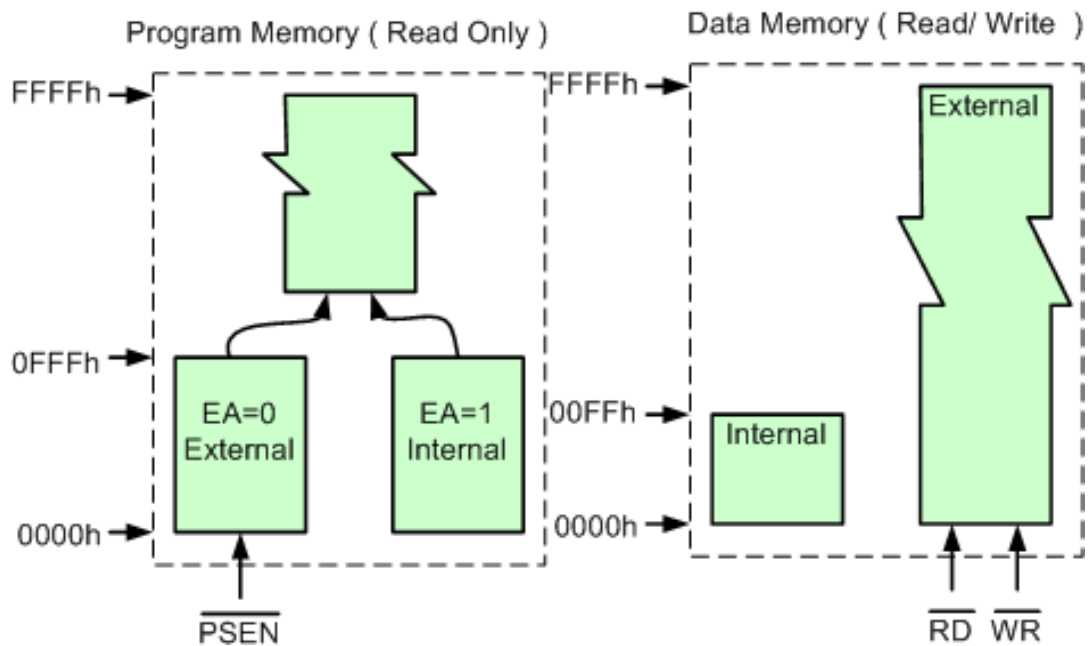


tangga seperti mesin cuci. Sebagai pengendali sederhana, microcontroller telah banyak digunakan dalam dunia medik, pengaturan lalu lintas, dan masih banyak lagi. Contoh alat ini diantaranya adalah komputer yang digunakan pada mobil untuk mengatur kestabilan mesin, alat untuk pengatur lampu lalu lintas.

Secara teknis hanya ada 2 mikrokontroler yaitu RISC dan CISC, dan Masing - masing mempunyai keturunan/keluarga sendiri - sendiri. RISC kependekan dari Reduced Instruction Set Computer : instruksi terbatas tapi memiliki fasilitas yang lebih banyak CISC kependekan dari Complex Instruction Set Computer : instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya. Tentang jenisnya banyak sekali ada keluarga Motorola dengan seri 68, keluarga MCS51 yang diproduksi Atmel, Philip, Dallas, keluarga PIC dari Microchip, Renesas, Zilog. Masing - masing keluarga juga masih terbagi lagi dalam beberapa tipe. Jadi sulit sekali untuk menghitung jumlah mikrokontroler. Yang perlu diketahui antara satu orang dengan orang lain akan berbedadalam hal kemudahan dalam mempelajari. Jika Anda terbiasa dengan bahasa pemrograman BASIC Anda bisa menggunakan mikrokontroler BASIC Stamp, jika Anda terbiasa dengan bahasa pemrograman JAVA Anda bisa menggunakan Jstamp, jika Anda terbiasa dengan bahasa pemrograman C++ bisa Anda manfaatkan untuk keluarga MCS51 dan masih banyak lagi.

Mikrokontroler mempunyai ruang alamat tersendiri yang disebut memori. Memori dalam mikrokontroler terdiri atas memori program dan memori data dimana keduanya terpisah, yang memungkinkan pengaksesan data memori dan pengalamatan 8 bit, sehingga dapat langsung disimpan dan dimanipulasi oleh mikrokontroler dengan kapasitas akses 8 bit. Program memori tersebut bersifat

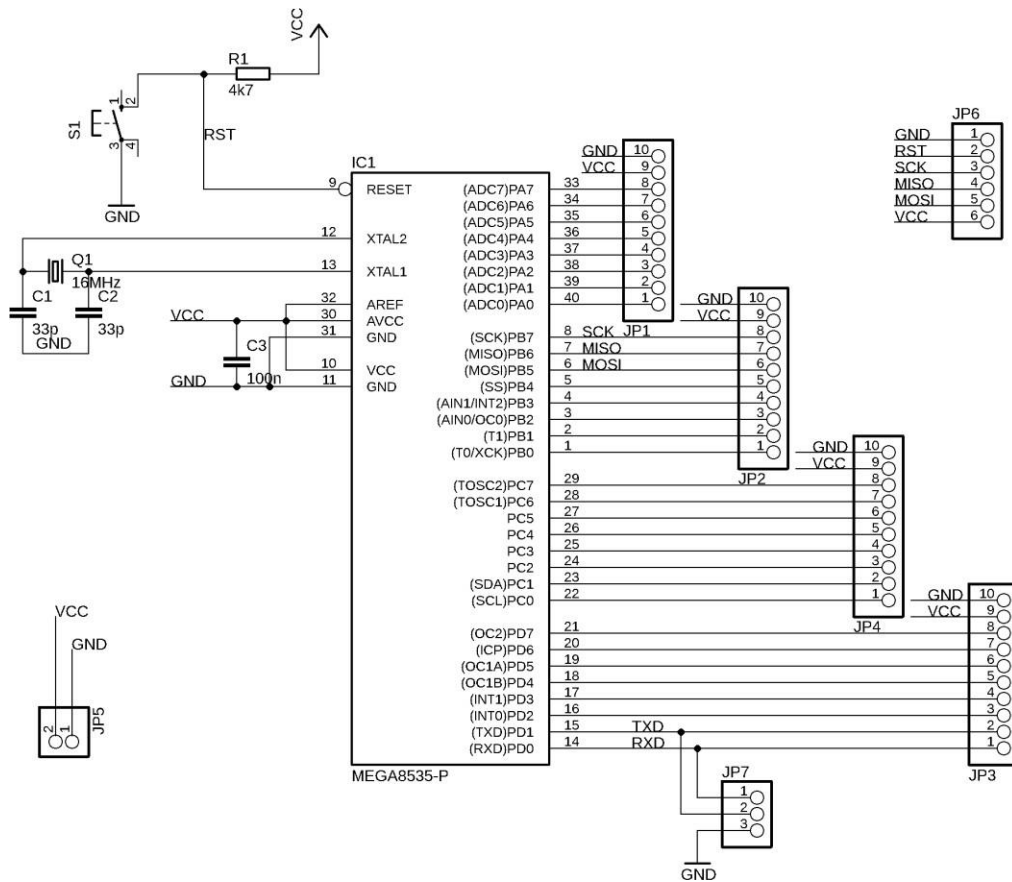
hanya dapat dibaca (ROM/EPROM). Sedangkan untuk data memori kita dapat menggunakan memori eksternal (RAM).



Gambar 2.13. Ruang Alamat Memori

(Sumber : Chanim, 2010)

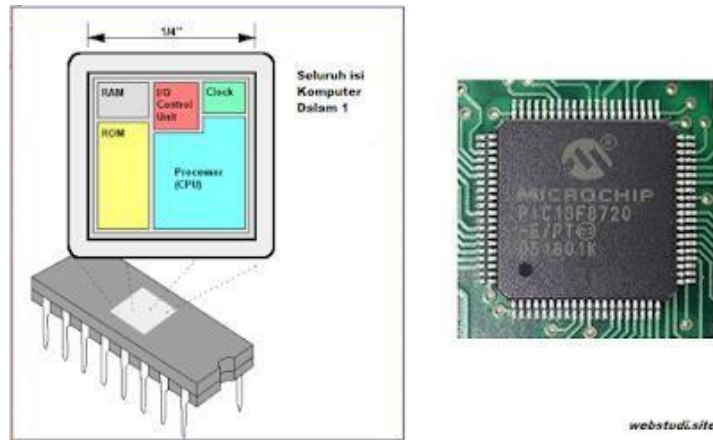
Di dalam mikrokontroler terdapat register - register yang memiliki fungsi yang khusus (Special Function Register). Sebagai contoh, untuk keluarga MCS-51 memiliki SFR dengan alamat 80H sampai FFH. Skema dari sebuah mikrokontroler dapat dilihat dari contoh berikut :



Gambar 2.14. Skema Mikrokotroller

(Sumber : Chanim, 2010)

Mikrokontroler adalah sistem komputer yang dikemas dalam sebuah Integrated Circuit (IC). Dimana didalam IC terdapat komponen-komponen penting yang ada pada komputer pada umumnya seperti komputer Central Processing Unit (CPU), RAM, ROM, Port IO. Berbeda dengan PC yang umumnya dirancang untuk digunakan secara umum, mikrokontroler sendiri biasanya dirancang hanya untuk mengerjakan tugas atau fungsi yang khusus saja (special purpose) yaitu mengontrol sistem tertentu.



Gambar 2.15. Mikrokontroller

(Sumber : Chanim, 2010)

Orang-orang juga menyebut Mikrokontroler sebagai Embedded Mikrokontroler, hal ini tidak terlepas dari posisi mikrokontroler yang embedded system atau menjadi satu bagian dengan perangkat sistem atau suatu sistem yang lebih besar. Secara sederhana Mikrokontroler dapat diartikan sebagai suatu sistem komputer yang dikemas dalam IC, dimana sebelum digunakan harus diisi suatu program atau perintah terlebih dahulu sehingga mikrokontroler hanya dapat berjalan bila telah diisi suatu perintah atau program terlebih dahulu.

Suatu peralatan atau perangkat elektronik tentunya memiliki ciri khas tertentu yang membedakannya dengan perangkat lain. Adapun cirrikhas mikrtokontroller adalah:

- Kemampuan CPU Yang Tidak Terlalu Tinggi Berbeda dengan CPU, umumnya mikrokontroler sederhana hanya dapat melakukan atau memproses beberapa perintah saja, meskipun saat ini telah banyak dibuat mikrokontroler dengan spesifikasi yang lebih canggih tapi tentunya belum dapat menyamai kemampuan CPU dalam memproses data dari perangkat lunak.

- Mikrokontroler Memiliki Memori Internal Yang Kecil Tentu bagi Anda yang sering melihat mikrokontroler, maka dapat melihat jumlah memori internal dari mikrokontroler terbilang kecil. Umumnya sebuah mikrokontroler hanya berisikan ukuran Bit, Byte atau Kilobyte.
- Mikrokontroler dibekali Memori Non-Volatile Dengan adanya memori non-volatile pada mikrokontroler maka perintah yang telah dibuat dapat dihapus ataupun dibuat ulang, selain itu dengan penggunaan memori non-volatile maka memungkinkan data yang telah disimpan dalam mikrokontroler tidak akan hilang meskipun tidak disuplai oleh power supply (Catu daya).
- Perintah Relatif Sederhana Dengan kemampuan CPU yang tidak terlalu tinggi maka berimbang pada kemampuan dalam melakukan pemrosesan data yang tidak tinggi pula. Meskipun begitu, mikrokontroler terus dikembangkan menjadi canggih contohnya mikrokontroler yang digunakan untuk melakukan pengolahan sinyal dan sebagainya.
- Program/Perintah Berhubungan Langsung Dengan Port I/O , Salah satu komponen utama mikrokontroler adalah Port I/O, Port input maupun output I/O memiliki fungsi utama sebagai jalan komunikasi. Sederhanya Port I/O membangun komunikasi antara piranti masukan dan piranti keluaran.

#### **2.1.5.1. Jenis – Jenis Mikrokontoller**

##### 1) Mikrokontroer AVR (*Vegard's Risc Processor*)

Mikrokontroler AVR adalah mikrokontroler RISC 8 bit, jenis mikrokontroler yang paling banyak digunakan dalam bidang elektronika dan instrumentasi. Ini adalah jenis mikrokontroler yang dieksekusi dalam 1 siklus clock, adapun jenis

mikrokontroler AVR dibagi kedalam 4 kelas yaitu keluarga ATmega, keluarga AT90Sxx, keluarga ATtiny dan AT86RFxx, pengelompokan ini didasarkan pada penggunaan atau fungsinya, memori dan peripheral.

## 2) PIC

PIC adalah bagian dari mikrokontroler tipe RISC, awalnya PIC dibuat dengan menggunakan teknologi General Instrument 16 bit CPM yakni CP1600 dengan tujuan pembuatan yakni demi meningkatkan performa sistem I/O. PIC saat ini telah dilengkapi dengan komunikasi serial dan EPROM, kernel motor dll, selain itu juga dilengkapi dengan memori program dari 512 word sampai 32 word. 1 word sama dengan 1 instruksi menurut bahasa assembly yang bermacam-macam dari 12 - 16 bit yang mana tergantung dari PICMicro. PIC termasuk jenis mikrokontroler yang lumayan populer dikalangan para developer karena harganya yang relatif murah, disamping itu ketersediaan database aplikasi yang melimpah, penggunaannya yang umum digunakan serta dapat diprogram ulang melalui serial port pada komputer.

## 3) Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler AT89S52 adalah versi pengembangan dari mikrokontroler AT89C51. Kelebihan yang dimiliki mikrokontroler AT89S52 yakni adanya flash memori 8K bytes, kapasitas RAM 256 byte dengan 2 data pinter 16 bit.

Berikut ini spesifikasinya :

- 1) Cocok dengan jenis mikrokontroler tipe MCS51
- 2) Dengan adanya 8K Bytes ISP flash memori maka meningkatkan kemampuan baca/tulis hingga 1000 kali
- 3) 32 Jalur I/O yang dapat diprogram ulang
- 4) 256 X 8 bit RAM internal dengan 8 sumber interrupt

5) Memiliki Tegangan kerja 4-5 V dengan rentang 0-33MHz

6) Memiliki mode pemrograman In System Programmable yang fleksibel (Byte dan Page Mode)

4) Mikrokontroler ATmel91 Series

Jenis kelompok Mikrokontroler Atmel lain yang umumnya terdapat dipasaran yaitu AT90, Tiny & Mega series - AVR, Atmel AVR32, Atmel AT89 series, dan AVR4

5) MCS51 Series

Beberapa tipe Mikrokontroler MCS51 series yaitu :

8031 - tidak memiliki ROM internal

8051 - 4K ROM internal

8751 - 4K EPROM/OTP

8951 - 4K EPROM/MTP

ukuran ROM; '51(4K), '52(8K), '54(16K), '58(32K)

80C51 - In System Programmable (ISP)

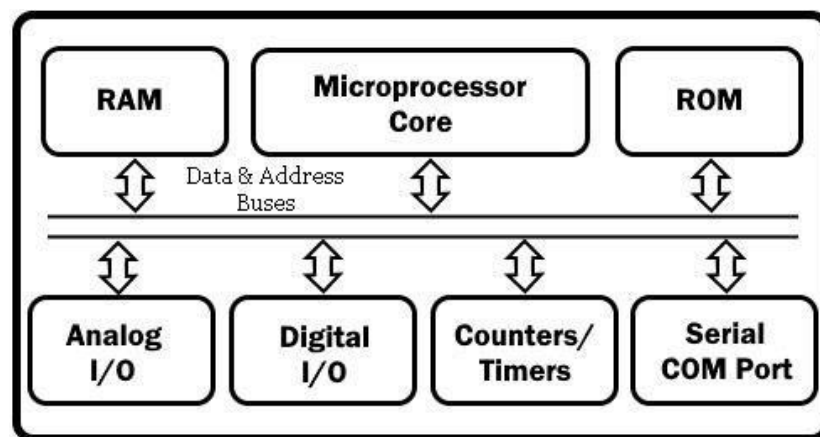
89C2051 - kemasan 20-pin

Pada dasarnya perbedaan mikrokontroler dan mikroprosesor ada pada kata "kontroler" pada mikrokontroler dan "Prosesor" pada mikroprosesor. Dari perbedaan kata ini saja kita sudah tahu apa perbedaan dasar antara mikrokontroler dan mikroprosesor. Dari perbedaan dua kata tersebut maka dapat kita asumsikan perbedaan dasar dari mikrokontroler dan mikroprosesor. Mikrokontroler berarti Pengendali Kecil lalu mikroprosesor berarti Pengolah Kecil. Pertanyaannya apa yang diolah atau dikendalikan ? tentu saja adalah program/data atau perintah yang

diberikan/dimasukkan, dari sini tentunya sudah bisa didapat gambaran sederhana perbedaan dari kedua perangkat tersebut.

Jika ditinjau lebih dalam berdasarkan fungsinya, mikroprosesor atau umumnya dikenal lebih luas dengan nama Central Processing Unit (CPU), berguna dalam pengambilan dan kalkulasi data, melakukan perhitungan serta manipulasi data, dan menyimpan hasil pemrosesan atau perhitungan dari data tersebut sehingga dapat diperlihatkan hasilnya pada monitor. Adapun mikrokontroler sendiri berguna dalam mengontrol perangkat atau sistem berdasarkan data yang tersimpan pada *Read Only Memory* (ROM).

Mikrokontroler dibangun dari beberapa komponen berikut yaitu Central Processing Unit (CPU) : ALU, CU dan Register, RWM, ROM, I/O seri, I/O paralel, counter-timer, serta rangkaian clock dalam 1 chip tunggal.



Gambar 2.16. Blok Diagram Mikro Kontroller

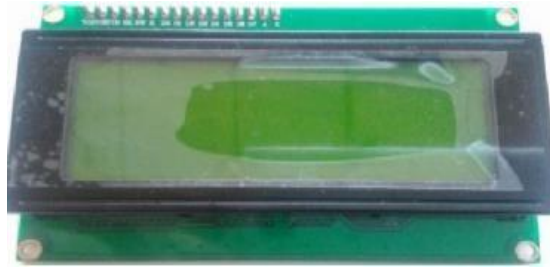
(Sumber : Chanim, 2010)

#### 2.1.6. *Liquid Crystal Display* (LCD)

LCD juga dapat diartikan sebagai lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk



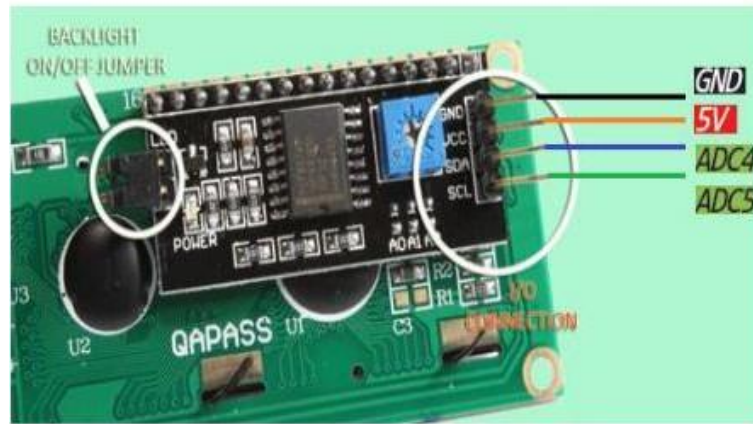
tampilan seven segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan). Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan (Yohanes C, Sompie, and Tulung 2018).



Gambar 2.12. Gambar LCD

Sumber : (Mario, Lapanporo, and Muliadi 2018)

LCD dapat melakukan monitoring jarak dekat, dimana LCD merupakan salah satu komponen elektronika yang dapat menampilkan suatu data, baik karakter, huruf, maupun grafik. LCD akan menampilkan data hasil pembacaan sensor arus, tegangan, dan detektor fasa. LCD juga akan menampilkan hasil perhitungan daya yang digunakan (Mario, Lapanporo, and Muliadi 2018). Sedangkan menurut (Ratnasari and Senen 2017) LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (pixel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya.



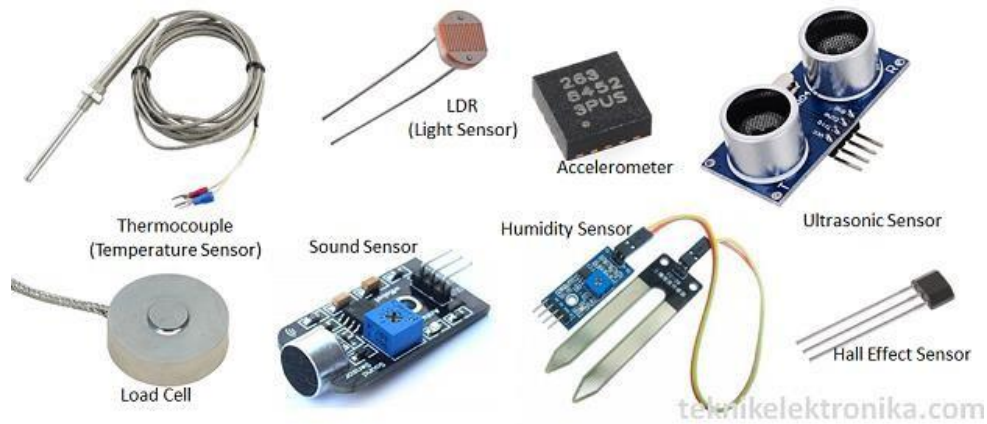
Gambar 2.13. Konfigurasi PIN LCD

Sumber : (Ratnasari and Senen, 2017)

### 2.1.7. Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati terjadinya perubahan, Input yang terdeteksi tersebut akan dikonversi mejadi Output yang dapat dimengerti oleh manusia baik melalui perangkat sensor itu sendiri ataupun ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang bermanfaat bagi penggunanya.

Sensor pada dasarnya dapat digolong sebagai Transduser Input karena dapat mengubah energi fisik seperti cahaya, tekanan, gerakan, suhu atau energi fisik lainnya menjadi sinyal listrik ataupun resistansi (yang kemudian dikonversikan lagi ke tegangan atau sinyal listrik).



Gambar 2.8. Macam – Macam Sensor

(Ratnasari and Senen 2017)

Sensor-sensor yang digunakan pada perangkat elektronik pada dasarnya dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori utama yaitu :

1. Sensor Pasif dan Sensor Aktif
2. Sensor Analog dan Sensor Digital

Sensor Pasif adalah jenis sensor yang dapat menghasilkan sinyal output tanpa memerlukan pasokan listrik dari eksternal. Contohnya Termokopel (*Thermocouple*) yang menghasilkan nilai tegangan sesuai dengan panas atau suhu yang diterimanya sedangkan sensor aktif adalah jenis sensor yang membutuhkan sumber daya eskternal untuk dapat beroperasi. Sifat fisik Sensor Aktif bervariasi sehubungan dengan efek eksternal yang diberikannya. Sensor Aktif ini disebut juga dengan Sensor Pembangkit Otomatis (*Self Generating Sensors*).

Sensor Analog adalah sensor yang menghasilkan sinyal output yang kontinu atau berkelanjutan. Sinyal keluaran kontinu yang dihasilkan oleh sensor analog ini sebanding dengan pengukuran. Berbagai parameter Analog ini diantaranya adalah suhu, tegangan, tekanan, pergerakan dan lain-lainnya. Contoh Sensor Analog ini

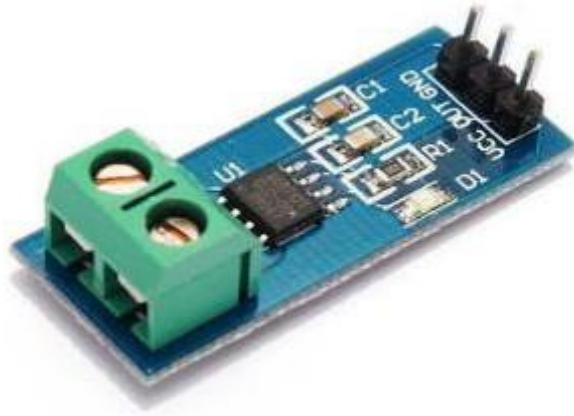
diantaranya adalah akselerometer (accelerometer), sensor kecepatan, sensor tekanan, sensor cahaya dan sensor suhu. Sedangkan sensr digital Sensor Digital adalah sensor yang menghasilkan sinyal keluaran diskrit. Sinyal diskrit akan non-kontinu dengan waktu dan dapat direpresentasikan dalam “bit”. Sebuah sensor digital biasanya terdiri dari sensor, kabel dan pemancar. Sinyal yang diukur akan diwakili dalam format digital. Output digital dapat dalam bentuk Logika 1 atau logika 0 (ON atau OFF). Sinyal fisik yang diterimanya akan dikonversi menjadi sinyal digital di dalam sensor itu sendiri tanpa komponen eksternal. Kabel digunakan untuk transmisi jarak jauh. Contoh Sensor Digital ini diantaranya adalah akselerometer digital (digital accelerometer), sensor kecepatan digital, sensor tekanan digital, sensor cahaya digital dan sensor suhu digital.

#### **2.1.7.1. ACS 712**

Menurut (Taif, Hi. Abbas, and Jamil, 2019) ACS712 merupakan suatu IC terpaket yang mana berguna sebagai sensor arus menggantikan transformator arus yang relatif besar dalam hal ukuran. Pada prinsipnya ACS712 sama dengan sensor efek hall lainnya yaitu dengan memanfaatkan medan magnetik disekitar arus kemudian dikonversi menjadi tegangan yang linier dengan perubahan arus. Nilai variabel dari sensor ini merupakan input untuk mikrokontroler yang kemudian diolah. Keluaran dari sensor ini masih berupa sinyal tegangan AC, agar dapat diolah mikrokontroler maka sinyal tegangan AC ini disearahkan oleh rangkaian penyearah.

Menurut (Ratnasari and Senen 2017) ACS712 adalah *Hall Effect current sensor*. 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.



Gambar 2.9. Ilustrasi Sensor ACS 712

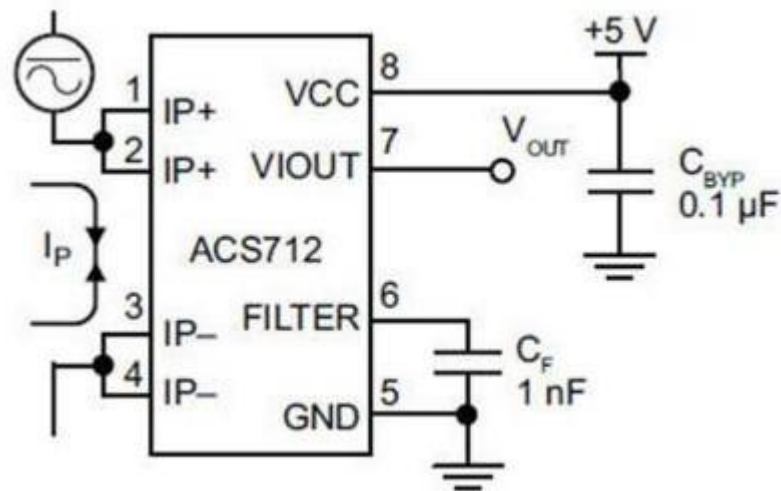
Sumber : (Ratnasari and Senen 2017)

Sensor ACS 712 ini merupakan sensor arus yang dapat digunakan untuk deteksi beban listrik, switched-mode power supplies , mengontrol motor, dan pengaman beban lebih. Komponen ini mampu membaca arus dengan ketepatan yang lumayan tinggi, dikarenakan adanya rangkaian low-offset linear Hall dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga didalamnya.

Sensor ACS 712 ini akan bekerja dengan cara mengalirkan arus yang dibaca melalui kabel tembaga yang terletak pada bagian dalam sehingga akan menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh integrated Hall IC setelah itu dirubah dalam bentuk tegangan proporsional. Pengoptimalan ketelitian dalam pembacaan sensor ini dilakukan dengan cara memasang komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan hall transducer secara berdekatan. maka, tegangan roporsional yang kecil akan menstabilkan Bi CMOS Hall IC yang diletakan didalamnya oleh pabrik pembuat agar mendapat ketelitian pembacaan yang tinggi (Leny 2019).

Sensor arus ACS712- memiliki kemampuan arus sampai 5 Ampere. Keluaran dari ACS ACS712-5A adalah tegangan DC. Perubahan yang dihasilkan dari keluaran sensor arus ACS ACS712-5A ini sangat kecil sekitar 100 mV setiap perubahan 1 Ampere (sesuai data sheet). Sensor arus ini adalah salah satu produk dari allegro untuk solusi ekonomis dan presisi dalam pengukuran arus AC maupun DC. Sensor ini memiliki presisi, low-offset, dan rangkaian sensor linier hall dengan konduksi tembaga yang ditempatkan dengan permukaan dari aliran arus yang disensor. Ketika arus mengalir pada permukaan konduktor maka akan menghasilkan medan magnet yang dirasakan oleh IC hall effect yang terintegrasi kemudian oleh piranti tersebut dapat dirubah ke tegangan. Sensor ini memungkinkan untuk tidak menggunakan optoisolator karena antara terminal input arus dengan keluarannya sudah terisolasi secara kelistrikannya (Wilutomo and Yuwono 2017).

Pada prinsipnya ACS712 sama dengan sensor efek hall lainnya yaitu dengan memanfaatkan medan magnetik disekitar arus kemudian dikonversi menjadi tegangan yang linier dengan perubahan arus. Nilai variabel dari sensor ini merupakan input untuk mikrokontroler yang kemudian diolah. Keluaran dari sensor ini masih berupa sinyal tegangan AC, agar dapat diolah oleh mikrokontroler maka sinyal tegangan AC ini di searahkan oleh rangkaian penyearah (Fitriandi et al. 2016)



Gambar 2.10. Rangkaian Sensor Arus

Sumber : (Fitriandi et al. 2016)

Efek Hall adalah fenomena terdefleksinya aliran muatan pada keping logam yang diletakkan dalam medan magnet. Defleksi aliran muatan menyebabkan timbulnya beda potensial antara sisi keping yang disebut potensial Hall.

Sensor arus ACS712 juga dapat diartikan sebagai sensor untuk mendeteksi arus, penggunaan sensor arus ACS712 ini kebanyakan memiliki kekurangan yakni nilai arus yang di dapatkan dari sensor tidak linear sehingga terkadang kita membutuhkan tingkat linear yang lebih tinggi. Sebelum membahas lebih lanjut, akan di jelaskan terlebih dahulu tentang sensor arus ACS712. ACS712 ini memiliki tipe variasi sesuai dengan arus maksimal yakni 5A, 20A, 30A. ACS712 ini menggunakan VCC 5V.

Perangkat terdiri dari rangkaian sensor efek-hall yang linier, low-offset dan presisi. Saat arus mengalir di jalur tembaga pada bagian pin 1 -4, maka rangkaian sensor efek-hall akan mendeteksi dan mengubahnya menjadi tegangan yang

proporsional. Efek Hall adalah fenomena fisika dimana aliran listrik / elektron dalam pelat konduktor terpengaruh oleh paparan medan magnet. Besar arus maksimum yang dapat dideteksi sebesar 5A di mana tegangan pada pin keluaran akan berubah secara linear mulai dari 2,5 Volt ( $\frac{1}{2} \times VCC$ , tegangan catu daya  $VCC = 5V$ ) untuk kondisi tidak ada arus hingga 4,5V pada arus sebesar +5A atau 0,5V pada arus sebesar -5A (positif/negatif tergantung polaritas, nilai di bawah 0,5V atau di atas 4,5V dapat dianggap lebih dari batas maksimum). (Fransiscus, Harianto, 2016).

Berikut ini adalah karakteristik dari sensor ACS712 :

- a. Memiliki sinyal analog dengan sinyal-gangguan rendah (low noise)
- b. Ber-bandwidth 80 kHz
- c. Total output error 1.5% pada  $T_a = 25^\circ C$
- d. Memiliki resistansi dalam 1.2 m $\Omega$
- e. Tegangan sumber operasi tunggal 5.0V
- f. Sensitivitas keluaran: 66 sd 185 mV/A
- g. Tegangan keluaran proporsional terhadap arus AC atau DC
- h. Fabrikasi kalibrasi
- i. Tegangan offset keluaran yang sangat stabil
- j. Hysterisis akibat medan magnet mendekati nol
- k. Rasio keluaran sesuai tegangan sumber

Sensor ACS712 pada saat tidak ada arus yang terdeteksi, maka keluaran sensor adalah 2,5 V. Pada saat arus mengalir dari IP+ ke IP-, maka keluaran akan >2,5 V. Sedangkan ketika arus listrik mengalir terbalik dari IP- ke IP+, maka keluaran akan <2,5 V (Fransiscus, Harianto 2016)



Pada peneletian (Mario, Lapanporo, and Muliadi 2018) adapun Bagian-bagian dari sensor arus ACS712 adalah :

Pin 1 : IP+ yang merupakan masukan arus

Pin 2 : IP+ yang merupakan masukan arus

Pin 3 : IP- yang merupakan keluaran arus

Pin 4 : IP- yang merupakan keluaran arus

Pin 5 : Ground

Pin 6 : Terminal untuk kapasitor eksternal

Pin 7 : Keluaran tegangan analog

Pin 8 : Power supply 5 V



Gambar 2.11. Bagian Sensor ACS 712

Sumber : (Mario, Lapanporo, and Muliadi 2018)

Dari pengertian dan penjelasan tentang sensor ACS 712 penelitian terdahulu, pengertian yang pada intinya adalah sama yaitu sensor ACS digunakan sebagai sensor arus DC maupun AC kemudian bisa juga digunakan untuk mendeteksi sinyal tegangan AC maupun DC.

### **2.1.8. Arus Listrik**

Menurut (Ratnasari and Senen2017) Arus listrik atau dalam bahasa Inggris sering disebut dengan Electric Current adalah muatan listrik yang mengalir melalui media konduktor dalam tiap satuan waktu. Muatan listrik pada dasarnya dibawa

oleh Elektron dan Proton di dalam sebuah atom. Proton memiliki muatan positif, sedangkan Elektron memiliki muatan negatif. Arus listrik atau Electric Current biasanya dilambangkan dengan huruf “I” yang artinya “intensity (intensitas)”. Sedangkan satuan Arus Listrik adalah Ampere yang biasa disingkat dengan huruf “A” atau “Amp”.

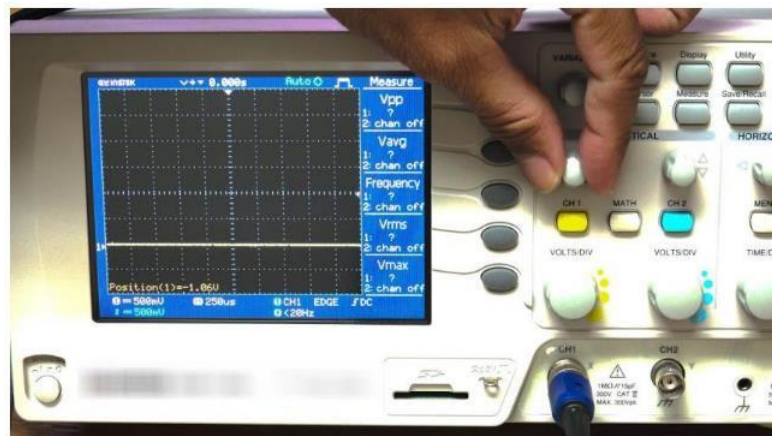
1 Ampere arus listrik dapat didefinisikan sebagai jumlah elektron atau muatan (Q atau Coulombs) yang melewati titik tertentu dalam 1 detik ( $I = Q/t$ ). Hukum Ohm menyatakan bahwa besarnya Arus Listrik (I) yang mengalir melalui sebuah penghantar atau konduktor adalah berbanding lurus dengan beda potensial atau Tegangan (V) dan berbanding terbalik dengan hambatannya (R). Rumus Hukum Ohm adalah  $I = V/R$ . Ada dua jenis arus listrik berdasarkan arah aliran listriknya. Arus listrik yang mengalir satu arah atau pada arah yang sama disebut dengan Arus Searah atau dalam bahasa Inggris disebut dengan Direct Current yang disingkat dengan DC, Sedangkan arus listrik yang mengalir dengan arah arus yang selalu berubah- ubah disebut dengan Arus Bolak-balik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan Alternating Current yang disingkat dengan AC. Bentuk gelombang AC pada umumnya adalah gelombang Sinus. Namun pada aplikasi tertentu juga terdapat bentuk gelombang segitiga dan bentuk

#### **2.1.8.1. Arus Listrik Searah (DC)**

Arus listrik searah atau biasa disebut DC (Direct Current) adalah sebuah bentuk arus atau tegangan yang mengalir pada rangkaian listrik dalam satu arah saja. Pada umumnya, baik arus maupun tegangan listrik DC dihasilkan oleh pembangkit daya, baterai, dinamo, dan sel surya. Tegangan atau arus listrik DC memiliki besaran nilai (amplitudo) yang tetap dan arah mengalirnya arus yang telah

ditentukan. Sebagai contoh, +12V menyatakan 12 volt pada arah positif, atau -5V menyatakan 5 volt pada arah negatif.

Telah kita ketahui bahwa power supply DC tidak mengubah nilainya berdasarkan waktu, listrik DC menyatakan arus yang mengalir pada nilai konstan secara terus- menerus pada arah yang tetap. Dengan kata lain, listrik DC selalu mempertahankan nilai yang tetap dan aliran listrik yang satu arah. Listrik DC tidak pernah berubah atau arahnya menjadi negatif kecuali apabila dihubungkan terbalik secara fisik.



Gambar 2.14. Gelombang Arus DC

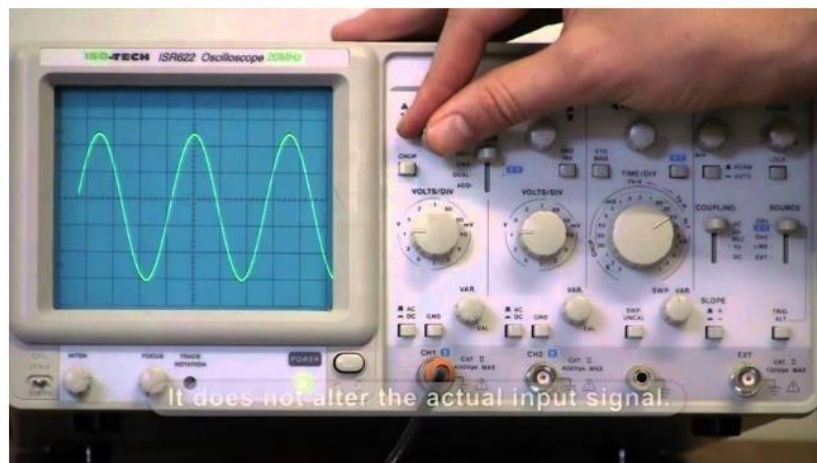
Sumber : (Gideon and Saragih, 2019)

### 2.1.8.2. Arus listrik Bolak – Balik (AC)

Istilah AC (*Alternative Current*), pada umumnya mengacu kepada gelombang yang berubah terhadap waktu dengan bentuk yang umumnya menyerupai sinusoidal yang lebih dikenal sebagai gelombang sinusoidal (sinus). Gelombang sinus adalah bentuk gelombang listrik AC yang paling sering digunakan dalam elektronika. Bentuk gelombang sinus terbentuk dengan menggambarkan nilai-nilai ordinat

sesaat tegangan atau arus terhadap waktu. Gelombang AC mengubah polarisasi secara konstan pada setiap setengah lingkaran menyeberangi garis normal di antara nilai maximum positif dan nilai maximum negatif terhadap waktu. Dengan kata lain gelombang listrik AC adalah sinyal yang bergantung pada waktu, jenis gelombang seperti ini secara umum disebut sebagai gelombang periodik.

Gelombang periodik atau listrik AC adalah hasil dari perputaran generator elektrik. Secara umum, bentuk dari gelombang periodik apapun dapat dibuat menggunakan sebuah frekuensi sebagai dasar dan menggabungkannya dengan sinyal harmoni dari berbagai macam frekuensi dan amplitudo. Tegangan dan arus bolak-balik tidak dapat disimpan dalam baterai atau sel seperti arus searah, karena listrik AC lebih mudah dan murah dibangkitkan (dibuat) menggunakan alternator (pembalikan) dan generator (penghasil) gelombang jika diperlukan. Bentuk dan jenis gelombang listrik AC bergantung pada generator atau perangkat yang digunakan, tetapi semua gelombang listrik AC terdiri dari sebuah garis nol volt yang membagi gelombang ke dalam dua bagian yang simetris.



Gambar 2.15. Gelombang Listrik AC

Sumber : (Gideon and Saragih, 2019)

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Tempat**

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu selama 4 bulan terhitung dari tanggal 20 Oktober 2022 sampai 20 Januari 2023. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), perancangan alat dan pembuatan alat, pengambilan data pengujian alat dan terakhir kesimpulan dan saran. Penelitian dilaksanakan di Jln Madiosantoso Gg. Budi No.79 Medan Barat

#### **3.2. Bahan dan Alat**

Adapun bahan dan alat yang digunakan untuk merancang dan membuat alat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Mikro Kontroller Atmega 2560

Mikrokontroller AT Mega 2560 memiliki 54 pin input / output digital. (dimana 14 dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART (port serial perangkat keras), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Arduino Mega ini sudah berisi semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler, cukup hubungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor AC ke DC atau baterai untuk memulai.

b. Modul SMS

Modul SMS disebut sebagai *System On Chip* (SOC) yang memiliki kemampuan untuk terhubung dengan jaringan TCP/IP via Wi-Fi selain

kemampuan layaknya mikrokontroler sebagai sebuah “otak” dan pengendali di dalam dunia elektronika embedded.

c. Sensor Arus dan Tegangan

Sensor arus ACS712 digunakan untuk mendeteksi arus pada suatu kawat/kabel dalam instalasi listrik. Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC) menggunakan prinsip Hall Effect. Sensor yang memiliki prinsip Hall Effect dirancang untuk mendeteksi objek magnetis dengan perubahan posisi. Adanya perubahan medan magnet secara terus menerus menimbulkan adanya pulsa yang kemudian dapat diambil frekuensinya. Sensor arus ini dapat membaca baik arus dc maupun ac sampai dengan 20 ampere. Sensor ACS712 20A mengeluarkan tegangan 2,5 volt jika tidak ada arus.

d. Buzzer

Buzzer merupakan perangkat elektronik yang mampu mengubah energi listrik menjadi energi gelombang suara yang mengeluarkan bunyi. Buzzer pada penelitian ini berfungsi sebagai alat yang akan memberikan informasi apabila penggunaan KWH meter sudah mencapai batas yang telah ditentukan

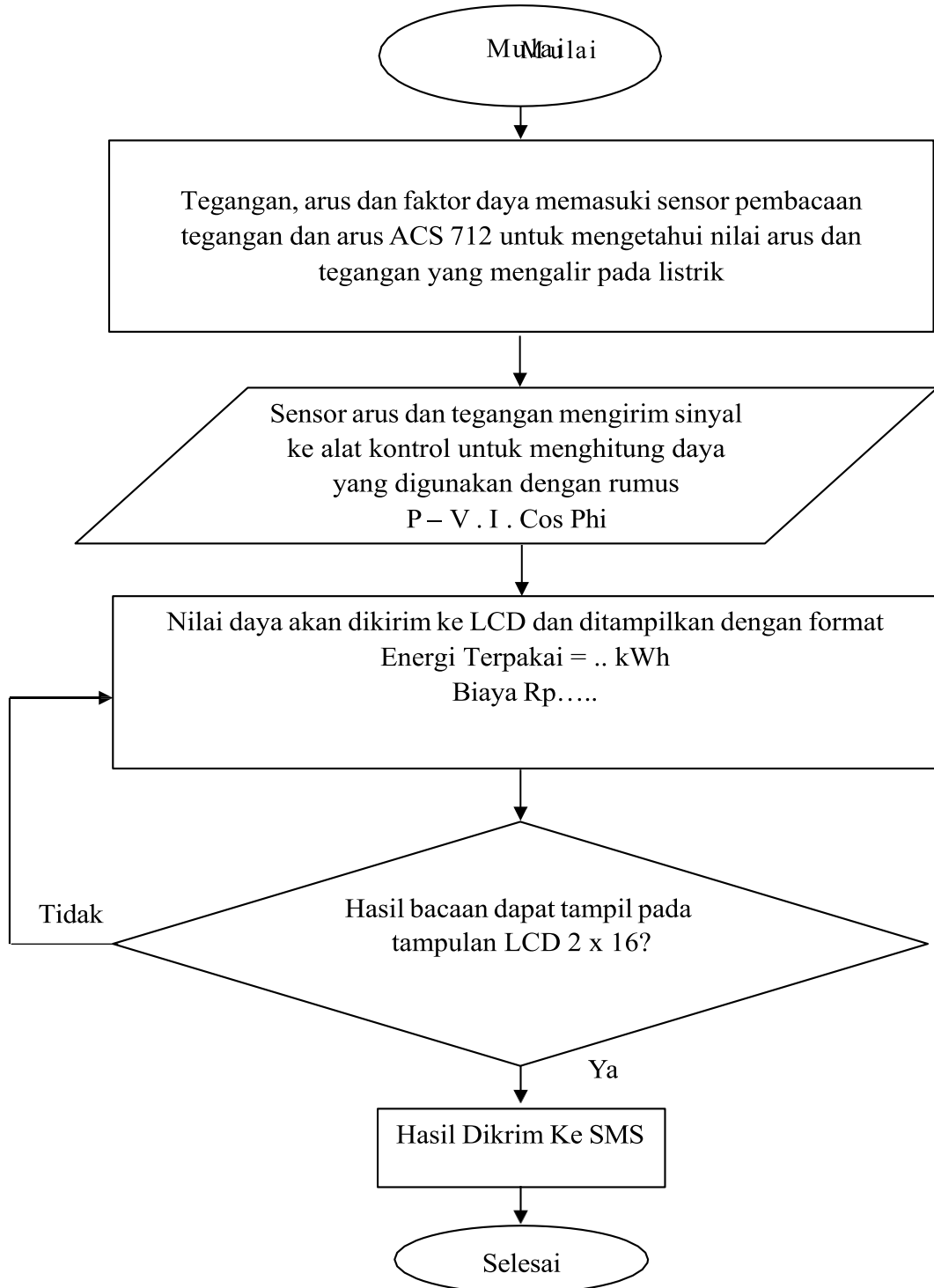
e. LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) atau penampil kristal cair adalah suatu media yang dapat menampilkan suatu karakter huruf, angka, maupun simbol dengan menggunakan kristal cair sebagai komponen utama penampil. LCD dibuat dengan teknologi CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya

tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya terhadap frontlit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. Material LCD meliputi lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. LCD digunakan pada perangkat elektronik yang menampilkan gambar atau karakter seperti televisi, komputer, kalkulaor, jam digital, dan alat ukur digital. LCD 16x2 dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol sebanyak 16 kolom dan 2 baris, LCD dapat beroperasi dengan tegangan sumber 5 VDC dan memiliki 16 pin interface dengan fungsi masing-masing.

### 3.3. Bagan Alir Alat

Adapun proses alir alat monitoring kWh meter adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian



### 3.4. Metode Pembuatan Alat

Pembuatan alat dapat dilakukan melalui beberapa tahap, adapun tahap – tahap proses pembuatan alat adalah sebagai berikut :

1. Perancangan alat monitoring pemakaian daya dan biaya listrik berbasis SMS, pada tahap ini alat yang akan dibuat akan disimulasikan terlebih dahulu pada aplikasi simulasi mikrokontroller.
2. Setelah alat berhasil diuji secara simulasi, selanjutnya tahap menggambar rangkaian menggunakan aplikasi gambar rangkaian. Proses ini bertujuan untuk mempermudah dalam pembuatan alat nantinya.
3. Setelah rangkaian alat dibuat, selanjutnya mempersiapkan alat dan bahan sesuai dengan apa yang ada pada rangkaian yang telah dibuat sebelumnya.
4. Rangkai masing – masing komponen sesuai dengan rangkaian yang telah dibuat. Sesuaikan port – port untuk menghubungi tiap – tiap komponen ke komponen yang lainnya
5. Apabila semua komponen telah terangkai seperti gambar rangkaian yang telah dibuat, selanjutnya memasukkan program kedalam mikrokontroller yang ada. Dimana program ini dilakukan agar alat bekerja sesuai dengan apa yang kita inginkan dan perintahkan
6. Tahap selanjutnya adalah pengujian efektifitas dari alat yang telah dirancang dan dibuat.

### **3.5. Metode Pengujian Alat**

Setelah alat dirancang dan dibuat, untuk menguji kinerja dan tingkat efektifitas alat dilakukan pengujian. Adapun metode yang diuji adalah :

1. Mengukur tingkat kepekaan dari sensor yang telah dipasang.
2. Mengukur tingkat ketepatan dari pembacaan sensor dengan apa yang ditampilkan
3. Mengukur tingkat kinerja dari alat yang dibuat
4. Mengukur tingkat efektifitas dari alat yang telah dibuat

## BAB 4

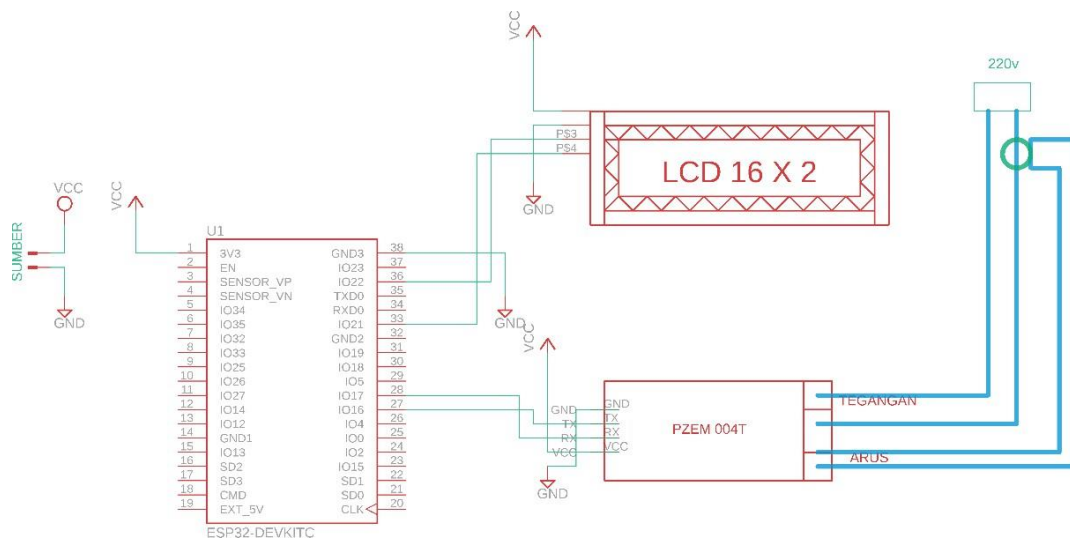
### RANCANG BANGUN ALAT

#### 4.1. Perancangan Alat

Setelah alat dan bahan disiapkan, maka selanjutnya adalah merancang alat monitoring pemakaian daya dan biaya listrik berbasis IoT. Adapun tahapan perancangan adalah menggambar rangkaian, setelah menggambar rangkaian kemudian masuk ketahap perancangan alat.

##### 4.1.1. Gambar Rangkaian

Adapun rangkaian pada alat ini adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 Rangkain Alat

Dapat dilihat pada rangkaian alat, keluaran pada alat ini merupakan LCD yang akan menampilkan hasil monitoring dari bacaan kwh meter. Kemudian ada perangkat IoT yang dapat mengirimkan data bacaan yang ada ke *smartphone* pengguna agar dapat dimonitoring jarak jauh.

#### 4.1.2. Proses Pembuatan Alat

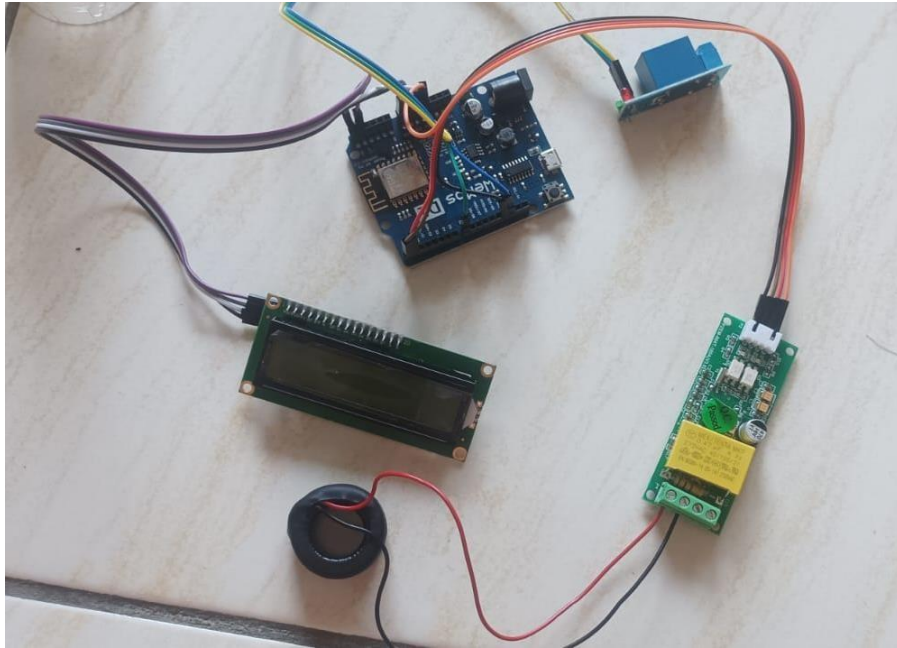
Adapun proses pembuatan alat adalah sebagai berikut :

- a. Berawal dari melakukan persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan. Adapun untuk perangkaian tahap awal yang dibutuhkan adalah mikrokontroler arduino uno, LCD, Relay dan Modul NodemCU
- b. Kemudian hubungkan terlebih dahulu arduino uno dengan kabel jumper yang nantinya akan dihubungkan pada komponen – komponen lainnya agar mempermudah kita dalam menghubungkan pusat kontrol ke komponen lainnya. seperti gambar berikut.



Gambar 4.2 Jumper Arduino Uno

- c. Selanjutnya hubungkan kabel yang dari arduino uno ke komponen – komponen lain seperti relay dan modul NodemCU.



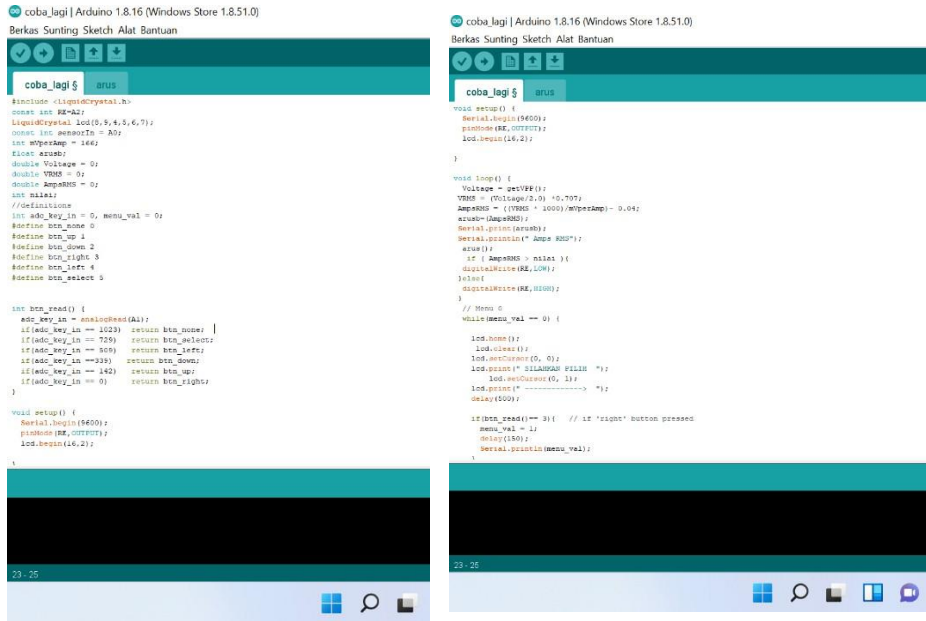
Gambar 4.3. Menghubungkan Komponen

- d. Setelah komponen arduino , relay dan modul nodemcu terhubung dengan satu rangkaian. Maka selanjutnya adalah menghubungkan rangkaian ke stop kontak. Dimana stopkontak ini berfungsi sebagai tempat input beban nantinya

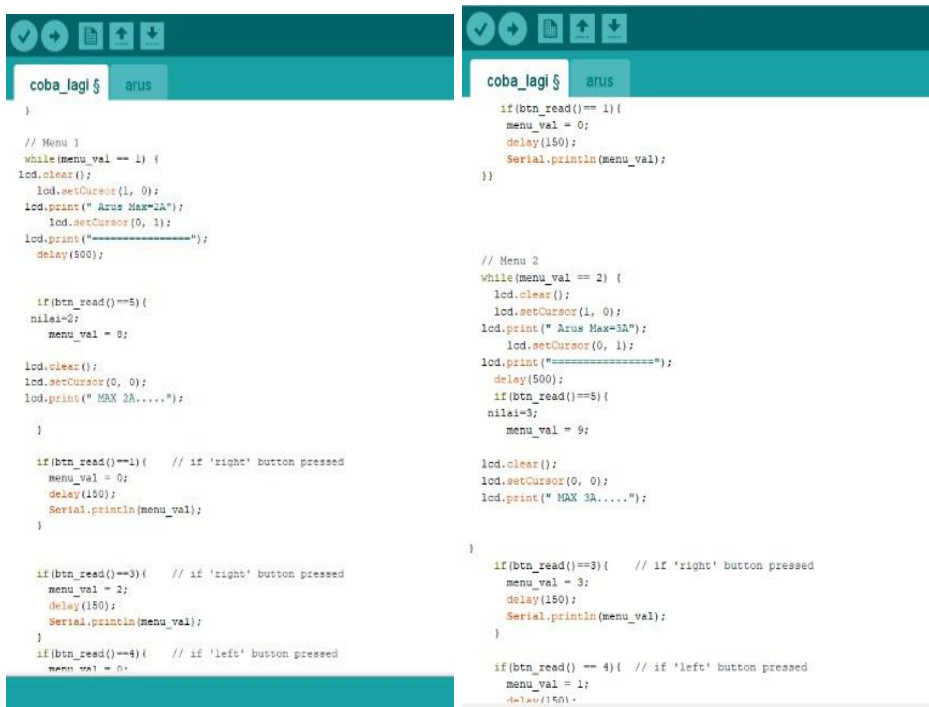


Gambar 4.4 Rangkaian ke stopkontak

- e. Sebelum menyempurnakan alat, tahap selanjutnya adalah memasukkan program kedalam arduino sebagai pusat kontrol. Adapun program yang dimasukkan adalah sebagai berikut :



Gambar 4.5. Program 1



Gambar 4.6. Program 2

Dimana sistem kerja program yang dibuat adalah, ketika alat dihubungkan kesumber tegangan maka alat hidup nan menampilkan di LCD. Adapun yang

ditampilkan pada LCD merupakan daya yang terpakai beserta dengan tagihannya. Kemudian modul nodemcu berfungsi sebagai perangkat yang dapat menghubungkan antara alat dengan perangkat smartphone pengguna, sehingga tampilan yang ada pada lcd juga dapat dilihat pada smartphone dengan menggunakan internet

Adapun program yang di input adalah sebagai berikut :

```
01 //Menampilkan nilai Arus oleh indobot.co.id
02 #include <LiquidCrystal_I2C.h> //Library LCD
    I2C
03
04 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); //Alamat I2C
05 const int pinADC = A0;
06 int sensitivitas = 185;
07 int nilaiadc = 00;
08 int teganganoffset = 2500;
09 double tegangan = 00;
10 double nilaiarus = 00;
11
12 void setup(){
13 Serial.begin(9600); //baud komunikasi serial monitor 9600bps
14 Serial.print("MEMBACA ARUS");
15 Serial.print("Oleh Indobot");
16 lcd.init (); //Mulai LCD
17 lcd.setBacklight(HIGH);
18 delay(2000);
```

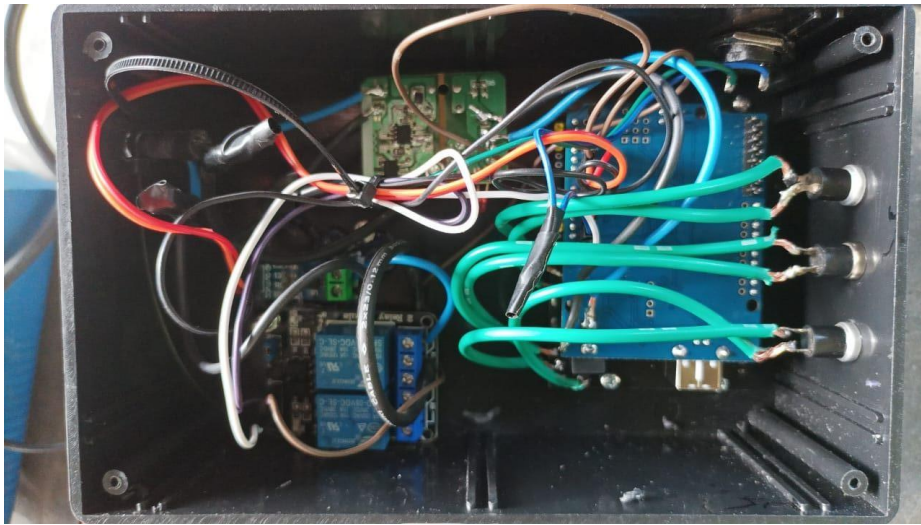


```

19  }
20
21
22  void loop(){
23      nilaiadc = analogRead(pinADC);
24      tegangan = (nilaiadc / 1024.0) * 5000;
25      nilaiarus = ((tegangan - teganganoffset) / sensitivitas);
26      Serial.print("Nilai ADC yang terbaca = " );
27      Serial.print(nilaiadc);
28
29      Serial.print(" tegangan (mV) = ");
30      Serial.print(tegangan,3);
31
32      Serial.print(" Arus = ");
33      Serial.println(nilaiarus,3);
34      lcd.setCursor(0,0);
35      lcd.print("Arus : "); //Arus
36      lcd.print(nilaiarus,3); //tampilkan nilai arus
37      delay(1000);
38      lcd.clear();
39      lcd.setCursor(0,0);
40      lcd.print("Tegangan : "); //Arus
41      lcd.print(tegangan,3); //tampilkan nilai tegangan
42      delay(1000);
43      lcd.clear();
44  }

```

- f. Tahap selanjutnya setelah semua komponen terhubung, maka letakkan rangkaian kedalam box agar terhindar dari konselt yang disebabkan dari luar. Tambahkan tombol push button untuk pilihan arus yang akan dibatasi.



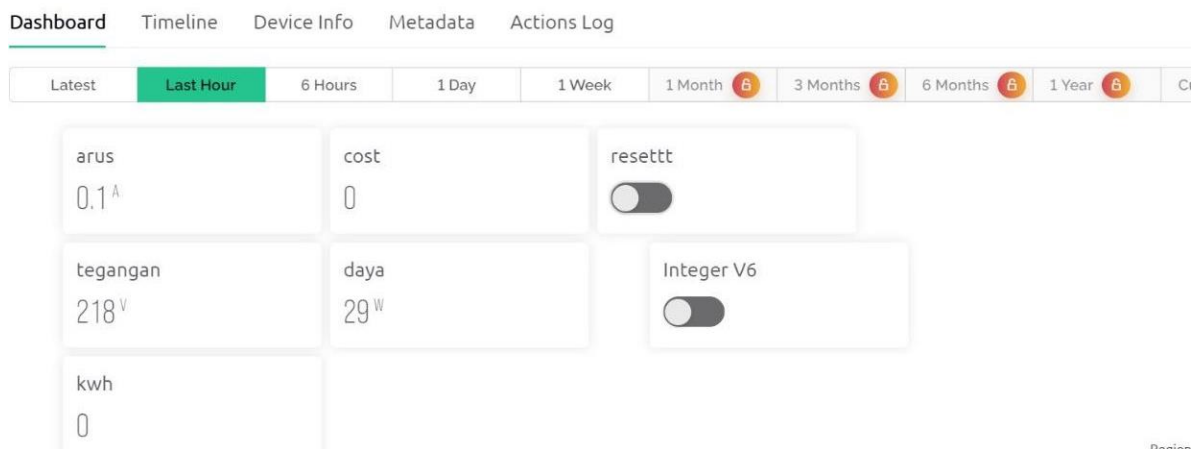
Gambar 4.7 Menghubungkan alat ke arduino

- g. Setelah semua komponen dimasukkan kedalam box, maka letakkan dibagian atas box stopkontak yang berfungsi sebagai penempatan beban nantinya seperti gambar berikut



Gambar 4.8 kWh IOT

Gambar 4.9 Tampilan IoT



- h. Tahap uji coba. Hubungkan arduino ke suplai listrik (Adaptor) dan masukkan beban. Apabila alat berjalan sesuai apa yang diprogram, maka dapat dipastikan

perancangan dan pembuatan alat berhasil. Namun jika tidak sesuai, dapat di cek pada program dan rangkaian yang telah dibuat.

#### 4.2. Pengujian Alat

Adapun tabel hasil pengujian alat yang telah dibuat adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Alat

Nama Beban	Keterangan
Charger Laptop 36 Watt	Ketika beban yang digunakan adalah Charger laptop dengan kapasitas 36 Watt. Pada LCD nampak tampilan penggunaan daya pada awal penggunaan tidak sampai 36 Watt, melainkan 5 watt. Namun penggunaan daya semakin lama semakin bertambah dan biaya tagihan juga semakin bertambah
Bor Listrik 100 Watt	Pada pengujian beban bor listrik, beban langsung disetting ke rpm maksimal bor listrik. Ternyata tampilan pada LCD langsung menunjukkan penggunaan daya yang tinggi yaitu sekitar 80 Watt. Sehingga tagihan yang ditampilkan juga relatif tinggi. Dan semakin lama penggunaan bor listrik daya dan tagihan juga semakin bertambah
Lampu 40 Watt	Setelah pengujian lampu 40Watt pilihan yang dipilih daya yang ditampilkan di awal hanya 7 Watt.

Nama Beban	Keterangan
	Namun semakin lama biaya dan daya yang terpakai juga semakin meningkat

Kemudian pengukuran dilakukan dengan menghubungkan alat dengan KWH meter. Biaya pemakaian diukur selama 1 bulan, dimana hasil bacaan biaya pada alat realtime datalogger kwh meter akan dibandingkan dengan hasil bacaan pada kwh meter.

**PENETAPAN PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)  
PERIODE OKTOBER-DESEMBER 2020**

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER (PASCA BAYAR)		PRABAYAR (Rp/kWh)	DIBANDINGKAN DENGAN TARIF SEBELUMNYA
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVarh (Rp/kVarh)		
1.	R-1/TR	900 VA-RTM	*)	1.352,00	1.352,00	tetap
2.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.444,70	1.444,70	turun 22,58
3.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.444,70	1.444,70	turun 22,58
4.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.444,70	1.444,70	turun 22,58
5.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.444,70	1.444,70	turun 22,58
6.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.444,70	1.444,70	turun 22,58
7.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = 1.035,78 kVarh = 1.114,74****)	-	tetap
8.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = 1.035,78 kVarh = 1.114,74****)	-	tetap
9.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***))	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVarh = 996,74 ****)	-	tetap
10.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.444,70	1.444,70	turun 22,58
11.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = 1.035,78 kVarh = 1.114,74****)	-	tetap
12.	P-3/TR	-	*)	1.444,70	1.444,70	turun 22,58
13.	L/TR, TM, TT	-	-	1.644,52 *****)	-	tetap

Catatan :

\*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
RM1 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.

\*\*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
RM2 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian LWBP.  
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.






\*\*\*)) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
RM3 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.  
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

\*\*\*\*) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVarh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

\*\*\*\*\*) Dikalikan terhadap faktor "N" dengan nilai  $N \leq 1,5$

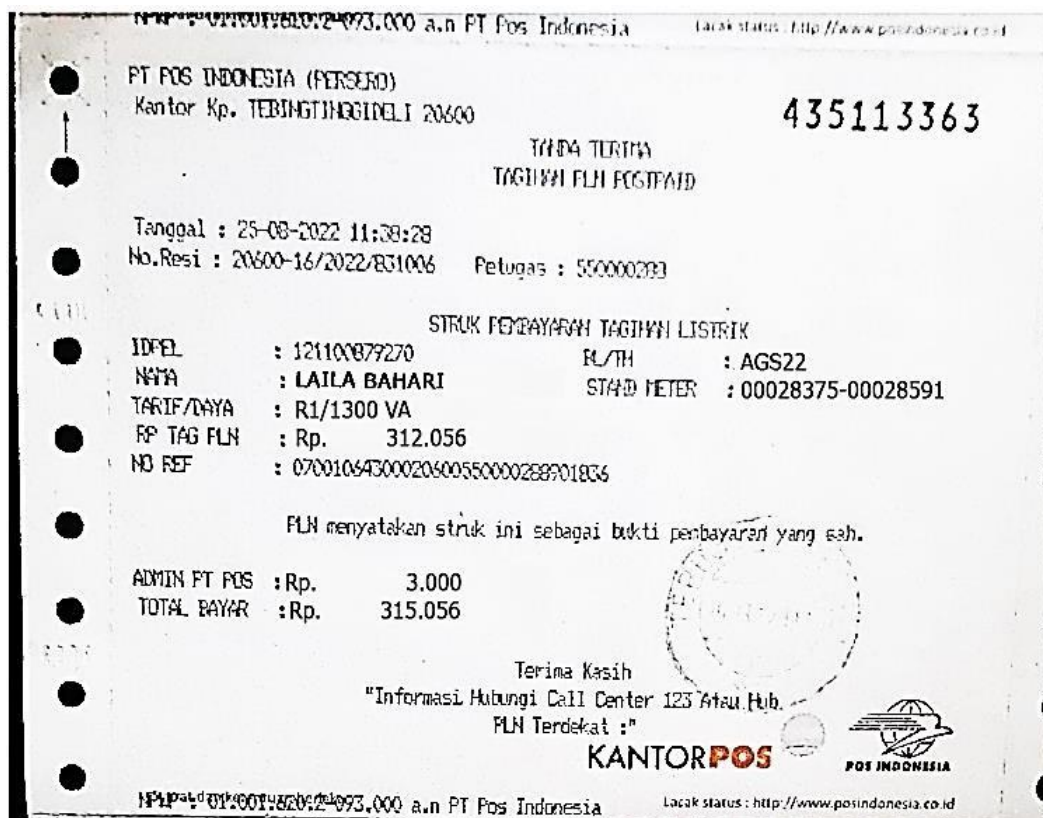
K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ( $1,4 \leq K \leq 2$ ), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.  
LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.


[gatrik.esdm.go.id](http://gatrik.esdm.go.id) / 
 
[Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan](#) / 
 

[@infogatrik](#) / 
 
[Info Gatrik](#)

Gambar 4.9 Daftar Tarif Tenaga Listrik  
Sumber : esdm

Tarif dasar yang dikenakan pada rumah tipe R1 1300 VA adalah sebesar 1.444,7/kWh. Untuk mengetahui penggunaan kWh yang dikenakan pada rumah dengan tarif tipe R1/1300 VA dapat dilihat pada slip pembayaran yang dilakukan oleh pelanggan PLN. Adapun bukti slip pembayaran PLN dapat dilihat pada gambar berikut :

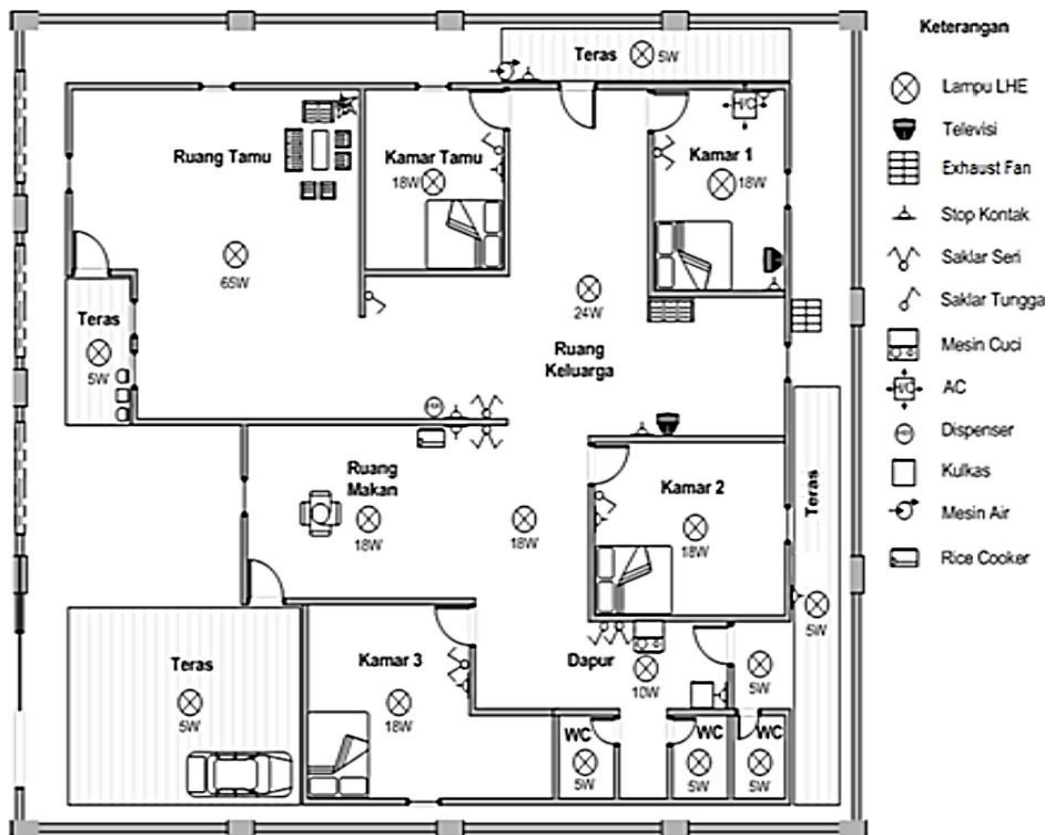


Gambar 4.10 Slip Pembayaran PLN Rumah 1300 VA

Dapat dilihat pada gambar 4.14 merupakan slip pembayaran yang dilakukan pelanggan. Dimana tarif daya pada rumah diketahui adalah tipe R1 (Rumah Tangga 1) berkapasitas 1300 VA terpasang. Pada slip pembayaran juga dapat dilihat tagihan pada bulan agustus 2022 adalah sebesar Rp. 312.056. dengan Stand meter yang menunjukkan 28375 s/d 28591, merupakan penggunaan KWh selama sebulan sehingga dikenakan tarif sebesar tersebut. Apabila stand meter akhir dikurang

dengan stand meter awal pembacaan maka KWh terpakai pada bulan tersebut adalah sebesar 216 kWh/bulan atau apabila dibagi dengan 30 hari yaitu sebesar 7,2 kWh/hari.

Adapun penggambaran beban pada rumah tersebut dengan berkapasitas 1300 VA adalah sebagai berikut :



Gambar 4.11 Data Beban Rumah 1300 VA

Dari gambar pendataan beban yang ada pada Rumah 1300 VA pada gambar 4.1 maka didapat tabel klasifikasi penggunaan beban harian adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data Beban Harian Rumah Tangga 1300 VA

No	Nama Beban	Jumlah	Posisi	Daya (Watt)	Lama waktu pemakaian per hari (jam)	Waktu (WIB)
1	Lampu LHE	1	Lampu Teras	5	12	60 KWH
		1	Lampu Teras	5	12	60 KWH
		1	Lampu Teras	5	12	60 KWH
		1	Lampu Teras	5	12	60 KWH
		1	Lampu Dapur	5	12	60 KWH
		1	Lampu Wc 1	5	5	25 KWH
		1	Lampu Wc 2	5	5	25 KWH
		1	Lampu Wc 3	5	5	25 KWH
		1	Ruang Keluarga	24	5	120 KWH
		1	Ruang Tamu	65	3	195 KWH
		1	Ruang Makan	18	4	72 KWH
		1	Ruang Makan	18	4	72 KWH
		1	Lampu Dapur	10	4	40 KWH
		1	Lampu Kamar 1	18	5	90 KWH
		1	Lampu Kamar 2	18	5	90 KWH
		1	Lampu Kamar 3	18	5	90 KWH
		1	Kamar Tamu	18	5	90 KWH
2	TV LEDD 39"	1	Ruang Keluarga	110	4	440 KWH
3	TV LED 21"	1	Kamar Tidur 1	45	4	180 KWH
4	Exhaust Fan	1	Belakang	35	3	105 KWH
5	Mesin Cuci	1	Dapur	550	2	1100 KWH
6	Dispenser	1	Kamar Tamu	180	1	180 KWH
7	Setrika	1	Kondisional	350	1	350 KWH
8	Laptop	1	Kondisional	50	3	150 KWH
9	Kulkas	1	Dapur	100	24	2400 KWH
10	Rice Cooker	1	Ruang Makan	350	3	1050 KWH

Maka dari tabel 4.1 diatas didapat jenis beban dan jumlah daya yang digunakan dalam satu hari. Apabila di akumulasikan kealam bentuk tabel maka didapat tabel karakteristik beban harian rumah tangga 1300 VA.



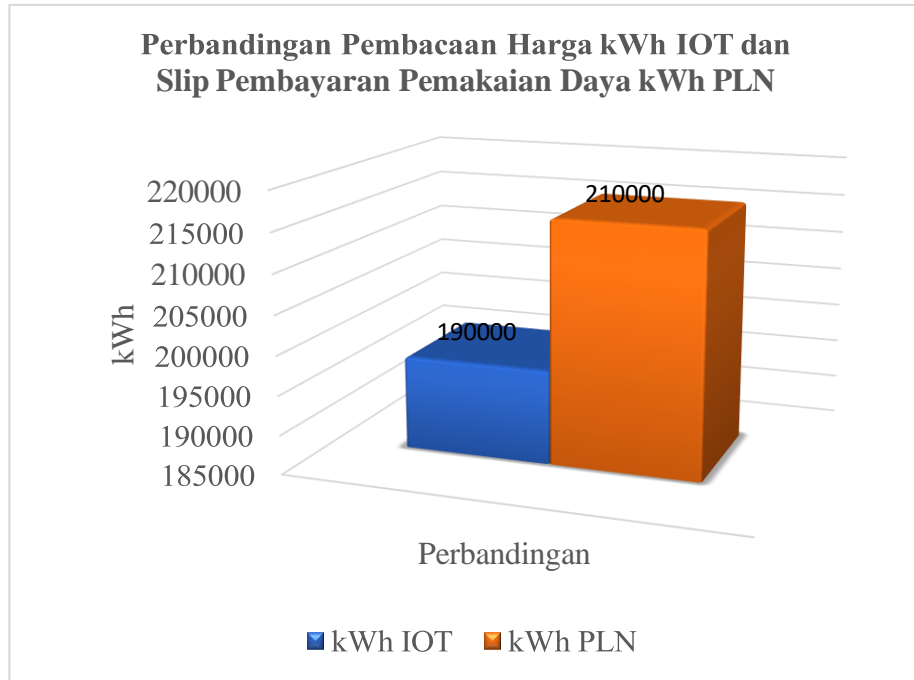


Gambar 4.12 Hasil Bacaan Pada Alat

Dari gambar 4.12 dapat dilihat hasil bacaan pada alat selama satu bulan dengan waktu yang bersamaan dengan bacaan slip tagihan oleh PLN adalah sebesar 197 kWh/bulan. Dimana terdapat perbandingan antara slip tagihan PLN dan Alat, adapun selisi hasil bacaan dari alat dan slip tagihan PLN adalah sebesar 19 kWh. Maka untuk menentukan tingkat error alat dapat digunakan rumus :

$$\begin{aligned}\text{Error (\%)} &= \frac{\text{Selisih Harga}}{\text{Tagihan PLN Perbulan}} \times 100\% \\ &= \frac{19}{216} \times 100\% \\ &= 8,79 \%\end{aligned}$$

Maka hasil bacaan daya pada alat realtime datalogger memiliki presentase error sebesar 8,79% dari hasil bacaan KWH meter. Perbandingan ke-2 harga dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.13 Perbandingan Harga Alat dan Slip Pembayaran Pemakaian Daya

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang didapat pada rancangan bangun alat monitoring KWH meter dengan parameter biaya penggunaan daya terpakai ini adalah sebagai berikut :

1. Alat yang telah dirancang berhasil dibuat dibuktikan dengan pengujian yang menghasilkan kinerja alat sesuai apa yang diinginkan. Sensor yang digunakan pada alat ini sangat berperan penting untuk membaca hasil daya yang terpakai untuk menentukan tagihan yang ada
2. Alat monitoring KWH meter ini berguna untuk memberikan kemudahan dalam mengakses informasi penggunaan daya listrik. Pengguna dapat melihat data secara realtime, melihat data historis dan melihat analisis data sesuai dengan penggunaan listrik.

#### **5.2. Saran**

Adapun saran dari penulis adalah :

1. Baiknya dilakukan penelitian atau perancangan alat yang serupa tetapi menggunakan sensor yang berbeda
2. Melakukan perbandingan berbagai macam alat monitoring kwh meter untuk mendapat sensor arus yang terbaik untuk alat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Firmansyah, Vera, Vebi Nadhira, Lutfia Silvi, and Tesya Apnita Dewi. 2019. "IoT Sistem Monitoring Meter Kwh Digital Menggunakan Sensor Ldr Dan Codeigniter Api Service." *Jurnal Material dan Energi Indonesia* 09(01): 18–25.
- Hidayah, Muhammad Nurul, Riza Alfita, and Kunto Aji. 2019. "Implementasi Internet of Thing Untuk Kontrol Dan Monitoring Kwh Meter Pascabayar." *Implementasi Internet of Thing* 9(3): 1.
- Mustafa, Syahrul, and Umar Muhammad. 2020. "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Smartphone." *Jurnal Media Elektrik* 17(3): 127.
- Tukadi, Wahyu Widodo, Maretha Ruswiensari, and Aryo Qomar. 2019. "Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet Of Things." *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII 2019*: 581–86. <https://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/download/659/468>.
- Ratnasari, Titi, and Adri Senen. 2017. "Perancangan Prototipe Alat Ukur Arus Listrik Ac Dan Dc Berbasis Mikrokontroler Arduino Dengan Sensor Arus Acs-712 30 Ampere." *Jurnal Sutet* 7(2): 28–33.
- Kadir, Abdul. 2013. "Pengertian Arduino." *Arduino* (1): 6–21.
- Chamim, Anna Nur Nazilah. 2010. "Penggunaan Microcontroller Sebagai Pendeteksi Posisi Dengan Menggunakan Sinyal Gsm." *Jurnal Informatika* 4(1): 430–39.
- Elektronika Dasar. 2019. Definisi Dan Fungsi Sensor Efek Hall. <http://elektronikadasar.web.id/definisi-dan-fungsi-sensor-efek-hall/>. 15 Oktober 2019 (20.30).
- Samuel, S.P., M.K. Amri Rosa, dan A. Herawati. 2016. Analisis Efisiensi Motor Induksi pada Tegangan Non Rating dengan Metode Segregated Loss. *Jurnal Teknosia* 2(17): 32-40.
- Sarhan, Q.I. 2018. Internet of things: a survey of challenges and issues. *International Journal Internet of Things and Cyber-Assurance* 1(1): 40-75.

- Septianto, F., A. Widodo, dan N. Sinaga. 2015. Analisa Penurunan Efisiensi Motor Induksi Akibat Cacat pada Cage Ball Bantalan. *Jurnal Teknik Mesin S-1* 4(4): 397-407.
- Sulastianingsih, F dan R. Kartono. 2018. Smart Riders 3D Sebagai Game Pengenalan Rambu Lalu Lintas Berbasis Android. *Jurnal Teknik Elektro Unnes* 10(2): 64-69.
- Sulistyanto, M.P., D.A. Nugraha, N. Sari, N. Karima, dan W. Asrori. 2015. Implementasi IoT (Internet of Things) dalam pembelajaran di Universitas Kanjuruhan Malang. *SMARTICS Journal* 1(1): 20-23.
- Wijaya, M. 2001. *Dasar-dasar Mesin Listrik*. Jakarta: Penerbit Djambatan
- Leny, Eno May. 2019. “Sistem Current Limiter Dan Monitoring Arus Serta Tegangan Menggunakan Sms Untuk Proteksi Pada Penggunaan Beban Rumah Tangga.” *Jurnal Teknik Elektro* 08(1): 8.
- Fitriandi, A, E Komalasari, H Gusmedi - *Jurnal Rekayasa dan, and undefined* 2016. 2016. “Rancang Bangun Alat Monitoring Arus Dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler Dengan SMS Gateway.” *Academia.Edu* 10(2). <https://www.academia.edu/download/52674667/215-260-1-PB.pdf>.
- Fransiscus, Harianto, Susijanto Tri Rasmana. 2016. “Rancang Bangun Alat Pembatas Arus Listrik Dan Monitoring Pemakaian Daya Pada Rumah Sewa Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.” *Journal of Control and Network Systems* 5(1): 136–43.
- Mario, Boni P Lapanporo, and Muliadi. 2018. “Rancang Bangun Sistem Proteksi Dan Monitoring Penggunaan Daya Listrik Pada Beban Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega328P.” *ProQuest Dissertations and Theses* VI(01): 329.

Yohanes C, Saghoa, Sherwin R.U.A. Sompie, and Novi M. Tulung. 2018. “Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* 7(2): 167–74

Gideon, Samuel, and Koko Pratama Saragih. 2019. “Analisis Karakteristik Listrik Arus Searah Dan Arus Bolak-Balik.” *Regional Development Industry & Health Science, Technology and Art of Life*: 262–66.