

# SKRIPSI

## ANALISIS PERBANDINGAN TINGKAT ERROR ALAT KWH METER DIGITAL BERBASIS IOT DENGAN AUTOMATIC METER READING (AMR) PADA PT. PLN LABUHAN

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

Disusun Oleh:

**RAFIF TSAGIB**  
2007220086P



# UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rafif Tsagib  
NPM : 2007220086P  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Tingkat Error Alat Kwh Meter Digital Berbasis IOT Dengan Automatic Meter Reading (AMR) Pada PT.PLN Labuhan  
Bidang ilmu : Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan di hadapan 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.

Medan, 16 November 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Benny Oktrialdi, S.T., M.T

Dosen Pembanding I / Penguji



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

Dosen Pembanding II / Penguji



Partaonan Harahap, M.M

Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rafif Tsagib  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 01 Desember 2001  
NPM : 2007220086P  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

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

**“Analisis Perbandingan Tingkat Error Alat Kwh Meter Digital Berbasis IOT Dengan Automatic Meter Reading (AMR) Pada PT.PLN Labuhan”,**

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, 16 November 2024  
Saya yang menyatakan,



Rafif Tsagib

## ABSTRAK

Perlu dilakukan monitoring kWh meter dengan pengambilan data dengan menggunakan teknologi. Dimana data tersebut dapat di lihat tanpa harus pengecekan ke rumah pelanggan. Inilah yang membuat penulis berfikir untuk merancang alat yang dapat memonitoring kWh meter berbasis Internet of Things agar mendapatkan data secara akurat tanpa turun kelapangan dengan pengecekan manual. Serta memudahkan petugas untuk pemetaan lokasi menggunakan GPS. adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat rangkaian alat kwh meter digital berbasis internet of things. Mengetahui hasil bacaan yang ada pada kwh meter digital berbasis internet of things dan automatic meter reading (AMR) pada PT. PLN Labuhan Batu. Melakukan analisis perbandingan dari kedua alat ukur untuk menentukan mana yang lebih efektif dan efisien digunakan. adapun hasil dari penelitian ini adalah alat yang telah dirancang berhasil dibuat dibuktikan dengan pengujian yang menghasilkan kinerja alat sesuai apa yang diinginkan. Sensor yang digunakan pada alat ini sangat berberan penting untuk membaca hasil daya yang terpakai untuk menentukan tagihan yang ada. Hasil bacaan AMR didapat melalui data yang diambil pada ULP Labuhan baktu untuk dibandingkan dengan hasil bacaan yang ada pada alat kWh meter berbasis IoT. Alat kWh meter berbasis IoT dari hasil pengujian memiliki tingkat akurasi sebesar 87% sehingga untuk pembacaan atau monitoring pelanggan jauh lebih baik menggunakan sistem AMR dibandingkan alat kWh meter mikrokontroler berbasis IoT.

Kata Kunci : kWh Meter, IoT, Monitoring, Daya Listrik

## **ABSTRACT**

*It is necessary to monitor kWh meters by collecting data using technology. Where the data can be seen without having to check the customer's house. This is what made the author think about designing a tool that can monitor kWh meters based on the Internet of Things in order to get accurate data without going to the field with manual checking. And make it easier for officers to map locations using GPS. The purpose of this study is to create a series of digital kWh meters based on the internet of things. Knowing the reading results on the digital kWh meter based on the internet of things and automatic meter reading (AMR) at PT. PLN Labuhan Batu. Conducting a comparative analysis of the two measuring instruments to determine which is more effective and efficient to use. The results of this study are that the tool that has been designed has been successfully made, as evidenced by testing that produces tool performance according to what is desired. The sensor used in this tool is very important for reading the results of the power used to determine the existing bill. The AMR reading results are obtained through data taken at the ULP Labuhan Batu to be compared with the reading results on the IoT-based kWh meter tool. The IoT-based kWh meter tool from the test results has an accuracy level of 87% so that for reading or monitoring customers it is much better to use the AMR system compared to the IoT-based microcontroller kWh meter tool.*

*Keywords: kWh Meter, IoT, Monitoring, Electric Power*

## 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 “ANALISIS PERBANDINGAN TINGKAT ERROR ALAT KWH METER DIGITAL BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN AUTOMATIC METER READING (AMR) PADA PT. PLN LABUHAN”. 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 sayangnya 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 kontruksi Teknik Elektro serta kepada Allah SWT , kami serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya. Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, Oktober 2023

Rafif Tsagib  
2007220086P

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1. Tinjauan Pustaka Relevan.....	5
2.2. Energi Listrik.....	6
2.3. Beban Listrik.....	7
2.4. Karakteristik Sumber PLN.....	8
2.5. Tarif Listrik.....	9
2.6. Mikrokontroler.....	13
2.7. Internet of Things.....	19
2.8. Sensor.....	23
2.9. Arus Listrik.....	29
2.10. AMR.....	32
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	37
3.1 Waktu dan Tempat.....	37
3.2 Bahan dan Alat.....	37
3.3 Flowchart Penelitian.....	39
3.4 Metode Pembuatan Alat.....	40
3.5 Metode Pengujian Alat.....	40
3.6 Metode Perbandingan.....	41



<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
4.1 Perancangan Alat .....	42
4.2 Pengujian Akurasi Alat .....	48
4.3 Hasil Data Logger KWH Meter.....	52
4.4 Tingkat Akurasi Pembacaan Biaya Pada Alat.....	56
4.5 Perbandingan Alat kWh dengan AMR .....	57
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>60</b>
5.1 Perancangan Alat .....	60
5.1 Perancangan Alat .....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Biaya Produksi dan Harga Jual Listrik (Rp/kWh).....	10
Gambar 2.2 Ruang Alamat Memori .....	14
Gambar 2.3 Mikrokontroller .....	15
Gambar 2.4 Diagram 3 dimensi IoT.....	20
Gambar 2.5 Diagram Arsitektur IoT .....	22
Gambar 2.6 Macam – Macam Sensor .....	23
Gambar 2.7 Ilustrasi Sensor ACS 712.....	24
Gambar 2.8 Rangkaian Sensor Arus .....	26
Gambar 2.9 Bagian Sensor ACS 712 .....	28
Gambar 2.10 Gelombang Arus DC .....	29
Gambar 2.11 Gelombang Listrik AC.....	30
Gambar 2.12 Warna Resistor.....	32
Gambar 2.13 AMR.....	33
Gambar 2.14 Komponen Primer AMR .....	35
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian.....	42
Gambar 4.1 Rangkain Alat .....	45
Gambar 4.2 Jumper Arduino Uno .....	46
Gambar 4.3 Menghubungkan Komponen .....	47
Gambar 4.4 Rangkaian ke stopkontak.....	47
Gambar 4.5 Program 1 .....	48
Gambar 4.6 Program 2 .....	48
Gambar 4.7 Menghubungkan alat ke arduino .....	51
Gambar 4.8 kWh IOT.....	52
Gambar 4.9 Tampilan IoT Alat.....	53
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Arus.....	54
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Arus .....	55
Gambar 4.12 Tampilan IoT Minggu Ke-1.....	57

Gambar 4.13 Tampilan IoT Minggu Ke-2.....	57
Gambar 4.14 Tampilan IoT Minggu Ke-3.....	57
Gambar 4.10 Tampilan IoT Minggu Ke-4 .....	58
Gambar 4.10 Grafik Penggunaan Beban 1 .....	59
Gambar 4.10 Grafik Penggunaan Beban 2.....	59
Gambar 4.10 Slip Pembayaran Penggunaan Beban Listrik .....	60
Gambar 4.10 Perbandingan Hasil Bacaan kWh dan Cost pada Alat dan PLN	61
Gambar 4.10 Hasil Bacaan AMR pada Pelanggan.....	62
Gambar 4.10 Tampilan LCD Alat kWh meter IoT.....	62
Gambar 4.10 Tampilan IoT alat .....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Arus pada Alat dan Multimeter .....	53
Tabel 4.2 Data Tegangan pada Alat dan Multimeter .....	54
Tabel 4.3 Hasil Bacaan Biaya Penggunaan Beban Pada Alat .....	58

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Saat ini teknologi sangat berkembang di berbagai bidang keilmuan. Manusia terus berusaha mengembangkan dan meneliti teknologi terbaru untuk mempermudah manusia dalam berbagai bidang. Salah satunya yaitu pada bidang teknologi mengenai Internet of Things (IoT). Internet of things sudah banyak diterapkan di beberapa bidang keilmuan. Perusahaan terbesar yang memberikan layanan listrik terbesar yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN). Dimana kebutuhan masyarakat pada energi listrik menjadi kebutuhan pokok masyarakat. Pelayanan PLN menyediakan listrik prabayar dan pascabayar. Pada pelanggan listrik pascabayar fasilitas layanan yang di berikan oleh PLN adalah pelanggan menggunakan energi listrik tersebut selama sebulan sesuai dengan penggunaan. Namun yang terjadi di lapangan beberapa kali terjadi kesalahan oleh petugas PLN dalam mencatat penggunaan listrik pelanggan sehingga menimbulkan kerugian bagi pelanggan. Hal ini dikarenakan pencatatan meteran di lakukan manual oleh petugas dengan cara manual yaitu mengecek langsung pada kWh meter tiap rumah pelanggan. Cara tersebut menimbulkan beberapa kendala pada saat proses pencatatan. Salah satunya yang sering terjadi rumah pelanggan kosong atau penghuni rumah tidak ada yang menyebabkan petugas tidak dapat melakukan pengecekan kWh meter listrik pada rumah tersebut, sehingga petugas kadang kala merekayasa nilai kWh meter pelanggan dari pemakaian yang sebelumnya.

Oleh sebab itu perlu dilakukan monitoring dengan pengambilan data dengan menggunakan teknologi. Dimana data tersebut dapat di lihat tanpa harus pengecekan ke rumah pelanggan. Inilah yang membuat penulis berfikir untuk merancang alat yang dapat memonitoring kWh meter berbasis Internet of Things agar mendapatkan data secara akurat tanpa turun kelapangan dengan pengecekan manual. Serta memudahkan petugas untuk pemetaan lokasi menggunakan GPS.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pada penelitian ini terdapat rumusan masalah yang melatar belakangi proses berjaannya penelitian. Adapun rumusan masalah yang telah dirangkum dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana rangkaian dan pembuatan/perancangan alat kwh meter digital berbasis internet of things?
2. Bagaimana hasil bacaan yang ada pada kwh meter digital berbasis internet of things dan automatic meter reading (AMR) pada PT. PLN Labuhan Batu?
3. Bagaimana perbandingan hasil bacaan alat kwh meter digital berbasis IoT dengan AMR pada PT. PLN Labuhan Batu?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang merupakan jawaban dari rumusan masalah pada penelitian ini. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat rangkaian alat kwh meter digital berbasis internet of things.
2. Mengetahui hasil bacaan yang ada pada kwh meter digital berbasis internet of things dan automatic meter reading (AMR) pada PT. PLN Labuhan Batu.
3. Melakukan analisis perbandingan dari kedua alat ukur untuk menentukan mana yang lebih efektif dan efisien digunakan.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

- 1 Menambah pengetahuan penulis dan pembaca penelitian ini tentang pemanfaatan mikrokontroller untuk monitoring KWH meter.
- 2 Memberikan informasi tentang perancangan alat pembaca tegangan dan arus berbasis mikrokontroller
- 3 Menjadi reffrensi untuk perbandingan antara alat pembaca KWH meter buatan dengan AMR yang ada pada PT. PLN.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tinjauan Pustaka Relevan

Ada banyak penelitian yang melakukan perancangan untuk memonitoring KWH meter pada rumah, 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 memonitoring KWH meter 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 mikrokontroller 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.

## 2.2. 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 (Watthour)

### 2.3. 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 :

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

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.

#### 2.4. 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 Reaktif). 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)

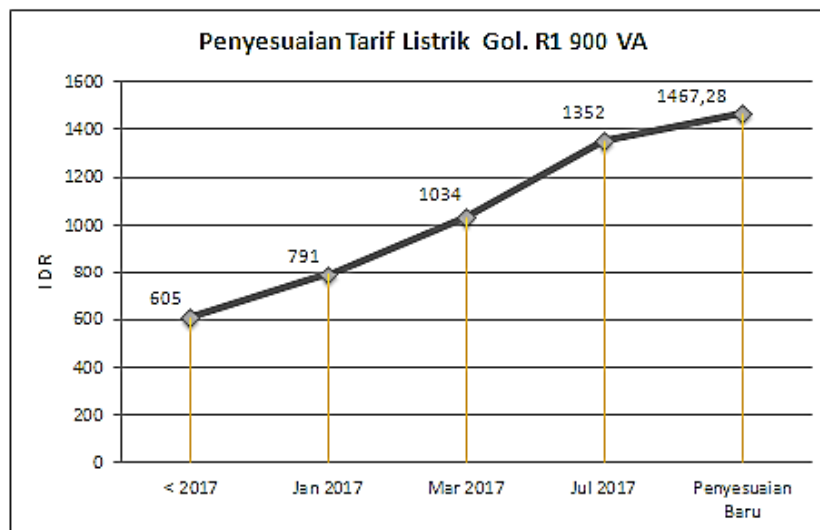
I = Arus (Ampere)

## 2.5. 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 2.1 Biaya Produksi dan Harga Jual Listrik (Rp/kWh)

Meskipun Permen ESDM No. 18/2017 mengatur penyesuaian tarif (tari 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 terdampak. 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.

## **2.6. 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.

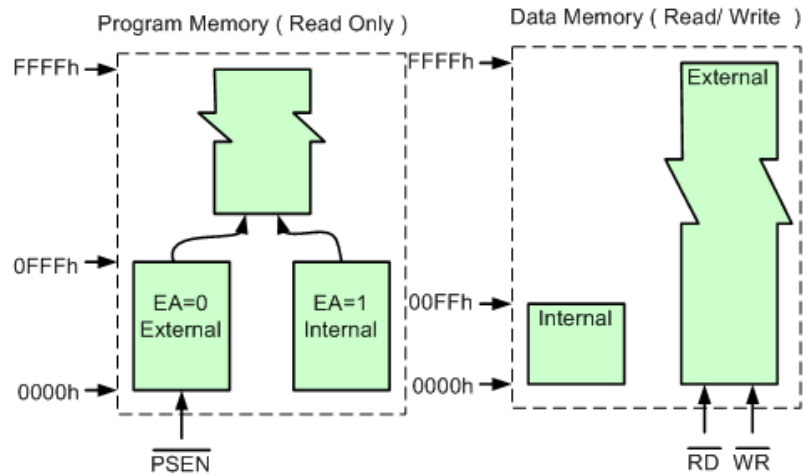
Microcontroller telah banyak digunakan di industri, walaupun penggunaannya masih kurang dibandingkan dengan penggunaan Programmable Logic Control (PLC), tetapi microcontroller memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan PLC. Ukuran microcontroller lebih kecil dibandingkan dengan suatu modul PLC 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 :

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. Mikrokontroler

(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 cirikhas 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.

Adapun jenis – jenis mikrokontroller yang ada dan sering digunakan pada alat – alat pengontrolan adalah sebagai berikut :

#### 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 Intstrumen 16 bit CPR 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 intruksi 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 MARC4

#### 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.

## 2.7. Internet of Things (IoT)

*Internet of Things* (IoT) merupakan teknologi internet yang menjanjikan dimasa depan. IoT merupakan jaringan yang menghubungkan sensor, aktuator dan benda sehari-hari yang digunakan dalam berbagai domain, seperti layanan kesehatan, transportasi dan militer. IoT menghubungkan segala sesuatu disekitar kita dengan internet (Sarhan, 2018).

(Mudjanarko, 2017) berpendapat definisi lain tentang *Internet of Things* (IoT) yaitu sebuah konsep atau skenario dimana suatu objek memiliki kemampuan untuk mengirim data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer.

*Internet of Things* telah berkembang dari konvergensi teknologi nirkabel, *micro electromechanical systems (MEMS)*, dan *Internet*. "A Things" pada *Internet of Things* dapat didefinisikan sebagai subjek misalkan orang dengan monitor implant jantung, hewan peternakan dengan *transponder biochip*, sebuah mobil yang telah dilengkapi built-in sensor untuk memperingatkan pengemudi ketika tekanan ban rendah. Sejauh ini, IoT paling erat hubungannya dengan *komunikasi machine-to machine* (M2M) di bidang manufaktur dan listrik, perminyakan dan gas. Produk dibangun dengan kemampuan komunikasi M2M yang sering disebut dengan sistem cerdas atau "*smart*". (contoh: *smart label, smart meter, smart grid sensor*).

Meskipun konsep ini kurang populer hingga tahun 1999, namun IoT telah dikembangkan selama beberapa dekade. Alat IoT pertama misalnya, adalah mesin *Coke di Carnegie Melon University* di awal 1980-an. Para programer dapat terhubung ke mesin melalui Internet, memeriksa status mesin dan menentukan apakah ada atau tidak minuman dingin yang menunggu mereka, tanpa harus pergi ke mesin tersebut. Istilah IoT (*Internet of Things*) mulai dikenal tahun 1999 yang

saat itu disebutkan pertama kalinya dalam sebuah presentasi oleh Kevin Ashton, *co-founder and executive director of the Auto-ID Center* di MIT.

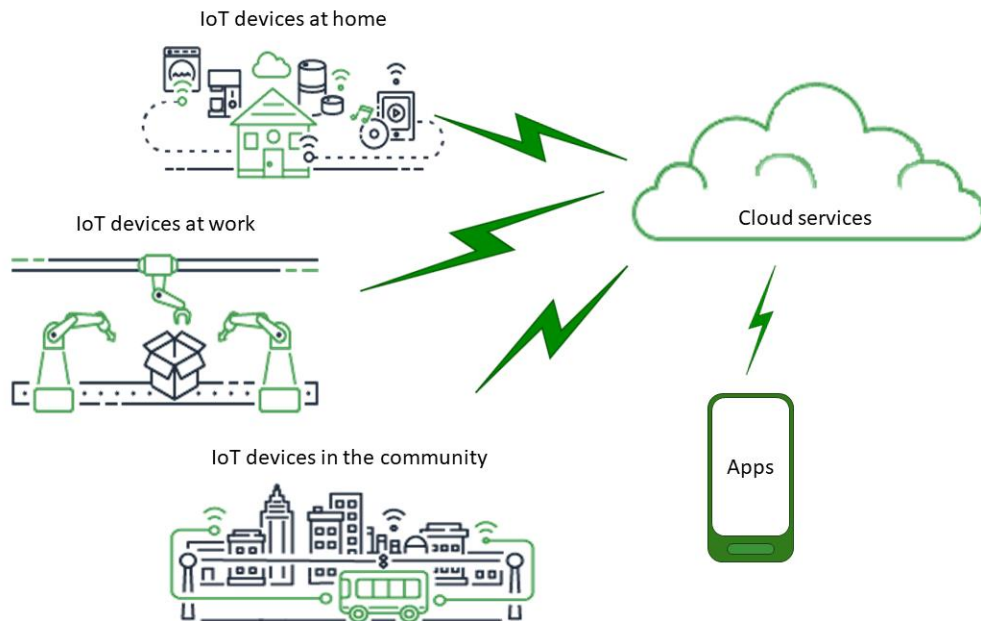
Pada tahun 2000, brand ternama LG mengumumkan rencananya untuk membuat dan merilis teknologi IoT yaitu lemari pintar. Lemari pintar ini mampu menentukan apakah ada stok makanan yang perlu diisi ulang dalam lemarnya. Kemudian, di tahun 2003, FRID yang sebelumnya telah disebutkan, mulai ditempatkan pada posisi penting dalam masa pengembangan teknologi di Amerika, melalui Program Savi. Pada tahun yang sama pula, perusahaan ritel raksasa Walmart mulai menyebarkan RFID di semua cabang tokonya yang tersedia di berbagai belahan dunia. IoT menjadi lebih terkenal di tahun 2005, yaitu pada saat media-media ternama semacam The Guardian dan Boston Globe mulai mengutip banyak sekali artikel ilmiah dan proses pengembangan IoT. Hingga tahun 2008, berbagai macam perusahaan setuju untuk meluncurkan IPSO untuk memasarkan penggunaan IP dalam jaringan bagi “*Smart Object*” yang juga bertujuan mengaktifkan IoT itu sendiri (Zainab, et al., 2015).

Desain arsitektur yang baik menjadi batu fondasi untuk membangun sistem IoT bagus. Arsitektur yang bagus membantu untuk mengatasi banyak masalah di lingkungan IoT seperti skalabilitas, perutean, jaringan, dll. Huansheng (dalam Zainab, et al., 2015) Biasanya, pendekatan arsitektur IoT berdasarkan tiga dimensi utama adalah:

- a) Item informasi : termasuk semua item yang terhubung ke lingkungan IoT mungkin merasakan item, mengidentifikasi item dan item kontrol.
- b) Jaringan independen : yang mencakup beberapa fitur seperti konfigurasi diri, perlindungan diri, adaptasi diri, dan optimalisasi diri;
- c) Aplikasi cerdas : yang memiliki perilaku cerdas melalui Internet secara umum. Perilaku cerdas memungkinkan kontrol cerdas, pertukaran metode data melalui item jaringan, pemrosesan data, semua aplikasi yang terkait dengan IoT dapat diklasifikasikan menurut dimensi ini.

Perpotongan antara dimensi-dimensi ini menciptakan ruang baru bernama infrastruktur IoT, yang menyediakan sistem pendukung untuk melayani hal-hal khusus, yang dapat menyediakan berbagai layanan seperti identifikasi barang,

identifikasi lokasi, dan perlindungan data. Gambar dibawah menggambarkan tiga dimensi IoT dan hubungan di antara keduanya



Gambar 2.11. Diagram 3 dimensi IoT

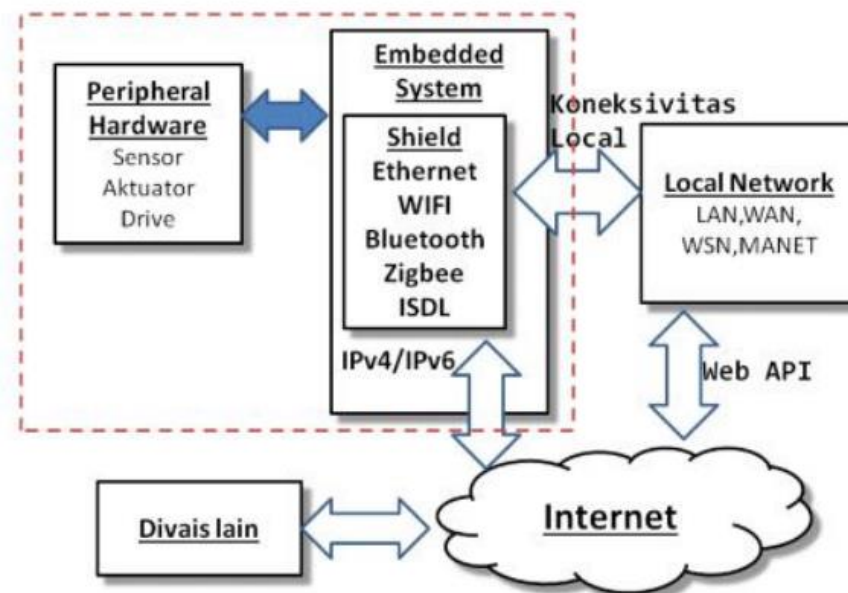
IoT bekerja dengan memanfaatkan suatu argumentasi pemrograman, di mana tiap-tiap perintah argumen tersebut dapat menghasilkan suatu interaksi antar mesin yang telah terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan tanpa dibatasi oleh jarak yang jauh. Internet menjadi penghubung antara kedua interaksi mesin tersebut. Manusia dalam IoT tugasnya hanyalah menjadi pengatur dan pengawas dari mesin-mesin yang bekerja secara langsung tersebut. Unsur-unsur pembentuk IoT yang mendasar adalah:

1. Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence/AI), IoT membuat hampir semua mesin yang ada menjadi “Smart” (pintar). Ini berarti IoT bisa meningkatkan segala aspek kehidupan kita dengan pengembangan teknologi yang didasarkan pada AI. Pengembangan teknologi yang ada dilakukan dengan pengumpulan data, algoritma kecerdasan buatan, dan jaringan yang tersedia. Contohnya sederhana seperti meningkatkan atau mengembangkan perangkat lemari es/kulkas sehingga dapat mendeteksi jika stok susu dan sereal sudah hampir habis, bahkan bisa juga membuat pesanan ke supermarket secara otomatis jika stok akan habis.



2. Konektivitas dalam IoT, ada kemungkinan untuk membuat atau membuka jaringan baru, dan jaringan khusus IoT. Jaringan ini tidak lagi terikat hanya dengan penyedia utamanya saja. Jaringannya tidak harus berskala besar dan mahal, bisa tersedia pada skala yang jauh lebih kecil dan lebih murah. IoT bisa menciptakan jaringan kecil di antara perangkat sistem.
3. Sensor merupakan pembeda yang membuat IoT unik dibanding mesin canggih lainnya. Sensor ini mampu mendefinisikan instrumen, yang mengubah IoT dari jaringan standar dan cenderung pasif dalam perangkat, sehingga menjadi suatu sistem aktif yang dapat diintegrasikan ke dunia nyata dalam kehidupan sehari-hari.
4. Keterlibatan Aktif (Active Engagement), IoT mengenalkan paradigma yang baru bagi konten aktif, produk, maupun keterlibatan layanan.
5. Perangkat Berukuran Kecil. IoT memanfaatkan perangkat-perangkat kecil yang dibuat khusus agar menghasilkan ketepatan, skalabilitas, dan fleksibilitas yang baik.

Embedded System merupakan sebuah divais mikrokontroller dari keluarga RISC, sebagai contoh Intel MCS-96, PIC16F84, Atmel 8051, Motorola 68H11, dan lain sebagainya (Sulistiyanto, et al., 2015: 20). Arsitektur Internet of Thing terdiri dari hardware khusus, sistem software, Web API, protocol yang bersama membuat lingkungan yang mulus dimana divais embedded pintar dapat terkoneksi ke internet semisal data sensor dapat diakses dan sistem control dapat digerakkan melalui internet (Gambar 2.12).



Gambar 2.12. Diagram Arsitektur IoT

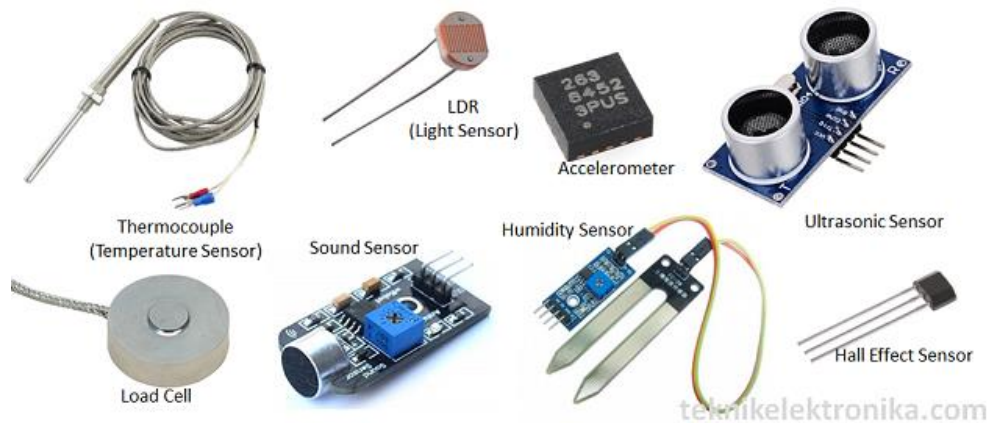
Divais dapat terhubung ke internet menggunakan berbagai cara seperti Ethernet, WIFI, Bluetooth, dan sebagainya. Divais mungkin juga tidak teknokesi dengan internet secara langsung, namun dikelompokkan dalam kluster (sebagai contoh jaringan sensor) dan terhubung ke base station (terhubung ke internet). Divais-divais ini harus ditemukan secara unik, sehingga dibutuhkan alamat IP yang unik. Perkiraan jumlah divasi IoT yang online terus bertambah mencapai 20 milyar (IPv4 hanya mendukung sampai 4 milyar nomor IP), sehingga secara esensi divais memiliki skema IPv6.

## 2.8. 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*).

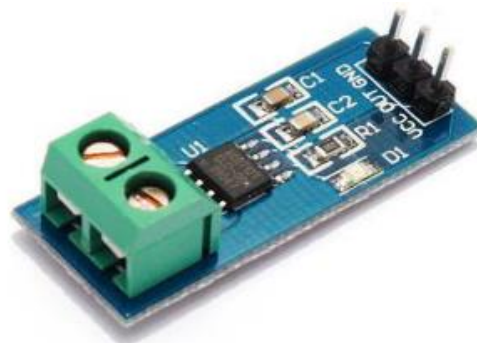
Sensor Analog adalah sensor yang menghasilkan sinyal output yang kontinu atau berkelanjutan. Sinyal keluaran kontinu yang dihasilkan oleh sensor analog ini sebanding dengan pengukuran. Berbagai parameter Analog ini diantaranya adalah suhu, tegangan, tekanan, pergerakan dan lain-lainnya. Contoh Sensor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

### 2.8.1. 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)

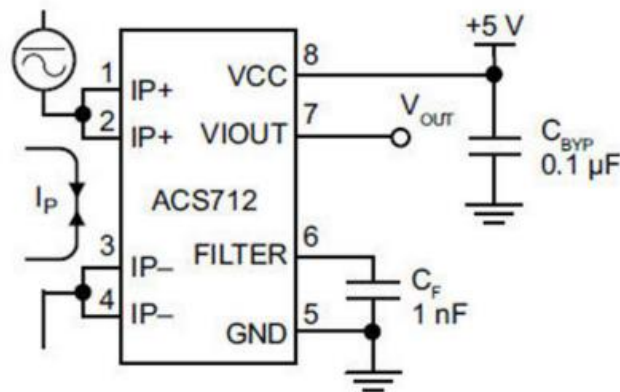
Sensor ACS 712 ini merupakan sensor arus yang dapat digunakan untuk deteksi beban listrik, switched-mode power supplies, mengontrol motor, dan pengamanan beban lebih. Komponen ini mampu membaca arus dengan ketepatan yang lumayan tinggi, dikarenakan adanya rangkaian low-offset linear Hall dengan satu 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 proporsional 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 di 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 didapatkan dari sensor tidak linear sehingga terkadang kita membutuhkan tingkat linear yang lebih tinggi. Sebelum membahas lebih lanjut, akan dijelaskan 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  $T_a = 25^\circ\text{C}$
- d. Memiliki resistansi dalam  $1.2\text{ m}\Omega$
- 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  $>2,5\text{ V}$ . Sedangkan ketika arus listrik mengalir terbalik dari IP- ke IP+, maka keluaran akan  $<2,5\text{ V}$  (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

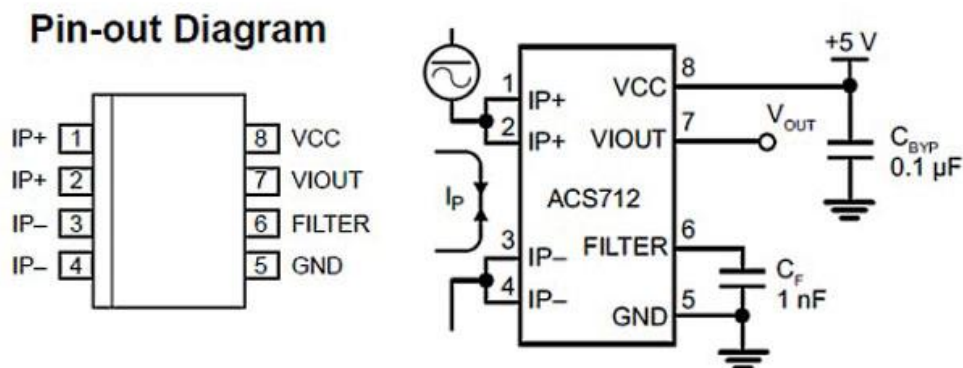
Pin 5 : Ground

Pin 6 : Terminal untuk kapasitor eksternal

Pin 7 : Keluaran tegangan analog

Pin 8 : Power supply 5 V

## Typical Application



Gambar 2.11. Bagian Sensor ACS 712

Sumber : (Mario, Lapanoro, 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.

## 2.9 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.

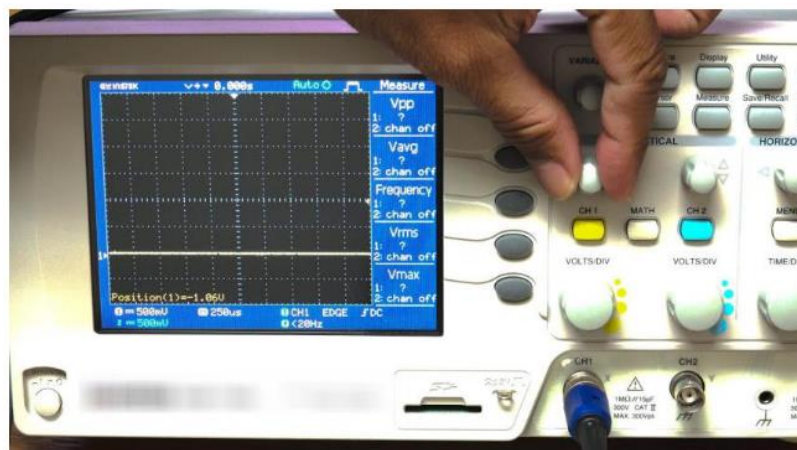


Arus listrik yang mengalir satu arah atau pada arah yang sama disebut dengan Arus Searah atau dalam bahasa Inggris disebut dengan Direct Current yang disingkat dengan DC, Sedangkan arus listrik yang mengalir dengan arah arus yang selalu beubah- ubah disebut dengan Arus Bolak-balik atau dalam bahasa Inggris 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

### 2.9.1. 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.



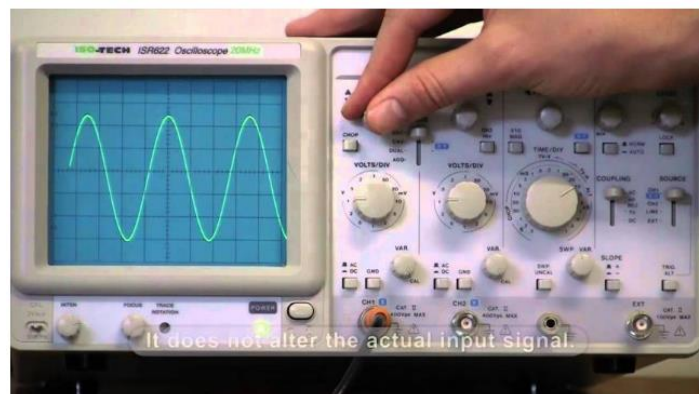
Gambar 2.14. Gelombang Arus DC

Sumber : (Gideon and Saragih, 2019)

### 2.9.2. 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.



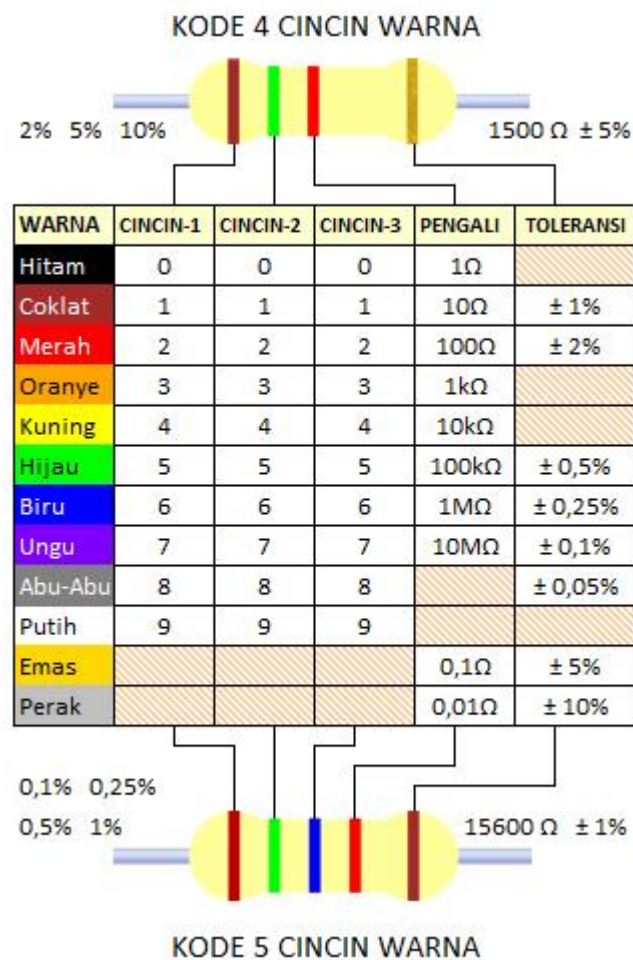
Gambar 2.15. Gelombang Listrik AC

Sumber : (Gideon and Saragih, 2019)

### 2.9.3. Rangkaian Listrik

Rangkaian Listrik adalah interkoneksi dari sekumpulan elemen atau komponen penyusunnya ditambah dengan rangkaian penghubungnya disusun dengan cara-cara tertentu dan minimal memiliki satu lintasan tertutup. Rangkaian listrik memiliki tiga jenis rangkaian yang sering dijumpai yaitu rangkain seri, rangkaian paralel, dan rangkaian campuran. Rangkaian seri adalah salah satu rangkaian listrik yang disusun secara sejajar (seri). Rangkaian Paralel adalah salah satu rangkaian listrik yang disusun secara berderet (paralel) dan semua input komponen berasal dari sumber yang sama. Susunan paralel dalam rangkaian listrik menghabiskan biaya yang lebih banyak (kabel penghubung yang diperlukan lebih banyak). Susunan paralel memiliki kelebihan tertentu dibandingkan susunan seri. Kelebihan susunan paralel adalah jika salah satu komponen dicabut atau rusak, maka komponen yang lain tetap berfungsi sebagaimana mestinya. Gabungan antara rangkaian seri dan rangkaian paralel disebut rangkaian seriparalel (kadang disebut sebagai rangkaian campuran atau rangkaian kombinasi).

Resistor atau hambatan, berfungsi untuk menghambat arus listrik yang melewatinya, sehingga semakin besar nilai resistansi sebuah resistor yang dipasang maka semakin kecil arus yang mengalir. Satuan nilai resistansi suatu resistor adalah Ohm diberi lambang huruf R. Ada dua macam resistor yang dipakai, yaitu resistor variabel dan resistor tetap. Resistor tetap merupakan resistor yang nilai resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Pengaturan dilakukan dengan tangan operator secara langsung (ada pemutar) dinamakan potensiometer. Pengaturan dilakukan dengan obeng dinamakan trimmer potensiometer (trimpot). Resistor tetap adalah resistor yang mempunyai nilai hambatan yang tetap. Bahan pembuat resistor berupa karbon, kawat atau paduan logam. Nilai hambatan resistor ditentukan oleh tebalnya dan panjangnya lintasan karbon. Kode warna pada resistor menyatakan harga resistansi dan toleransinya, sehingga semakin kecil nilai toleransi suatu resistor maka semakin baik. Pada umumnya resistor memiliki 4 gelang warna. Membaca nilai resistensi pada resistor dapat menggunakan tabel gelang warna.



Gambar 2.12 Warna Resistor

Dioda atau diode adalah sambungan bahan p-n yang berfungsi sebagai penyearah. Bahan tipe-p akan menjadi sisi anode sedangkan bahan tipe-n akan menjadi katode. Diode bisa berlaku sebagai sebuah saklar tertutup (apabila bagian anode mendapatkan tegangan positif sedangkan katodenya mendapatkan tegangan negatif) dan berlaku sebagai saklar terbuka (apabila bagian anode mendapatkan tegangan negatif sedangkan katode mendapatkan tegangan positif). Macammacam diode yaitu Light Emmiting Dioda (LED), diode foto, diode laser, dan lain lain.

Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan jaringan listrik, atau untuk menghubungkannya. Saklar berbentuk kecil juga dipakai untuk alat komponen elektronika arus lemah. Saklar terdiri dari dua bilah logam yang menempel pada suatu rangkaian, dan bisa terhubung atau terpisah sesuai dengan keadaan sambung (on) atau putus (off) dalam rangkaian itu. Material kontak

sambungan umumnya dipilih agar supaya tahan terhadap korosi. Mengurangi efek korosi pada saklar dapat dilakukan dengan menyepuh logam kontak dengan logam anti korosi dan anti karat.

### 2.10. *Automatic Meter Reading (AMR)*

AMR (Automatic Meter Reading) adalah suatu alat berbasis digital yang dapat mencatat penggunaan daya listrik, debit air, atau gas secara lengkap dan mentransfer data ke database pusat. Transfer data dapat menggunakan jaringan telepon (kabel atau nirkabel), frekuensi radio (RF), atau powerline transmisi. Salah satu bentuk fisik dari AMR dapat dilihat pada Gambar. (Sitinjak, 2013)



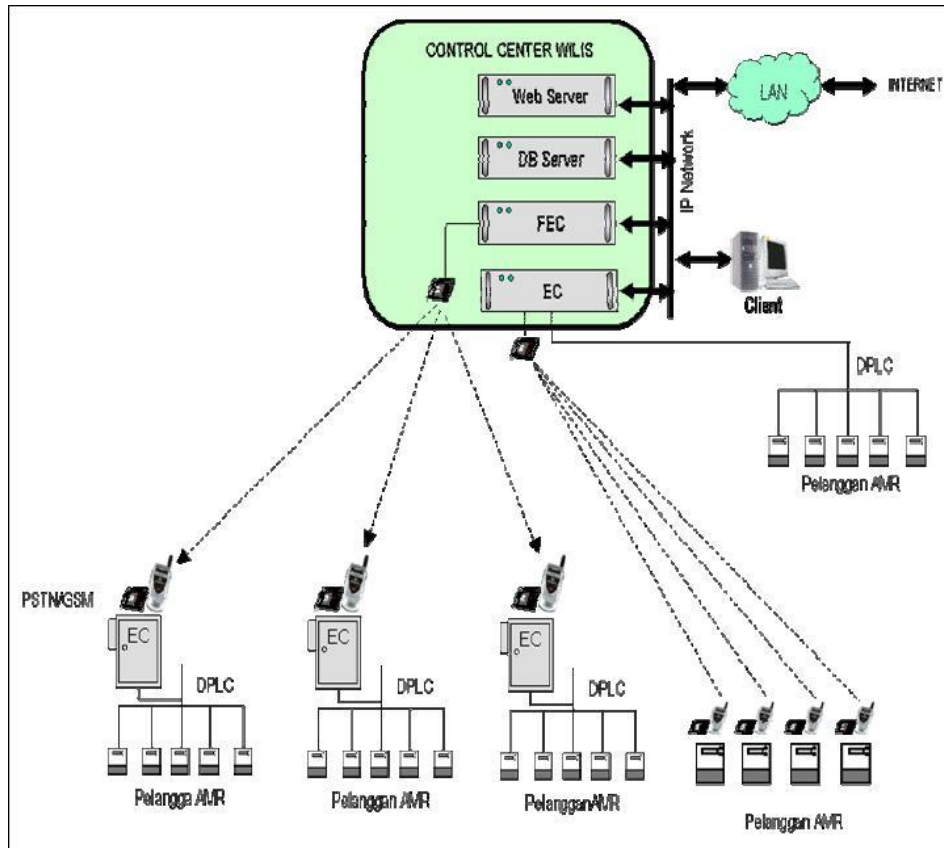
Gambar 2.13 AMR

AMR mempunyai 3 komponen utama, yaitu meter interface module, communication systems, central office systems equipment. Meter interface module mempunyai 4 bagian utama, yaitu power supply, meter sensor, controlling electronic, dan communication interface. Power supply berfungsi sebagai sumber energi untuk sistem AMR. Meter sensor berfungsi untuk mengukur arus dan tegangan listrik. Controlling electronic dapat berupa mikro kontroller yang berfungsi untuk mengolah data dari meter sensor menjadi data daya dan lain-lain dalam bentuk digital serta mengendalikan communication interface untuk mengirim data-data tersebut. Communication interface dapat berupa modem

ADSL, modem GSM, modem IC ADE8165, modul TCP/IP dan lain-lain sesuai dengan jaringan komunikasi yang digunakan. (Sitinjak, 2013)

Berikutnya, komponen kedua dari AMR, yaitu communication systems. Communication systems berfungsi untuk mengirim data dari AMR ke kantor perusahaan listrik melalui media komunikasi tertentu. Media komunikasi yang digunakan dapat berupa jaringan kabel telepon, powerline carrier (plc), radio frekwensi (RF), atau cable television. Berikutnya, komponen ketiga dari sistem AMR, yaitu central office systems equipment. Central office systems equipment mempunyai 3 bagian utama, yaitu receivers data, komputer server, dan komputer host. Receivers data dapat berupa modem ADSL, modem GSM, modem IC ADE8165, dan lain-lain sesuai dengan media komunikasi yang digunakan untuk mengirim data. Receivers data, terhubung dengan komputer server dan berfungsi untuk menerima data dari AMR. komputer server merupakan komputer dengan kemampuan diatas rata-rata komputer biasa yang dilengkapi dengan operating system khusus server. Komputer server berfungsi untuk menjalankan aplikasi web dan database serta melayani permintaan dari komputer host untuk mengakses aplikasi web dan database tersebut. Komputer host merupakan komputer biasa yang digunakan oleh admin dari perusahaan listrik untuk mengakses aplikasi web AMR dan database pelanggan dari perusahaan listrik tersebut.

Dalam pengoperasiannya, sistem AMR melakukan pembacaan energi listrik dengan cara menurunkan terlebih dahulu tegangan listrik dari 40 KV menjadi 220 V menggunakan current transformer, kemudian arus dan tegangan listrik dibaca oleh sensor arus dan tegangan listrik. Salah satu sensor arus dan tegangan yang digunakan dalam AMR adalah ADE7757. Data dari sensor-sensor tersebut kemudian masuk ke dalam mikro kontroller untuk diproses menjadi data nilai arus, tegangan, daya kompleks, daya aktif, daya reaktif, dan lain-lain. Setelah itu, data-data tersebut ditampilkan pada LCD AMR. Selain itu, mikro kontroller juga mengendalikan communication interface untuk mengirimkan data-data tersebut ke database perusahaan listrik melalui media komunikasi tertentu. (Sitinjak, 2013)



Gambar 2.14 Komponen Primer AMR

AMR merupakan salah satu solusi untuk perusahaan listrik dalam memonitor penggunaan daya listrik dari pelanggannya. Dengan menggunakan AMR, perusahaan listrik tidak perlu mengerahkan banyak petugas listrik untuk mencatat data daya dari seluruh pelanggan listrik di setiap periode evaluasi data daya listrik yang telah digunakan pelanggannya. Data daya listrik dari setiap pelanggan akan secara otomatis terkirim ke dalam database perusahaan listrik sesuai periode pengiriman yang telah ditetapkan. Selain itu, dari sisi pelanggan listrik, sistem AMR mempermudah pelanggan untuk melihat tagihan listriknya setiap bulan. Cukup dengan mengakses website AMR yang telah disiapkan oleh perusahaan listrik, lalu memasukkan password, maka pelanggan tersebut sudah dapat melihat total daya listrik yang digunakan dan tagihan listriknya. (Sitinjak, 2013)

AMR (Automatic Meter Reading) adalah teknologi pembacaan meter elektronik secara otomatis. Umumnya, pembacaan dilakukan dari jarak jauh dengan menggunakan media komunikasi. Parameter yang dibaca pada umumnya terdiri

dari Stand, Max Demand (penggunaan tertinggi), Instantaneous dan Load Profile (load survey). Parameter-parameter tersebut sebelumnya didefinisikan terlebih dahulu di Meter Elektronik, agar meter dapat menyimpan data-data sesuai dengan yang diinginkan. Sistem AMR dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti pemantauan pasokan energi kepada pelanggan, penggunaan energi pelanggan, pemantauan susut di jaringan, keperluan perencanaan, penagihan atau billing, dll. Data hasil pembacaan tersebut disimpan ke dalam database dan dapat digunakan untuk melakukan analisa, transaksi serta troubleshooting. Teknologi ini tentu saja dapat membantu perusahaan penyedia jasa elektrik untuk menekan biaya operasional, serta menjadi nilai tambah kepada pelanggannya dalam hal penyediaan, ketepatan dan keakurasian data yang dibaca, dan tentu saja dapat menguntungkan pengguna jasa tersebut. Awalnya, pembacaan meter dilakukan dengan menggunakan kabel (wired) atau direct dialling/reading. Komputer terhubung ke meter dengan menggunakan kabel komunikasi (RS 232, RS 485 atau RJ 45) atau optical probe jika pembacaan dilakukan di lapangan. Namun belakangan ini, banyak teknologi komunikasi yang dapat digunakan oleh sistem AMR. Seperti PSTN (telepon rumah), GSM, Gelombang Radio, PLC (Power Line Carrier), dan terakhir, memungkinkan pembacaan meter menggunakan LAN/WAN/WIFI untuk meter yang sudah didukung TCP/IP. (Sitinjak, 2013)

Untuk melakukan pembacaan stand meter atau besaran-besaran listrik yang ada di dalam meter elektronik, sistem AMR memiliki dua konfigurasi media komunikasi antara lain :

1. Konfigurasi menggunakan PSTN Pada konfigurasi ini stand – stand meter dan besaran listrik yang diukur oleh meter elektronik didownload dengan cara men-dial up meter yang terhubung dengan jaringan PSTN.
2. Konfigurasi menggunakan GSM/GPRS Untuk konfigurasi menggunakan jaringan GSM/GPRS, meter elektronik berfungsi mirip seperti telepon seluler dimana meter elektronik dilengkapi dengan kartu Sim Card dan Antena. Semua Informasi mengenai pemakaian dan karakteristik energi dapat di download dengan men-dial up meter elektronik dengan memanfaatkan jaringan GSM/GPRS milik operator – operator seperti Telkomsel, Indosat dan XL.



Sedangkan untuk selanjutnya proses yang dilakukan oleh kedua konfigurasi tersebut adalah pemrosesan data-data yang didapat oleh computer pusat yang berfungsi untuk memonitor pemakaian dan karakteristik energi yang dipakai oleh konsumen. Dalam laporan ini akan ditampilkan stand – stand meter dalam satu bulan atau periode tertentu. Informasi yang ada dalam laporan ini antara lain : nama 31 pelanggan, nomor ID pelanggan, daya terpasang, tanggal pembacaan, stand kWh, stand kVARh dan stand kVA max.

### **2.11. Perancangan**

Perancangan merupakan proses untuk menemukan suatu konsep atau penemuan yang baru sesuai dengan data-data yang telah diperoleh. Metode perancangan adalah prosedur dalam menjalankan perancangan agar perancangan yang dilakukan dapat menghasilkan rancangan yang sesuai dengan keinginan. Metode perancangan menggambarkan sejumlah aktivitas dengan jelas yang memungkinkan perancangan menggunakan dan mengkombinasikan proses perancangan secara keseluruhan. Metode perancangan sendiri telah dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu metode kreatif dan metode rasional. Perancangan dengan menggunakan metode kreatif berarti berpikir secara kreatif untuk menyelesaikan rancangan. Pemikiran kreatif berguna untuk mengumpulkan semua ide dalam perancangan tanpa adanya batasan dalam ide tersebut. Perancangan dengan menggunakan metode rasional adalah perancangan yang melakukan pendekatan secara sistematis dalam merancang.

- a. Brainstorming terdiri dari kelompok yang berorientasi teknis, dan tentu saja teknik ini bisa digunakan oleh seorang insinyur. Brainstorming menjadi istimewa karena setiap anggota dari kelompok memberikan kontribusi ide dari sudut pandang mereka masing-masing (Ullmann, 1997). Aturan brainstorming cukup sederhana yaitu: Catat semua ide yang dihasilkan. Tunjuk salah seorang sebagai sekretaris yang mencatat. Munculkan sebanyak mungkin ide dan ungkapkan ide tersebut. Jangan perbolehkan evaluasi sebuah ide, hanya munculkan saja. Hal ini sangat penting. Hindarkan koreksi karena hal ini menghambat energi kreatif. Metode ini dimulai dengan lontaran ide- ide yang

jasas kemudian berangsur melambat. Ide yang muncul dari salah satu anggota akan memicu munculnya ide dari anggota yang lain.

- b. Diagram pohon juga disebut sebagai sistematik diagram atau dendogram, merupakan aplikasi dari metode yang awalnya dikembangkan untuk fungsi analisis pada value engineering (Nayatani, 2000). Metode ini dimulai dengan mengatur sebuah objektif (contohnya berupa target, gol, ataupun hasil) dan berlanjut untuk mengembangkan suatu strategi yang sukses dalam pencapaiannya.
- c. Quality Function Deployment (QFD) adalah metodologi terstruktur yang digunakan dalam proses perancangan dan pengembangan produk untuk menetapkan spesifikasi kebutuhan dan keinginan konsumen, serta mengevaluasi secara sistematis kapabilitas produk atau jasa dalam memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen. QFD dalam proses perancangan dan pengembangan produk atau jasa berperan untuk menterjemahkan suara konsumen ke dalam atribut-atribut perancangan. Suara konsumen yang didapat akan dijadikan dasar dalam melakukan perancangan. Langkah yang harus dilakukan selanjutnya adalah menetapkan parameter-parameter persyaratan guna mendapatkan hasil rancangan yang sesuai dengan kebutuhan konsumen. QFD melakukan pendekatan secara sistematis untuk menggambarkan rancangan produk yang berkualitas dan sesuai dengan suara konsumen. Prioritas-prioritas kepentingan atribut dan parameter teknis yang harus dikerjakan merupakan hasil akhir dari pengerjaan QFD. QFD membutuhkan alat untuk membantu pengolahan data. House of Quality Matrix (HoQ) merupakan alat yang tepat untuk membantu pengerjaan proses QFD. HoQ mampu menampilkan hubungan-hubungan antar elemen-elemen dalam perancangan. Secara umum HoQ terdiri dari 7 tahap pengerjaan yaitu:
  - i. Customer Requirements Tahap awal dalam membuat HoQ yaitu mengumpulkan data yang berupa suara konsumen. Kebutuhan dan keinginan dari konsumen terhadap produk yang akan dirancang dapat teridentifikasi dengan baik.
  - ii. Technical Requirements Keinginan konsumen akan diidentifikasi lebih lanjut untuk mencari cara untuk mencapai keinginan konsumen

berdasarkan standar peraturan dan persyaratan yang berlaku. Menentukan cara agar suatu produk yang dirancang dapat memenuhi persyaratan-persyaratan tersebut.

- iii. Planning Matrix Membandingkan customer requirement dengan produk yang sudah ada pada saat ini merupakan tujuan utama pada tahap ini. Pengisian planning matrix dilakukan dengan sistem skor. Skor yang digunakan antara 1 sampai dengan 5 untuk setiap kebutuhan/atribut. Skor yang telah diolah akan diketahui nilai kebutuhan yang paling besar, sehingga semakin besar nilai kebutuhan maka semakin besar prioritas kebutuhan dalam pengerjaan perancangan.
- iv. Target Tahap ini adalah menentukan target-target dari persyaratan teknis yang telah ditetapkan. Berdasarkan persyaratan teknis yang telah memiliki target maka akan didapatkan hasil rancangan produk yang sesuai dengan keinginan konsumen dari sisi teknisnya
- v. Technical Correlation Matrix Tahap ini digunakan untuk mencari hubungan antar persyaratan teknis/technical requirement yang ada dalam sebuah rancangan produk. Tahap ini juga menunjukkan cara memilih dan menetapkan sebaiknya faktor dari technical requirement itu diwujudkan nantinya.
- vi. Interrelationship Matrix Fungsi dari interrelationship matrix adalah menetapkan hubungan antara customer requirements dan technical requirements untuk meningkatkan kualitas dari rancangan sehingga sesuai dengan kebutuhan konsumen. Tahap ini menggunakan simbol untuk menampilkan hubungan antar kebutuhan.
- vii. Technical Priorities. Technical properties menggunakan item khusus untuk merekam prioritas yang digunakan pada technical requirements, hal ini juga memberikan kinerja teknis agar tercapainya produk yang kompetitif dan dapat diterima pelanggan. Seperangkat nilai-nilai target untuk setiap technical requirements yang harus dipenuhi oleh rancangan yang baru merupakan hasil pada tahap ini

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

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

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu selama 3 bulan terhitung dari tanggal 20 September 2022 sampai 20 Desember 2022. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), perancangan alat monitoring kwh meter berbasis IoT 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 IoT

Modul IoT ESP8266 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

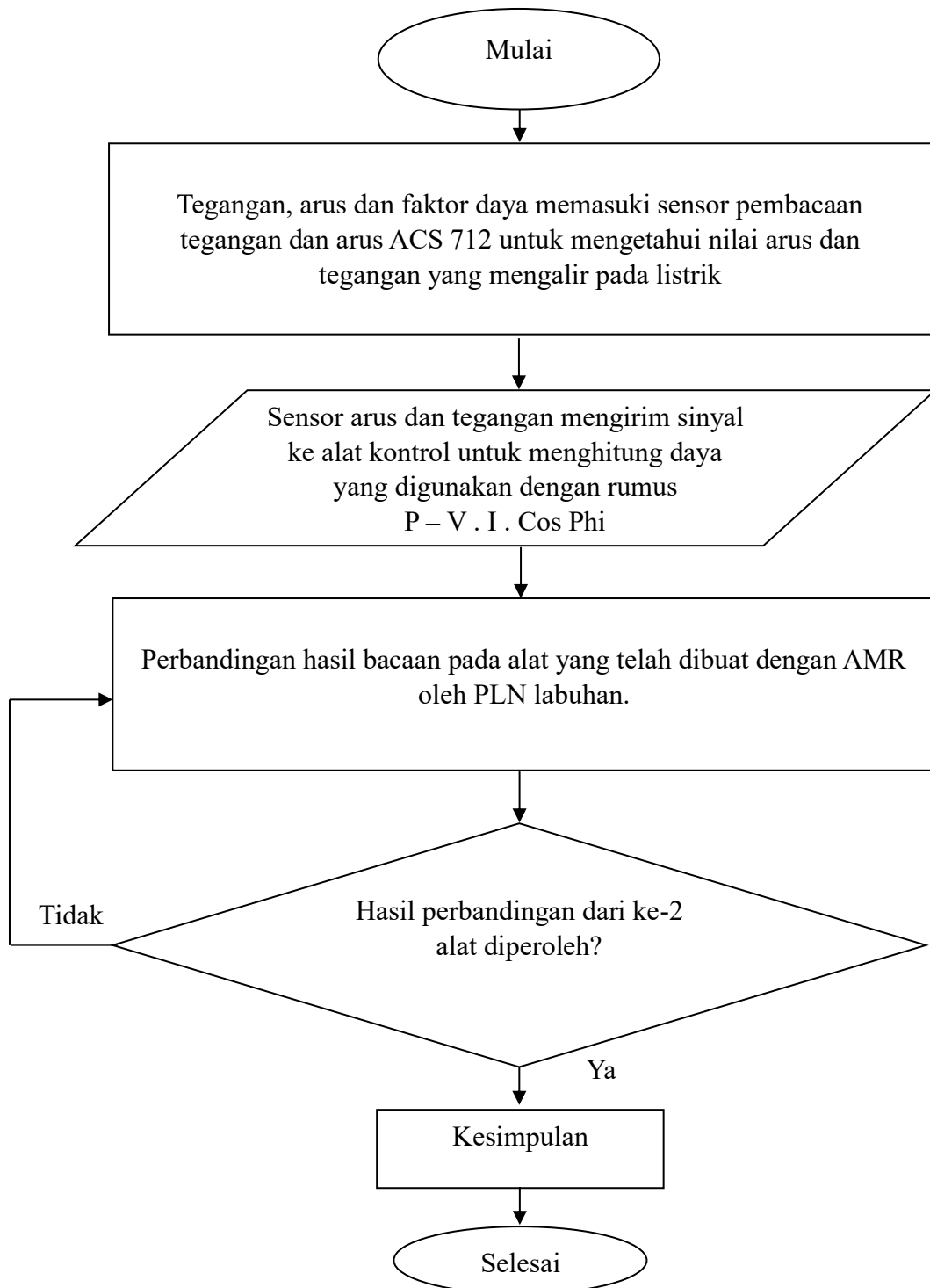
Buzzer merupakan perangkat elektronik yang mampu mengubah energi listrik menjadi energi gelombang suara yang mengeluarkan bunyi. Buzzer pada penelitian ini berfungsi sebagai alat yang akan memberikan informasi apabila penggunaan KWH meter sudah mencapai batas yang telah ditentukan

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. Flowchart Penelitian

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 iot, 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

### **3.6. Metode Perbandingan**

Perbandingan dilakukan setelah pengambilan data dari masing – masing alat. Yaitu alat ukur kWh meter yang dibuat dengan berbasis mikrokontroller dan IoT dan hasil bacaan AMR yang ada di PT. PLN Labuhan. Kemudian akan dilihat hasil bacaan dan tingkat perbandingan dari ke-2 alat.



## BAB 4

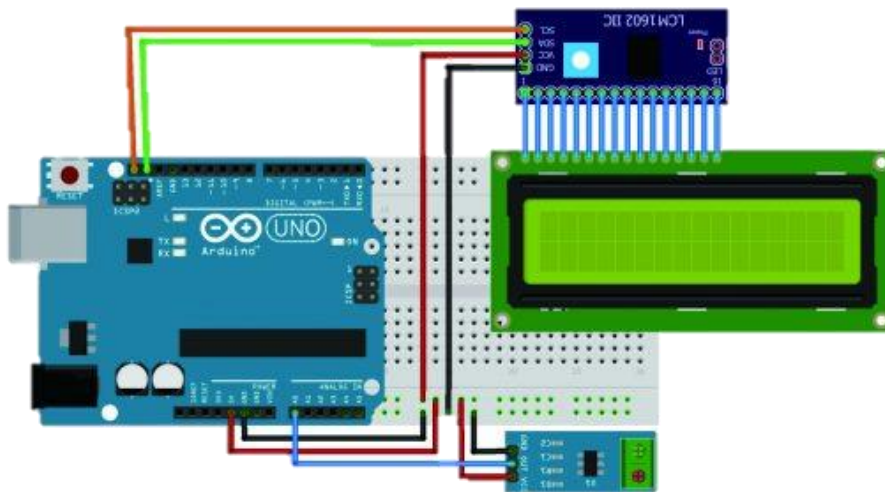
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 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 rangkain 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

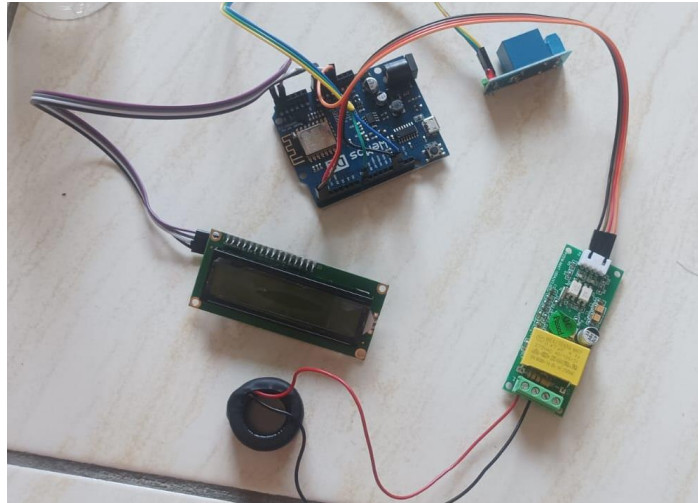
Adapun proses pembuatan alat adalah sebagai berikut :

- 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.



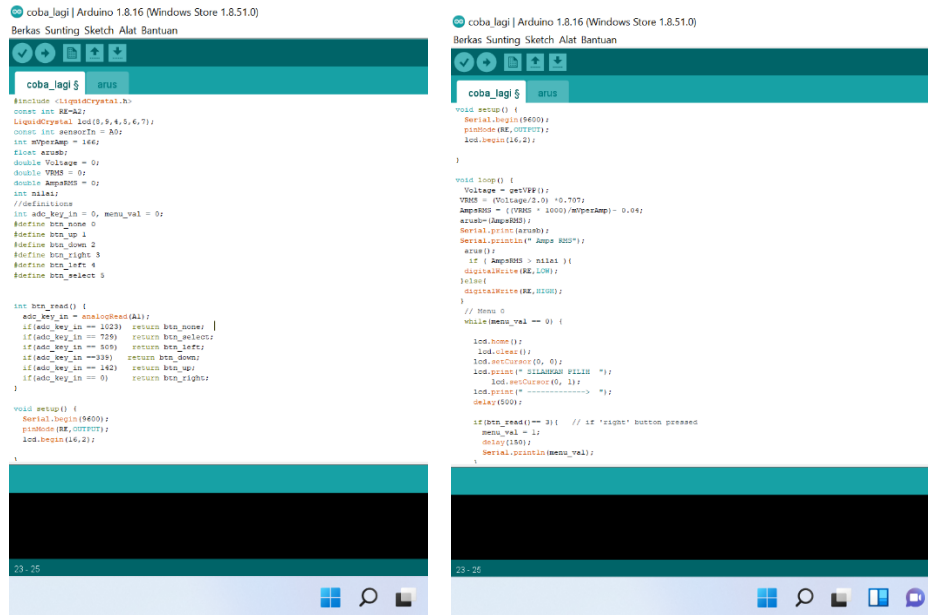
Gambar 4.3. Menghubungkan Komponen

- 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 :

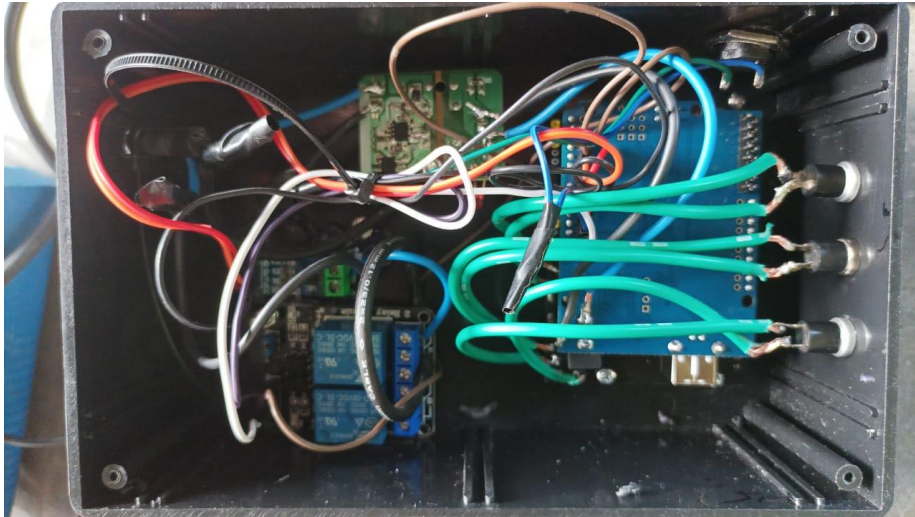
```

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

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

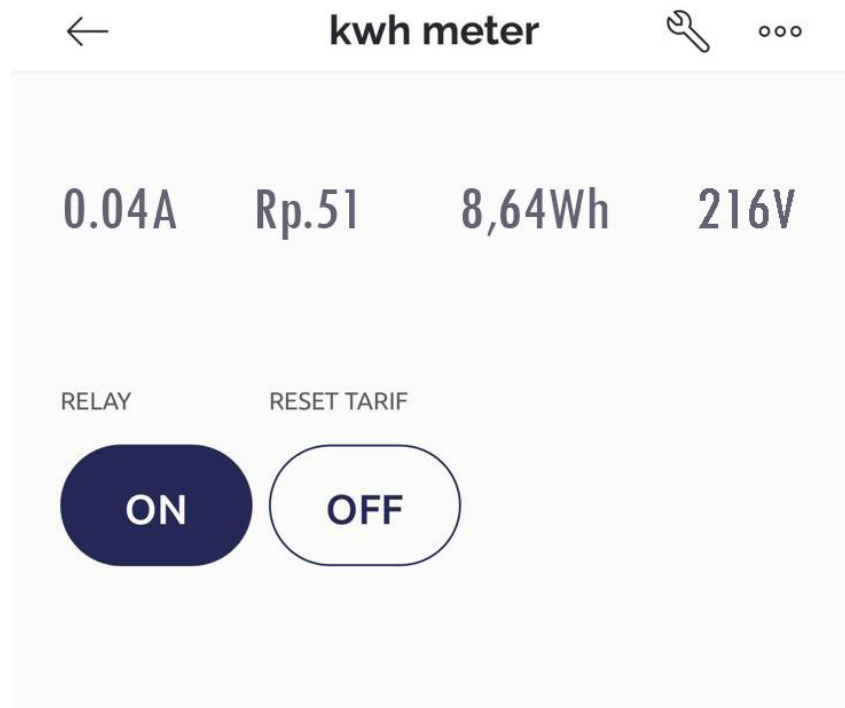
#### **4.2. Pengujian Tingkat Akurasi Alat**

Pengujian tingkat akurasi alat adalah melakukan uji coba terhadap hasil bacaan yang tampil pada LCD ataupun IoT alat. Dimana hasil yang tampil merupakan pengukuran yang dilakukan oleh sensor kemudian ditampilkan melalui LCD dan IoT. Hasil bacaan tersebut akan dibandingkan dengan pengukuran secara manual menggunakan alat ukur yaitu multimeter untuk melihat tingkat akurasi dari alat yang telah dibuat. Adapun hasil pengujian tingkat akurasi alat realtime data logger pada KWH meter adalah sebagai berikut :

##### **4.2.1. Pengujian Hasil Arus (Ampere) Pada Alat**

Sensor arus yang digunakan pada alat realtime data logger KWH meter ini adalah dengan menggunakan PZEM-004. Pada tahap hasil bacaan yang ditampilkan alat (Arus) akan diambil dan akan dilihat perbandingannya dengan hasil bacaan pada multimeter secara realtime. Percobaan dilakukan sebanyak 5 kali untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.





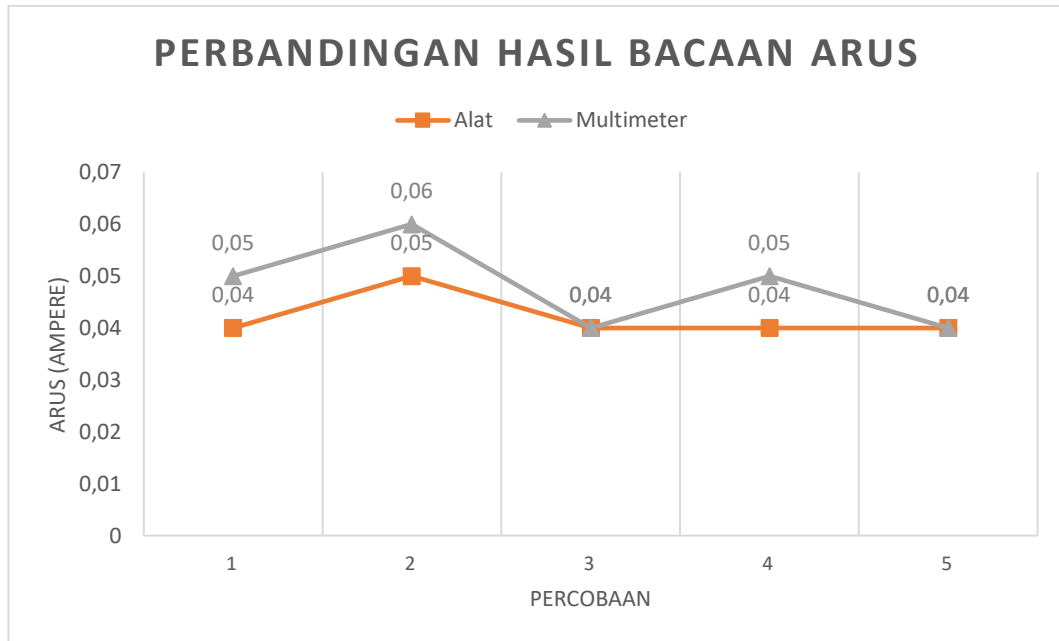
Gambar 4.2 Tampilan IoT Alat

Adapun hasil data pengambilan arus pada bacaan alat dan pengukuran secara manual menggunakan multimeter adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Arus pada Alat dan Multimeter

Percobaan	Arus pada LCD Alat (Ampere)	Arus Hasil Bacaan Multimeter (Ampere)	Tingkat Error Alat (%)	Tingkat Akurasi Alat (%)
1	0,04	0,05	20	80
2	0,05	0,06	16,67	83,33
3	0,04	0,04	0	100
4	0,04	0,05	20	80
5	0,04	0,04	0	100
Rata - Rata	0,42	0,48	11,33	88,67

Dari tabel 4.1 dapat dilihat perbedaan arus hasil bacaan pada multimeter dengan hasil bacaan alat. Dimana rata – rata tingkat error alat adalah 11,33% dengan tingkat akurasi rata – rata dari 5 percobaan adalah sebesar 88,67%. Adapun perbandingan arus dari ke-2 metode pengambilan data dapat dilihat dari grafik sebagai berikut :



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Arus

Pada gambar 4.2 dapat dilihat garis grafik arus (ampere) pada alat data logger KWH meter dengan multimeter tidak berbeda jauh. Terdapat selisih yang tidak terlalu signifikan yang ditunjukkan garis grafik yang tidak terpaut terlalu jauh.

#### 4.2.2. Pengujian Hasil Tegangan (Volt) Pada Alat

Sensor tegangan yang digunakan pada alat realtime data logger KWH meter ini sama dengan sensor yang membaca arus pada alat yaitu PZEM-004. Pada tahap hasil bacaan yang ditampilkan alat (Tegangan) akan diambil dan akan dilihat perbandingannya dengan hasil bacaan pada multimeter secara realtime. Percobaan dilakukan sebanyak 5 kali untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

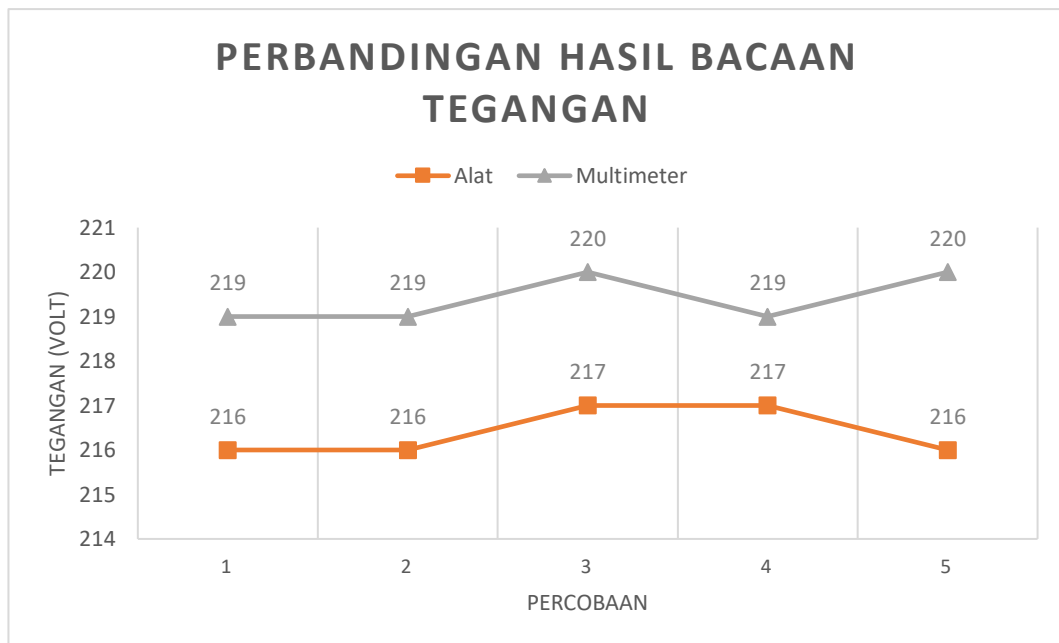
Adapun hasil data pengambilan tegangan pada bacaan alat dan pengukuran secara manual menggunakan multimeter adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Tegangan pada Alat dan Multimeter

Percobaan	Tegangan pada LCD Alat (Ampere)	Tegangan Hasil Bacaan Multimeter (Ampere)	Tingkat Error Alat (%)	Tingkat Akurasi Alat (%)
1	216	219	1,37	98,63
2	216	219	1,37	98,63
3	217	220	1,36	98,64

4	217	219	0,91	99,09
5	216	220	1,82	98,18
Rata - Rata	0,42	0,48	1,37	98,63

Dari tabel 4.2 dapat dilihat perbedaan Tegangan hasil bacaan pada multimeter dengan hasil bacaan alat. Dimana rata – rata tingkat error alat adalah 1,37% dengan tingkat akurasi rata – rata dari 5 percobaan adalah sebesar 98,63%. Adapun perbandingan arus dari ke-2 metode pengambilan data dapat dilihat dari grafik sebagai berikut :



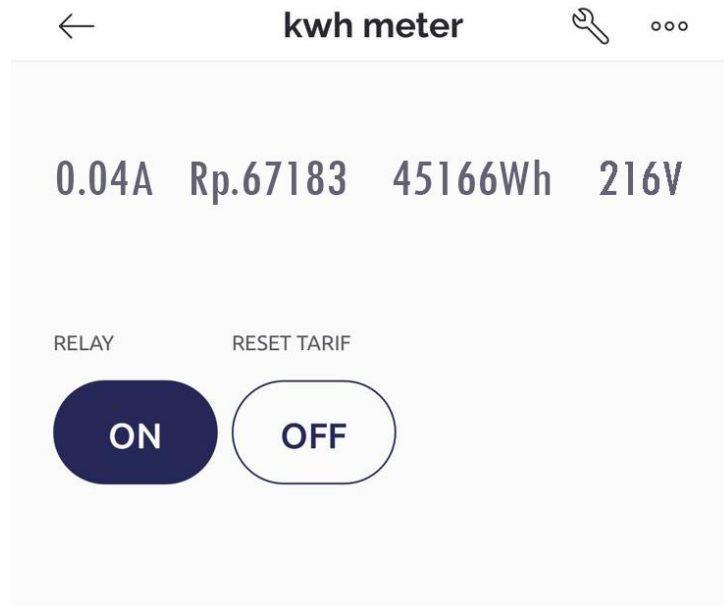
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Arus

Pada gambar 4.3 dapat dilihat garis grafik tegangan (volt) pada alat data logger KWH meter dengan multimeter tidak berbeda jauh. Terdapat selisih yang tidak terlalu signifikan yang ditunjukkan garis grafik yang tidak terpaat terlalu jauh.

#### 4.3. Hasil Data Logger KWH Meter

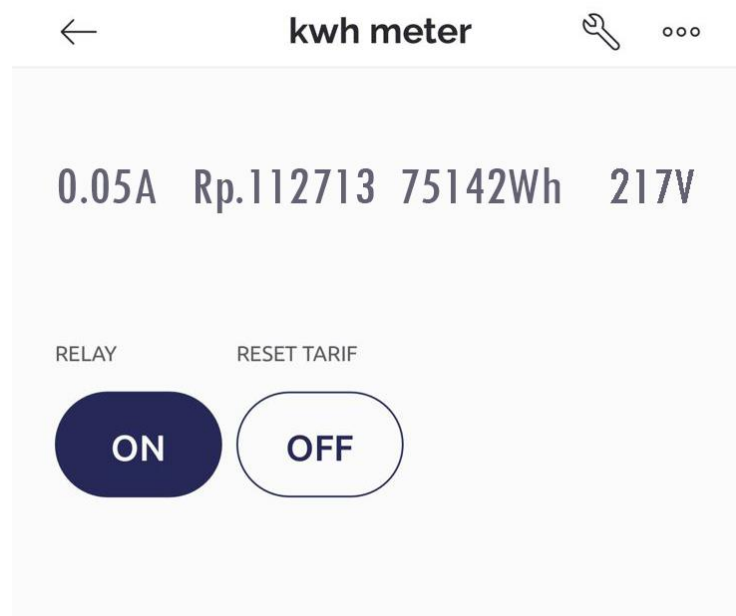
Hasil data logger KWH meter adalah jumlah cost ataupun biaya yang dikeluarkan atau yang ditampilkan pada LCD dan IoT alat untuk penggunaan biaya pemakaian beban listrik. Dimana hasil ini akan dilihat pada setiap minggunya dan akan diakumulasikan pada minggu ke-4 (1 bulan).

Adapun hasil pada IoT yang merupakan hasil bacaan dari sensor selama 1 minggu adalah sebagai berikut :



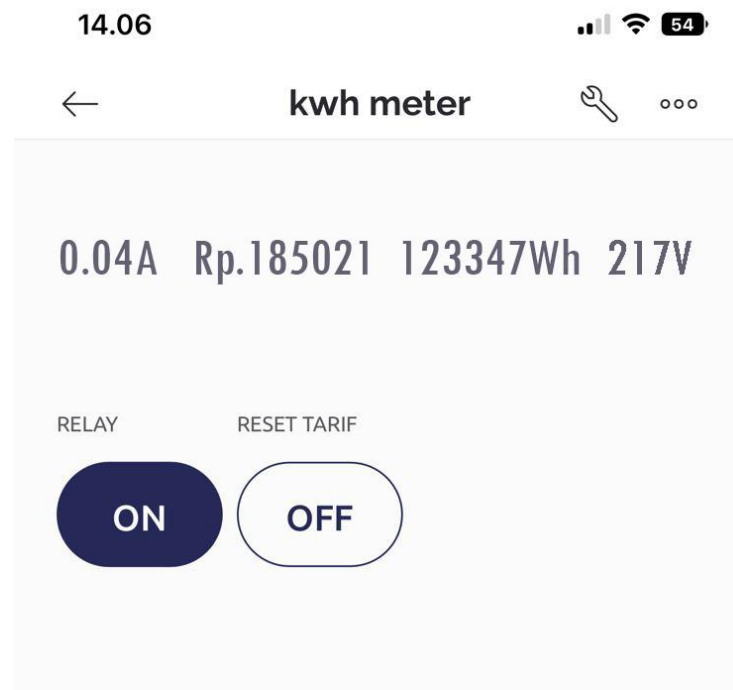
Gambar 4.4 Tampilan IoT Minggu Ke-1

Pada minggu pertama dapat dilihat cost yang dihasilkan adalah Rp. 67.183 dengan pemakaian kWh adalah sebesar 45,166 kWh. Dimana data ini merupakan hasil bacaan penggunaan beban selama satu minggu.



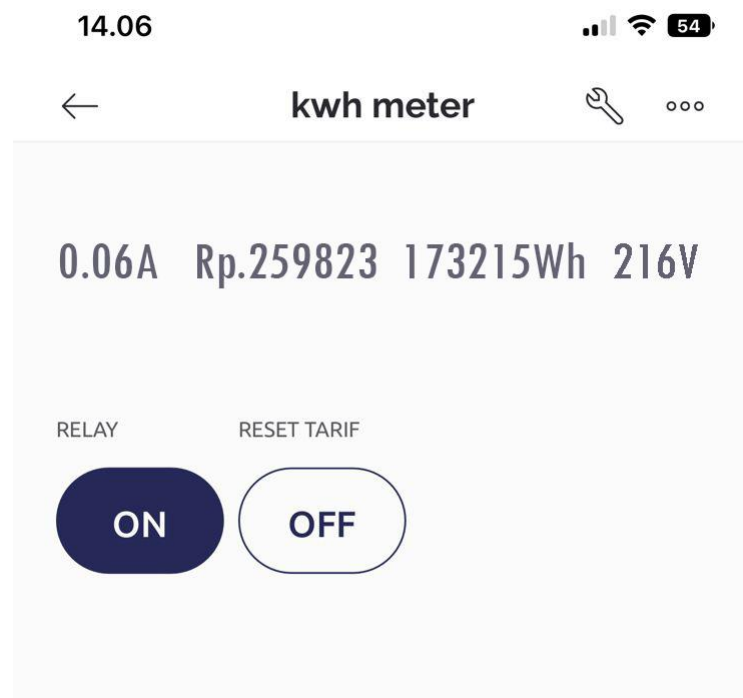
Gambar 4.5 Tampilan IoT Minggu Ke-2

Pada minggu ke-2 dapat dilihat cost yang dihasilkan adalah Rp. 112.713 dengan pemakaian kWh adalah sebesar 75,142 kWh. Dimana data ini merupakan hasil bacaan penggunaan beban selama dua minggu.



Gambar 4.6 Tampilan IoT Minggu Ke-3

Pada minggu ke-3 dapat dilihat cost yang dihasilkan adalah Rp. 185.021 dengan pemakaian kWh adalah sebesar 123,347 kWh. Dimana data ini merupakan hasil bacaan penggunaan beban selama tiga minggu.



Gambar 4.7 Tampilan IoT Minggu Ke-4

Pada minggu ke-4 dapat dilihat cost yang dihasilkan adalah Rp. 259,823 dengan pemakaian kWh adalah sebesar 173,215 kWh. Dimana data ini merupakan hasil bacaan penggunaan beban selama empat minggu.

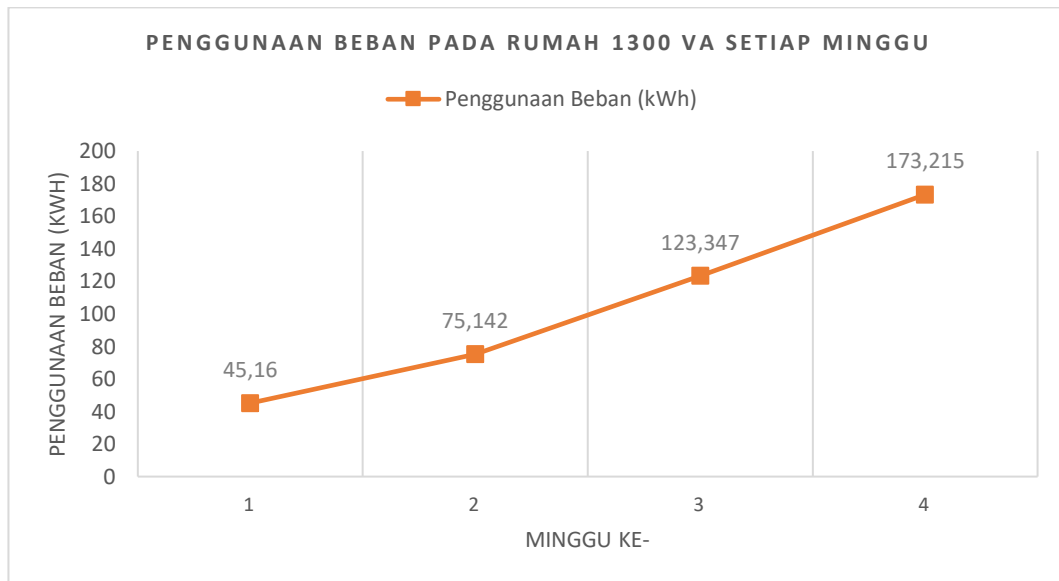
Adapun hasil bacaan cost ataupun biaya penggunaan beban listrik dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.3 Hasil Bacaan Biaya Penggunaan Beban Pada Alat

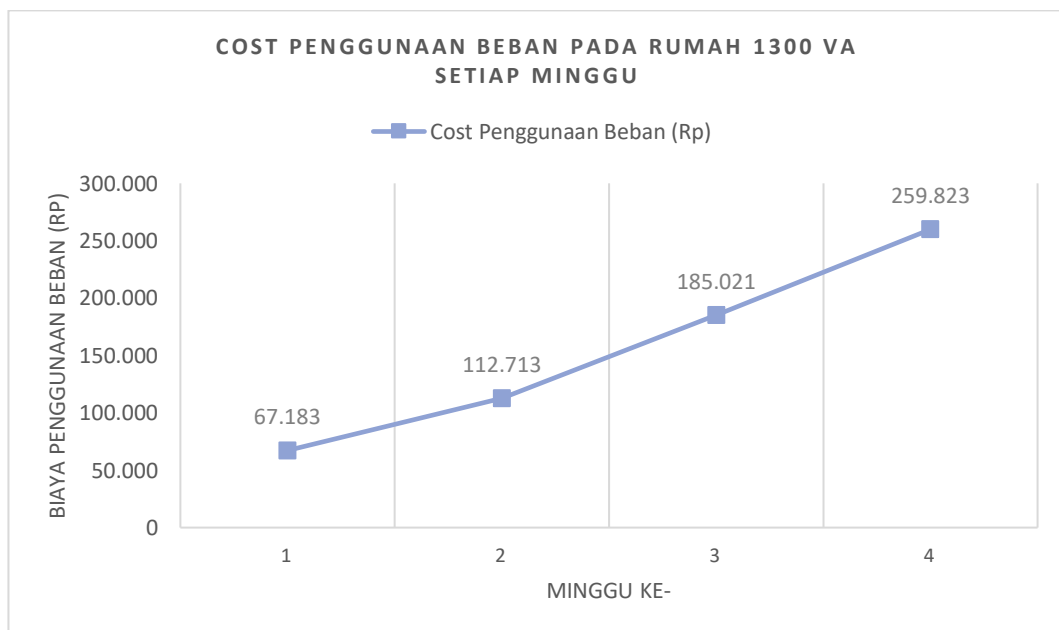
Minggu	Total Penggunaan Beban (kWh)	Total Biaya (Rp)
Ke-1	45,16	67.183
Ke-2	75,142	112.713
Ke-3	123,347	185.021
Ke-4	173,215	259.823

Dari tabel 4.3 dapat dilihat penggunaan beban kWh pada rumah berkapasitas 1300 VA menurut alat datalogger kWh meter yang telah dibuat pada lokasi penelitian selama satu bulan (4 minggu) adalah sebesar 173,215 kWh dengan total biaya penggunaan beban yang dikenakan 1 bulan adalah sebesar Rp. 259.823.

adapun grafik penggunaan beban dan biaya penggunaan beban dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.8 Grafik Penggunaan Beban



Gambar 4.9 Grafik Penggunaan Beban

#### 4.4. Tingkat Akurasi Pembacaan Biaya Pada Alat

Tingkat akurasi pembacaan biaya pada alat adalah hasil bacaan biaya yang dikenakan serta kWh meter yang terpakai selama sebulan akan dibandingkan dengan slip pembayaran beban listrik oleh PLN pada lokasi penelitian. Adapun slip

pembayaran penggunaan beban listrik oleh PLN pada lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

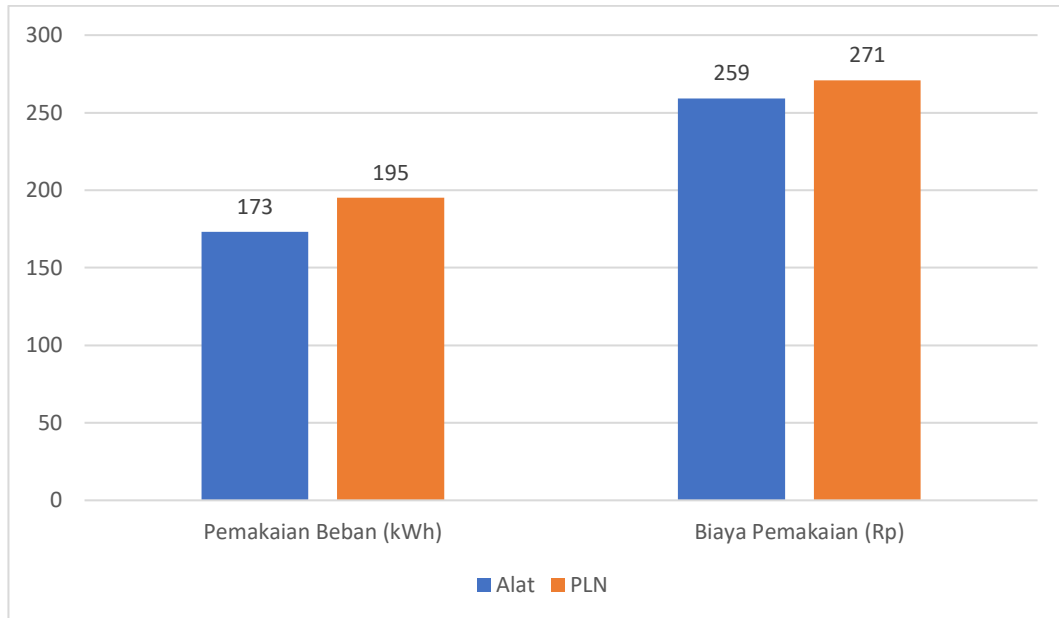
<b>STRUK PEMBAYARAN TAGIHAN LISTRIK</b>	
IDPEL	: 120010657497
NAMA	: SAFIAH
TARIF/DAYA	: R1/1300VA
BL/TH	: AUG23
STAND METER	: 00031872-00032047
RP TAG PLN	: RP 271.785
NO REF	: 000917V00097644649474E9D3ME66410
ADMIN CA	: RP 3.000
TOTAL BAYAR	: RP 274.785
WAKTU TRANSAKSI	: 20:38:06
TANGGAL TRANSAKSI	: 09-08-2023
Terima kasih	
PLN menyatakan struk ini sbg bukti pembayaran yg sah.	
'Informasi Hubungi Call Center 123 Atau Hub PLN Terdekat :'	

Gambar 4.10 Slip Pembayaran Penggunaan Beban Listrik

Dapat dilihat pada gambar 4.10 jumlah tagihan pemakaian beban pada lokasi penelitian selama 1bulan adalah sebesar Rp. 271.785. dengan stand meter yaitu 31872 – 32047 ataupun pemakaian beban listrik pada lokasi penelitian sebanyak 195 kWh/bulan

Pada sub bab sebelumnya telah diketahui hasil bacaan kWh dan biaya penggunaan beban yang dibaca oleh alat selama 1 bulan adalah sebesar 173 kWh/bulan dan biaya yang dikenakan adalah sebesar Rp. 259.823. adapun perbandingan hasil bacaan alat datalogger kWh meter dan biaya yang dikenakan dengan slip pembayaran yang dikenakan oleh PLN adalah sebagai berikut :





Gambar 4.11 Perbandingan Hasil Bacaan kWh dan Cost pada Alat dan PLN

Pada gambar 4.11 dapat dilihat hasil bacaan kWh pada alat dan PLN terdapat selisih 22 kWh, dimana hasil bacaan pada alat lebih rendah dibandingkan dengan hasil bacaan oleh PLN. Adapun tingkat error hasil bacaan pada alat adalah sebesar 10,25 % dengan akurasi ketepatan alat sebesar 89,74 %.

Pada hasil bacaan Biaya pemakaian (Rp) pada alat dan PLN juga terdapat selisih sebesar Rp. 12.000, dimana hasil bacaan pada alat juga lebih rendah dari pada hasil slip pembayaran yang diberikan oleh PLN. Adapun tingkat error pembacaan biaya pada alat adalah sebesar 4,4 % dengan tingkat akurasi ketepatan pembacaan sebesar 95,6 %.

#### 4.5. Perbandingan Alat kWh meter IoT dengan AMR

Perbandingan alat kWh meter IoT dengan AMR dilakukan dengan cara pemasangan alat berdampingan dengan kWh meter pada rumah yang terkoneksi dengan sistem AMR. Hal ini untuk melihat tingkat akurasi alat yang lebih tinggi. Pengujian ini dilakukan selama 1 bulan penuh yaitu bulan Januari 2024. Dimana akan dilihat data hasil bacaan dari AMR dan hasil bacaan pada alat kWh meter IoT.

Adapun hasil bacaan pada AMR sebagai sampel adalah sebagai berikut :

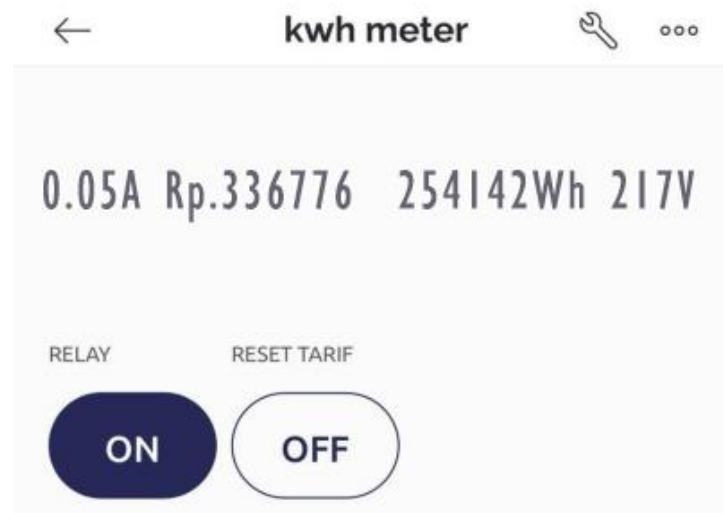
IDPEL	BLTH REK	TRF	DAYA	RPTAG	TGLBAYAR	SLALWBP	SAHLWBP	PEMKWH
'120110774400	Feb-24	B2	6600	Rp 457.681		61927.99	62215.84	288
'120110774400	Jan-24	B2	6600	Rp 459.270	20240119	61639.45	61927.99	289
'120110774400	Dec-23	B2	6600	Rp 497.410	20231219	61326.83	61639.45	313
'120110774400	Nov-23	B2	6600	Rp 503.767	20231120	61009.35	61326.83	317
'120110774400	Oct-23	B2	6600	Rp2.328.135	20231020	60688.09	61009.35	1465
'120110774400	Sep-23	B2	33000	Rp2.097.704	20230920	60359.59	60688.09	1320

Gambar 4.12 Hasil Bacaan AMR pada Pelanggan

Dapat dilihat pada bulan Januari 2024 hasil bacaan AMR menunjukkan kWh yang digunakan adalah sebesar 289 kWh dan biaya sebesar Rp. 459.270,-. Adapun hasil bacaan IoT yang tertera pada alat kWh meter berbasis IoT adalah sebagai berikut :



Gambar 4.13 Tampilan LCD Alat kWh meter IoT



Gambar 4.14 Tampilan IoT alat

Dari hasil bacaan yang tampilan pada LCD dan IoT alat menunjukkan angka yang sama yaitu 254142 Wh atau 254,14 kWh dan biaya yang dikenakan adalah sebesar Rp. 366.766,-. Dapat dilihat perbedaan antara hasil bacaan AMR dan Alat

kWh IoT terdapat selisih sebesar 35 kWh. Dapat dihitung tingkat akurasi alat kWh meter berbasis IoT ini dibandingkan dengan hasil bacaan AMR adalah :

$$= (\text{Alat}/\text{AMR}) \times 100$$

$$= (254/289) \times 100$$

$$= 0,9925 \times 100$$

$$= 87,88\%$$

Dari perhitungan diatas, tingkat akurasi hasil bacaan yang dilakukan oleh alat kWh meter berbasis IoT adalah sebesar 87,88%. Tentu angka ini jauh dibawah tingkat akurasi AMR yang serupa dengan hasil bacaan yang ada di meteran pelanggan.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang didapat pada rancangan bangun alat monitoring KWH meter dengan parameter biaya penggunaan daya terpakai berbasis IoT 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 berberan penting untuk membaca hasil daya yang terpakai untuk menentukan tagihan yang ada
2. Hasil bacaan AMR didapat melalui data yang diambil pada ULP Labuhan baktu untuk dibandingkan dengan hasil bacaan yang ada pada alat kWh meter berbasis IoT.
3. Alat kWh meter berbasis IoT dari hasil pengujian memiliki tingkat akurasi sebesar 87% sehingga untuk pembacaan atau monitoring pelanggan jauh lebih baik menggunakan sistem AMR dibandingkan alat kWh meter mikrokontroller berbasis IoT.

#### **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.

- S. Sitinjak (2013) “Pemanfaatan Automatic Reading (AMR) Pada proses pembacaan penggunaan daya pada pelanggan listrik PLN”, Jurnal Analisis dan Informasi Kedingantaraan, Pages 43-50 Volume 1



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Rafif Tsagib  
NPM : 2007220086P  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : "ANALISIS PERBANDINGAN TINGKAT ERROR ALAT KWH METER DIGITAL BERBASIS IOT DENGAN AUTOMATIC METER READING (AMR) PADA PT. PLN LABUHAN"

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
1.	9/6/2023	- perbaiki tabel.	
2.	25/6/2023	- perbaiki kembali tabel.	
3.	15/7/2023	- perbaiki gambar kayan gelas	
4.	13/10/2023	- spasi samakan.	
5.	9/11/2023	- perbaiki rumus.	
6.	24/11/2023	- luput semua detail.	

Mengetahui,  
Pembimbing I

Benny Oktrialdi, S.T., M.T





UMSU  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Rafif Tsagib  
NPM : 2007220086P  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : "ANALISIS PERBANDINGAN TINGKAT ERROR ALAT KWH METER DIGITAL BERBASIS IOT DENGAN AUTOMATIC METER READING (AMR) PADA PT. PLN LABUHAN"

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
1.	30/7/2024	- perbaiki spasi sumber	
2.	13/8/2024	- perbaiki pengelompokan data	
3.	26/8/2024	- perbaiki rumus dan ketepatan	
4.	2/9/2024	- lengkapi lembar hasil	

Mengetahui,  
Pembimbing I

Benny Oktrialdi, S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Rafif Tsagib  
NPM : 2007220086P  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : "ANALISIS PERBANDINGAN TINGKAT ERROR ALAT KWH METER DIGITAL BERBASIS IOT DENGAN AUTOMATIC METER READING (AMR) PADA PT. PLN LABUHAN"

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
1.	5/9/2024	perbaiki gambar dan ketik.	
2.	9/9/2024	perbaiki rumusan hasil dan ketik ulang.	
3.	11/9/2024	lihat bab yang terlewat.	

Mengetahui,  
Pembimbing I

Benny Oktrialdi, S.T., M.T

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Rafif Tsagib  
Alamat : Jl. Bambu III  
Npm : 2007220086P  
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 01 Desember 2001  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
No Telepon/Whatsapp : 081328563995  
Email : RafifTsagib001@gmail.com  
Tinggi/Berat Badan : 173 cm/90 kg  
Kewarganegaraan : Indonesia

### DATA ORANG TUA

Nama Ayah : Alm. Yudi Alex Handoko  
Nama Ibu : Rosdaneli  
Alamat Orang Tua : Jl. Bambu III

### RIWAYAT PENDIDIKAN

2007-2013 : MIN Glugur Darat II Medan  
2013-2016 : SMP Islam Al Ulum  
2016-2019 : MAN 2 Model Medan  
2019-2024 : S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Utara